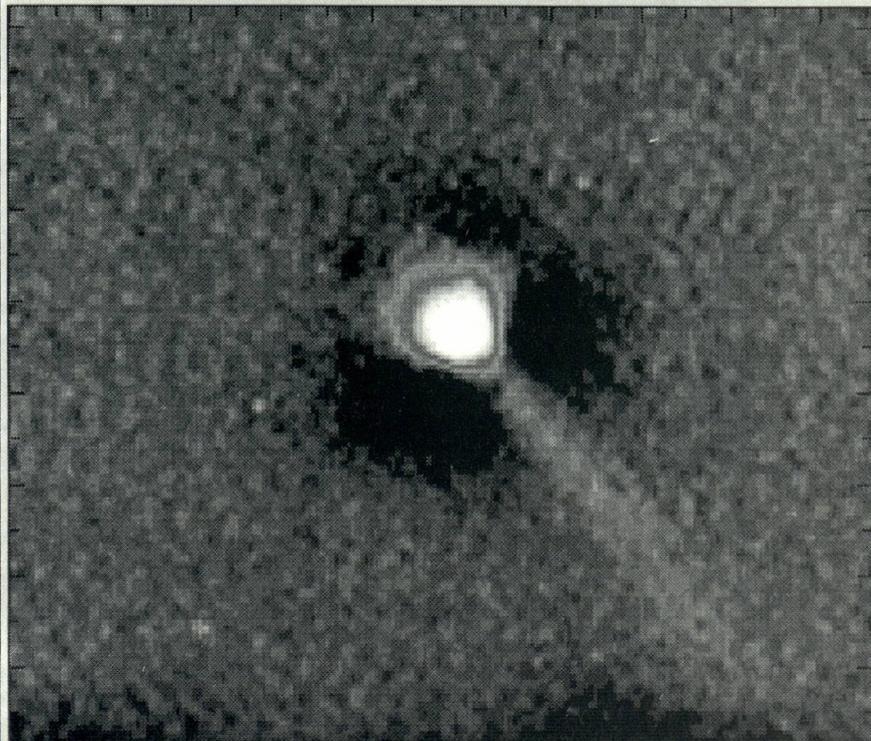


G A Z E T A D E

# FÍSICA

---

Cometa Hyakutake (Celestron CG-11, 25-MAR-96)



SOCIEDADE PORTUGUESA DE FÍSICA

VOL. 19 • FASC. 1 • 1996 • PUBLICAÇÃO TRIMESTRAL • JANEIRO / MARÇO

### **Gazeta de Física**

Propriedade da Sociedade Portuguesa de Física

ISSN: 0367/3561

Registo na DGCS n.º 107280 de 13/5/80

Depósito Legal n.º 51419/91

Publicação Trimestral

N.º 1 - 1996

#### **Redacção e Administração**

Avenida da República, 37 - 4.º - 1000 Lisboa

Telefone (01) 7973251

Fax (01) 7952349

#### **Directores**

João Bessa Sousa (FCUP)

Filipe Duarte Santos (FCUL)

Carlos Fiolhais (FCTUC)

#### **Comissão de Redacção e Administração**

Carlos Matos Ferreira (IST)

Margarida Telo da Gama (FCUL)

Ana Maria Eiró (FCUL)

Maria Margarida Cruz (FCUL)

#### **Preparação e Revisão de Texto**

Florbelia Martins Teixeira

#### **Execução Gráfica**

Imprensa Portuguesa

Rua Formosa, 108-116 — 4000 Porto

Telefone (02) 2002466

Fax (02) 2015105

Tiragem: 1500 exemplares

Preço avulso: 650\$00

Assinatura anual (quatro números):

2000\$00 (Continente, Açores, Madeira e Macau)

35 US dólares (estrangeiro)

**Publicação subsidiada pela Junta Nacional  
de Investigação Científica e Tecnológica**

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 4000 palavras, incluindo figuras; 1 figura corresponde em média a 140 palavras). Deverão ter sempre um curto resumo, não excedendo 130 palavras. Deve ser indicado o(s) endereço(s) completo(s) das instituições dos autores. Agradece-se o envio do texto em disquete (de preferência «Word» para Macintosh ou PC). Os originais de figuras devem ser apresentados em folhas separadas, prontos para reprodução. Endereço para correspondência: **Gazeta de Física - Sociedade Portuguesa de Física, Av. da República, 37 - 4.º — 1000 Lisboa.**

*Na capa:* Imagem do cometa C/1996 B2 Hyakutake obtida na noite de 25 de Março de 1996 com o telescópio Celestron CG-11 do Centro de Astrofísica da Universidade do Porto. Esta imagem foi tratada digitalmente, para melhor evidenciar os detalhes da cauda do cometa; ver notícia na página 10 deste número.

---

## SUMÁRIO

2

O MISTÉRIO DOS RAIOS X  
Fernando Pulido Valente

6

O MODELO ATÓMICO SATURNIANO DE NAGAOKA  
Manuel Fiolhais e Maria da Conceição Ruivo

11

O MÓDULO E A NORMA  
A. J. Costa e A. M. Rosa

13

OS NOVOS PROGRAMAS DE FÍSICA  
José Alberto Silva

15

O QUE HÁ DE NOVO?

17

LIVROS

21

OLIMPIADAS DE FÍSICA

26

ÓRGÃOS REGIONAIS DA SPF

29

RELATÓRIO DO CONSELHO DIRECTIVO DA SPF

---

# O MISTÉRIO DOS RAIOS X \*

FERNANDO PULIDO VALENTE

Av.<sup>a</sup> das Tulipas, 10-2.º Esq.º  
Miraflores – Algés, 1495 Lisboa

**Recorda-se a atmosfera de mistério e perplexidade que envolveu a descoberta dos raios X. Tecem-se algumas considerações acerca da distinção entre as visões científicas do Mundo, dando como exemplo a incursão do poeta Guerra Junqueiro no campo da Física. Termina-se referindo os efeitos deletérios das radiações ionizantes e a questão da eventual existência de um limiar relativo a estes efeitos.**

Estamos hoje tão familiarizados com a utilização corrente dos raios X, principalmente como meio de diagnóstico, que se torna difícil imaginar a sensação de mistério que acompanhou a sua descoberta.

Tal sensação parece-me estar intimamente associada à capacidade de se sentir maravilhado perante um fenómeno para o qual não se encontra explicação.

É esta capacidade que constitui, segundo julgo, a verdadeira mola da descoberta científica e que é ilustrada por numerosos exemplos na história da Ciência, desde a célebre maçã de Newton, até à reacção de Einstein, em criança, perante a bússola que o pai lhe ofereceu.

É aliás do próprio Einstein o seguinte comentário, que transcrevemos do livro de Abraham Pais [1]:

«Por detrás dos objectos, deve haver algo que permanece profundamente oculto (...). O desenvolvimento do [nosso] mundo de pensamento, é, num certo sentido, uma fuga ao milagre.»

Pais comenta:

«Estas experiências contribuíram bem mais para o crescimento de Einstein do que a escola formal [1].»

Recordemos as reacções do meio científico à descoberta de Röntgen, não sem deixar de observar, de passagem, que também houve quem inicialmente a considerasse pura e simplesmente «uma hábil mistificação» (!).

Em princípios de 1896, poucos meses portanto após a comunicação de Röntgen

à Sociedade de Física e Medicina de Würzburg, Poincaré fazia o seguinte comentário a esta descoberta [2]:

«Estamos na presença de um novo agente, tão novo como foi a electricidade no tempo de Gilbert, ou o galvanismo no tempo de Volta. Sempre que somos surpreendidos por uma revelação semelhante, ela desperta em nós uma sensação de mistério que nos envolve, sensação que nos perturba, a qual se vai esvaindo, à medida que se vai atenuando a admiração pelas maravilhas doutrora.»

No entanto, subsistiu, ainda, por largos anos, a perplexidade no mundo da Física, acerca da verdadeira natureza desta misteriosa radiação, mistério aliás consagrado pelo próprio Röntgen ao designá-la pela incógnita X.

Sob o ponto de vista teórico, várias foram as hipóteses formuladas sobre a natureza e origem desta radiação.

Röntgen, na sua comunicação provisória inicial de 28 de Dezembro de 1895, com o título «A propósito de uma nova espécie de raios», limita-se a descrever algumas das propriedades desta radiação, que «por comodidade», como diz, designa por raios X, para os distinguir doutros raios, sem formular, no entanto, qualquer hipótese quanto à sua natureza.

Mais tarde, no entanto, com todas as cautelas, Röntgen avança a hipótese de

\* Texto adaptado da comunicação apresentada no simpósio integrado nas comemorações dos 100 anos da descoberta dos raios X, realizado no Museu da Ciência da Universidade de Lisboa.

que os raios X seriam devidos a «vibrações longitudinais do éter».

Röntgen expõe o problema do seguinte modo [2]:

«Perguntar-se-á: O que são estes raios?

Dado que não se trata de raios catódicos, podia-se pensar, em virtude da sua propriedade de produzirem fluorescência e acção química, serem devidos à luz ultravioleta. Existe um conjunto importante de provas que contraria esta hipótese.

Com efeito, se os raios X são na verdade luz ultravioleta, esta luz deve possuir as seguintes propriedades:

a) Não se refractar ao passar do ar para a água, o sulfato de carbono, o alumínio, o sal gema, o vidro e o zinco;

b) Não se reflectir normalmente na superfície dos corpos citados;

c) Não se polarizar nos meios polarizantes normais;

d) A absorção produzida nos diferentes corpos deve depender sobretudo das suas densidades. Isto significa que os raios X devem comportar-se duma maneira diferente dos raios visíveis, infravermelhos ou ultravioletas.

Por isto me parecer assaz inverosímil, fui levado a formular outra hipótese. Parece existir uma relação entre estes novos raios e os raios luminosos: assim, pelo menos, parece indicar a produção de sombras, de fluorescência e de acções químicas. Ora, sabe-se, de há muito, que além das vibrações que explicam os fenómenos luminosos, é possível que se produzam vibrações longitudinais no éter; alguns físicos pensam mesmo que tais vibrações devem existir. É preciso, no entanto, admitir que a existência destas vibrações nunca foi demonstrada e que as suas propriedades nunca foram estabelecidas por via experimental. Estes novos raios não deverão ser atribuídos a vibrações longitudinais do éter? Devo confessar que, à medida que fui prossequindo estas investigações, fui-me acostumando cada vez mais a esta ideia e permito-me anunciá-la, sem, no entanto, me ocultar que esta hipótese deve ser mais solidamente fundamentada».

É esta também a hipótese que parece ter merecido a adesão de Poincaré, o qual, baseando-se no resultado negativo das experiências sobre a reflexão, refacção e interferência destes raios, recusa a hipótese deles se situarem no prolongamento do espectro das radiações electromagnéticas com um comprimento de onda inferior ao das radiações ultravioletas.

Em 30 de Janeiro de 1896, na Revista Geral das Ciências Puras e Aplicadas, Poincaré faz o ponto da situação quanto aos conhecimentos relativos às propriedades e à natureza dos raios X: [2]

«1) Trata-se de raios, como o demonstram as sombras produzidas por corpos relativamente opacos, cujos contornos sejam suficientemente nítidos para se obter uma reprodução fotográfica. A sua propagação é pois rectilínea;

2) Não se trata de raios luminosos devidos à vibração transversal do éter. Sabe-se que estas vibrações podem dar lugar, de acordo com a sua duração, às mais diversas manifestações. Encontra-se, sucessivamente, toda a gama, desde as de maior até às de menor comprimento de onda, os raios hertzianos, os raios caloríficos e os raios ultravioleta ou químicos:

Apesar da diversidade dos efeitos, sabe-se existir entre eles uma diferença unicamente quantitativa; na realidade, não existe maior diferença entre os raios hertzianos e a luz visível, do que entre a luz vermelha e a luz verde. Então, ao que parece, nada impede que, para explicar uma nova ordem de manifestações, se acrescente um novo intervalo a esta gama.

Não é verdade que os raios ultravioleta atravessam a prata, a qual é opaca às radiações luminosas?

Não foi possível realizar deste modo, há alguns anos, o que se chamou a fotografia do invisível?...

3) Não se trata também de raios catódicos. Na verdade sabe-se, desde Lénard, que os raios produzidos no vazio de Crookes podem atravessar uma placa delgada de alumínio, sair da ampola e propagar-se em seguida na atmosfera normal, ou mesmo no vazio absoluto. No entanto, na atmosfera normal, sofrem uma difusão considerável e só podem alcançar uma distância de alguns centímetros.

Pelo contrário, os raios X alcançam sem se desviar, alguns metros de distância. Por outro lado, os raios catódicos normais são incapazes de atravessar a maior parte dos corpos opacos, mesmo em pequenas espessuras. Eis pois duas diferenças entre os raios catódicos e os raios Röntgen. Existe, no entanto, outra diferença, muito mais importante: os raios Röntgen não são desviados por um íman.»

Por esta altura, o físico inglês Schuster põe em dúvida que existam provas concludentes que permitam afastar a hipótese dos raios X diferirem dos raios luminosos unicamente pela «pequenez» do seu comprimento de onda.

É curioso, no entanto, notar que é a ideia de Poincaré de que pode existir uma relação entre o fenómeno da fluorescência e a produção de raios X que vai levar Becquerel às suas experiências, das quais resulta a descoberta da radioactividade natural.

A esta descoberta, feita em minerais de urânio, seguem-se os trabalhos de Schmidt e de Marie Curie, em Abril de 1898, donde resulta a descoberta de propriedades idênticas em preparados de tório, e, em Dezembro de 1898, a descoberta do rádio, pelos esposos Curie.

Como curiosidade, a este respeito, citemos uma incursão do nosso glorioso poeta Guerra Junqueiro, no domínio da Física, com um artigo publicado na revista «La Revue» em Junho de 1904. [3]

Neste artigo, com o título «Radium et la radiation universelle», Guerra Junqueiro não se limita a tecer conside-

rações de carácter mais ou menos filosófico sobre a natureza da radioactividade, no estilo de:

«A radioactividade é, em última análise, uma assimilação e desassimilação contínua de espécies imponderáveis, inerentes a todos os corpos e organismos.»

Ou, mais adiante, ao resumir as suas geniais conclusões:

«1) A actividade dissociante ou involutiva produz uma radiação mais abundante e menos duradoura;

2) A actividade associante ou evolutiva, confere persistência à radiação, cujo valor aumenta quando se eleva o grau de actividade;

3) Quando esta última forma de actividade é muito intensa, a radiação, apesar de hiperbólica, pode persistir durante um tempo considerável;

4) A persistência radiante depende da regeneração a partir do equilíbrio, da saúde (sic!) dos corpos ou organismos. A radiação contínua consiste numa regeneração contínua.»

Guerra Junqueiro chega ao ponto de se permitir refutar os resultados dos trabalhos de Madame Curie e Debiérne, segundo os quais conforme refere: «o rádio, seja qual for o seu estado, produz sempre a mesma quantidade de emanção».

O nosso poeta afirma ser absurdo que um corpo irradie, qualquer que seja o seu estado, a mesma quantidade de energia, sendo peremptório ao afirmar que «um tal corpo não pode existir».

Depois de expor as suas geniais ideias acerca da natureza da radioactividade, Guerra Junqueiro remata o seu artigo com a conclusão final de que:

«O rádio é, segundo penso, um corpo simples extremamente complexo, em crise de evolução, em actividade hiperbólica. A exacerbação radiante provém da natureza do corpo, o qual assim que lesado, tende a regenerar-se prontamente.»

Como se vê é tudo muito simples! O nosso poeta consegue desfazer, a golpes de metafísica, o mistério da radioactividade!

É claro que eu não tenho nada contra a poesia, confesso-me mesmo um fervoroso amante, se bem que o mesmo não possa dizer em relação à metafísica...

Julgo, no entanto, que nem uma nem outra destas actividades se podem confundir com a Ciência.

Esta incursão de Guerra Junqueiro, sem dúvida um grande poeta, no domínio da ciência, tem, segundo julgo, a virtude de fornecer uma demonstração eloquente da diferença que realmente existe entre um espírito científico e outro que não o é, apesar de, actualmente, existir uma certa tendência para estabelecer uma certa confusão a este respeito.

Regressando ao domínio científico, pode dizer-se que, até 1912, com os trabalhos de Barkla, Von Laue e outros, ficaram claramente estabelecidas as propriedades dos raios X, como fenómeno ondulatório. Foram assim levan-

tadas as objecções apresentadas por Röntgen em aceitar a natureza ondulatória desta radiação.

No entanto, é curioso constatar que, entre nós, num curso de Patologia Geral administrado na Faculdade de Medicina de Lisboa, por Luís Raposo (1930), ainda se mantinha uma certa reserva a este respeito.

Com efeito, acerca da natureza dos raios X, afirmava-se nesse curso [4]:

«Estes raios propagar-se-iam no éter com uma velocidade igual à das oscilações eléctricas e luz (M. E. Marx). Acerca da sua natureza têm-se aventado diversas teorias. Segundo uma delas, os raios X, apesar de não apresentarem algumas das propriedades das radiações luminosas, seriam análogas às ultra-violetas extremas de Lyman e Millikan.»

No entanto, mais adiante diz-se:

«A favor da identidade das duas espécies de radiação, conhecem-se várias experiências. Haga e Wind e Sommerfeld produziram com os raios X fenómenos de difracção; Barkla conseguiu com eles verdadeiras polarizações, Laue obteve, com cristais, fenómenos de interferência dos raios X e Bragg focou-os como se fossem raios luminosos, com lâminas curvas de mica. Por outro lado, Righi, Merit Stewart, Lenard, etc., demonstraram que os raios ultravioletas extremos produzem, sobre condutores metálicos, fenómenos idênticos aos que os raios X provocam»...

«Há porém uma grande distinção a estabelecer: os raios ultravioleta extremos são extremamente absorvíveis, ao passo que uma das características dos raios X é a facilidade com que atravessam os diversos obstáculos. Sir George Stokes e depois Wiechert, consideraram os raios X como diversos da luz. Ao passo que as radiações luminosas e ultravioleta são vibrações contínuas, os raios X seriam pulsações electromagnéticas extremamente breves e isoladas. A impossibilidade de os desviar no campo magnético é uma dificuldade à admissão desta teoria e torna mais provável a hipótese de Bragg, Mesen e Glasson, segundo a qual cada raio conteria uma partícula electropositiva e outra electronegativa, girando num plano que contém a direcção da sua propagação. Sutterland sustenta que são electrões cuja inércia os impede de se desviarem. Veremos que acerca da luz também têm sido emitidas hipóteses análogas, o que mais confirma, pelo menos, o parentesco entre os raios X e os raios ultravioleta.»

Constata-se, portanto, que, não obstante uma certa confusão ainda existente, já se propendia, entre nós, a aceitar a natureza ondulatória electromagnética dos raios X.

Desde muito cedo que se tornaram conhecidos os efeitos destrutivos dos raios X, sobre os tecidos biológicos. Tal conhecimento não impediu, no entanto, que se verificassem inúmeros casos de morte e de lesões provocados por estas radiações, ou, dum modo geral, pelas radiações ionizantes.

O carácter, de certo modo misterioso, destas radiações, ligado à inexistência de efeitos sensoriais imediatos, contribuiu certamente para explicar uma certa despreocupação quanto à sua periculosidade.

Por outro lado, o protelamento da revelação dos efeitos que muitas vezes se verificam e o carácter estatístico dos efeitos genéticos, contribuiu sem dúvida para mascarar relações de causa-efeito.

A Comissão Internacional de Protecção Contra as Radiações estabelece uma distinção entre os efeitos determinísticos das radiações, para os quais é possível definir um valor do limiar de dose e os efeitos estocásticos em que tal limiar parece não existir.

Por uma questão de prudência, esta Comissão recomenda que se adopte, na prática, uma regra que é designada pela abreviatura «ALARA» — «as low as reasonably achievable» — o que significa que as doses de radiação devem ser tão baixas quanto se possa razoavelmente conseguir.

Surge, no entanto, recentemente, uma tendência, que encontrou a sua expressão no último Boletim da Sociedade Portuguesa de Protecção Contra as Radiações [5], segundo a qual não só existiriam efeitos benéficos das radiações, o que, evidentemente, não é difícil admitir, como existiria um limiar de dose para os efeitos deletérios.

Ora, sobre este último ponto surgem-nos muitas dúvidas, as quais só seriam dissipadas se fosse possível estabelecer um valor concreto para este limiar de dose, o que não parece ser o caso.

Até que isso seja possível, se acaso se vier a verificar, parece-nos de elementar prudência atender à recomendação da Comissão Internacional de Protecção Contra as Radiações, de acordo com a regra «ALARA».

De qualquer modo, como se vê, continua a haver muitos mistérios por desvendar...

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] *Subtil e o Senhor*. Abraham Pais, Gradiva, 1982.
- [2] *Les Rayons X et Leurs Applications*. Henri Brasseur, Masson & Cie Editeurs, 1947.
- [3] *La Revue*, 1 de Junho de 1904. Artigo: «le radium et la radiation universelle», pag. 325-337.
- [4] *A Acção Biológica e Terapêutica das Radiações*. Luís Simões Raposo (Lições do Curso de Patologia Geral da Faculdade de Medicina de Lisboa), 1930.
- [5] *Chernobyl e Hormesis*, H. Vilaça Ramos. Boletim da SPPCR, n.º 11/12, Set. 95.

**Fernando Pulido Valente é Engenheiro Electrotécnico, que se tem dedicado às aplicações médicas dos raios X. É membro da Sociedade Portuguesa de Radiologia de Medicina Nuclear e da Sociedade Portuguesa de Protecção Contra as Radiações.**

## FÍSICA 96

### 10.ª Conferência Nacional de Física e 6.º Encontro Ibérico para o Ensino da Física (Faro, 13 a 17 de Setembro de 1996)

A 2.ª circular dará informações detalhadas sobre a Física 96 e será enviada até finais de Abril a todos os que realizaram a pré-inscrição.

Até ao momento, o número de pré-inscritos ronda os 300. Como pensamos que este número aumentará substancialmente com o aproximar da data limite solicitamos a todos os interessados em particular na Física 96 que façam a sua inscrição o mais rapidamente possível. Um conhecimento aproximado do número de participantes ajudar-nos-á imenso na programação.

A programação resumida da Física 96 é a seguinte:  
a) durante as manhãs dos dias úteis decorrerão sessões plenárias sobre temas científicos actuais e temas ligados à problemática do ensino da Física. Praticamente todas as sessões plenárias já têm os conferencistas assegurados;  
b) durante as tardes dos dias úteis decorrerão em paralelo sessões orais de natureza científica e pedagógica, oficinas pedagógicas, sessões laboratoriais e sessões de "posters";  
c) para o domingo, dia 15 de Setembro, está sendo programada uma "feira" da Física, onde se pretende desenvolver diversas actividades tais como apresentação de trabalhos de alunos e professores de escolas secundárias, sessões de vídeos científicos, exposições várias, demonstrações do uso de computadores nas escolas e outras iniciativas que sejam sugeridas.

#### Inscrições

As inscrições podem ser feitas por fax (01)7952349; e-mail [fisica96@cc.fc.ul.pt](mailto:fisica96@cc.fc.ul.pt) ou através da página electrónica <http://atlas.cii.fc.ul.pt/spf>.

#### Até 31/Maio/1996

Sócios da SPF — 7000\$00 (redução de 50% para estudantes sem licenciatura)

Não sócios da SPF — 12 000\$00 (redução de 50% para estudantes sem licenciatura).

#### Após 31/Maio/1996

Acréscimo de 50% sobre o preço normal de inscrição.

O pagamento da inscrição deve ser feito por cheque dirigido a **Sociedade Portuguesa de Física — Física 96** e enviado para o Secretariado da Física 96.

#### Comunicações

Os resumos das comunicações devem ser enviados até 31 de Maio de 1996 de acordo com as regras definidas na 2.ª circular.

SECRETARIADO DA FÍSICA 96

SPF — Delegação Regional do Sul e Ilhas

Av. da República, 37-4.º, 1000 Lisboa

Telef. (01)7973251

Fax (01)7952349

E-mail: [fisica96@cc.fc.ul.pt](mailto:fisica96@cc.fc.ul.pt)

# O MODELO ATÓMICO SATURNIANO DE NAGAOKA

MANUEL FIOLEAIS e MARIA DA CONCEIÇÃO RUIVO

Departamento de Física da Universidade de Coimbra, 3000 Coimbra

O objectivo deste trabalho é divulgar aspectos de um modelo atómico pouco conhecido, proposto pelo físico japonês Hantaro Nagaoka, situando-o no contexto mais geral da evolução histórica dos modelos atómicos do princípio deste século. Faz-se também referência à personalidade científica de Nagaoka e ao seu papel no desenvolvimento da ciência no Japão.

Em 1904, era dado à estampa, no prestigioso *Philosophical Magazine*, um artigo intitulado "Kinetics of a System of Particles Illustrating the Line and the Band Spectrum and the Phenomena of Radioactivity". Nele era apresentado o "modelo atómico de Saturno", segundo o qual o átomo teria uma estrutura semelhante a este planeta, isto é, haveria um núcleo central rodeado de electrões, fazendo lembrar os anéis de Saturno. O seu autor, Hantaro Nagaoka (1865-1950), reputado físico japonês da Universidade Imperial de Tóquio, era ainda um ilustre desconhecido no mundo ocidental, embora, à época, tivesse já dado contribuições importantes no domínio da propagação da radiação electromagnética na atmosfera.

No início do século, a construção de modelos atómicos que permitissem compreender a estrutura da matéria estava na ordem do dia. Paradoxalmente, a crença na realidade dos átomos era ainda objecto de polémica. Embora a

"hipótese atómica" fosse familiar aos químicos desde há cerca de cem anos e tanto os químicos como os físicos tirassem partido dela, a relutância em aceitar uma estrutura corpuscular da matéria era manifesta em alguns cientistas. Refira-se,



a propósito, o químico Wilhelm Ostwald, um dos primeiros laureados com o prémio Nobel, e também o físico Ernst Mach. O próprio Max Planck confessou ter sido um adversário do atomismo que, de facto, só viria a aceitar quando tal se mostrou indispensável ao estabelecimento da sua teoria da radiação. Há, no entanto, um curto intervalo de tempo no virar do século, onde todo um conjunto de

descobertas cruciais põe definitivamente em causa estes pontos de vista e abre novos horizontes ao conhecimento. Os modelos atómicos, formulados como resposta aos desafios lançados pelas novas experiências, representaram um grande passo no sentido de consagrar a ideia de uma matéria descontínua por natureza.

Os grandes modelos então nascidos — o de Thomson, o de Rutherford e o de

Bohr — constituíram marcos assinaláveis no conhecimento da estrutura da matéria. Mas, por detrás destas etapas do percurso dos modelos atômicos, vale a pena ouvirmos o que nos diz a história sobre o mundo real dos cientistas da época, sobre os elegantes resultados obtidos frequentemente por um processo de tentativa e erro. E também sobre os contributos de figuras menos conhecidas, que tiveram a virtude de fecundar o terreno das ideias, para outros, mais hábeis ou dispostos de melhores meios, o virem a cultivar com sucesso.

A história das grandes invenções e descobertas é sempre rica e complexa e o papel desempenhado pelos diferentes actores nem sempre é fácil de destringer. Quando grandes problemas desafiam o engenho e o saber da comunidade científica, gera-se uma atmosfera propícia à criatividade, acontecendo frequentemente que ideias e descobertas idênticas ou complementares surgem, num mesmo período, oriundas de indivíduos ou de equipas, trabalhando, por vezes, independentemente.

Se reflectirmos sobre estas situações, impõe-se-nos a visão de um saber que se constrói dinamicamente, desempenhando o confronto de ideias e a sua circulação um papel fundamental. É interessante, por conseguinte, espreitar para lá da face mais divulgada da história e observar episódios que nos revelam essa mesma faceta da criação do saber científico.

Vêm estas reflexões a propósito do modelo atômico de Nagaoka, arredado dos manuais escolares e mesmo raramente referido em livros mais especializados. No entanto, ele pode ter tido alguma importância na construção de modelos mais realistas, talvez até pela acção positiva que a crítica a uma ideia incipiente tem no desbrochar de uma outra mais sólida. Vale pois a pena fazer um "close-up" deste pequeno episódio da história da Física e é este o objectivo principal do artigo.

Quando o nosso século começou, Joseph John Thomson, já bem conhecido no Ocidente e coberto de enorme prestígio, desenvolvia a sua actividade como director do Cavendish Laboratory. A ele se atribuía, de resto com toda a justeza, a descoberta do electrão, muito embora, e em rigor, essa glória devesse também ser partilhada por outras personalidades da época.

Thomson concebeu aquele que é tido como o primeiro modelo de estrutura atômica — o celebrado modelo de pudim de passas — onde o átomo era visto como um substracto contínuo de matéria carregada positivamente (o pudim propriamente dito), estando incrustados nele os electrões (as passas), corpúsculos de carga oposta. O átomo era esférico e globalmente neutro. Esta "imagem" do átomo foi sugerida em 1903, nas "Silliman Lectures" na Universidade de Yale, nos Estados Unidos da América, onde Thomson se deslocava frequentemente.

A necessidade de construção de um modelo de estrutura do átomo era evidente. Os raios catódicos, constituídos pela mesma (e nova!) variedade de matéria, qualquer que fosse o cátodo, emanavam dos próprios átomos — estes deveriam, pois, ter uma estrutura interna.

Nas palavras do próprio Thomson:

"... temos nos raios catódicos matéria num novo estado, um estado em que a divisibilidade da matéria é levada muito mais longe do que no estado gasoso ordinário; um estado em que toda a matéria — isto é, matéria proveniente de diferentes fontes, tais como o oxigénio, o hidrogénio, etc. — é de uma e mesma espécie; esta é a matéria de que são feitos os elementos químicos." [in *Philosophical Magazine* 44 (1897) 295]

Em 1897, coroando uma série de experiências, Thomson, anunciou o valor medido para a razão entre a carga e a massa dos constituintes dos raios catódicos, conjecturando, apesar de isso não ser evidente a partir dos seus resultados, que esses objectos teriam uma dimensão ínfima comparada com a dos átomos. O electrão, que foi a primeira *partícula elementar* a ser identificada, detém, ainda hoje, essa qualidade!

No ano em que Thomson discorria em Yale sobre a sua visão do átomo, mais precisamente a 5 de Dezembro de 1903, Hantaro Nagaoka apresentava em Tóquio um "átomo saturniano", perante a Sociedade de Física-Matemática. O Japão, hoje um país na vanguarda do desenvolvimento científico e tecnológico, estava, no início do século, muito longe da posição que agora ocupa. O país apresentava um razoável desenvolvimento tecnológico mas tinha um atraso abismal no campo da ciência. Com Nagaoka a situação começou a inverter-se. De facto, para além de ter sido um físico de primeira linha, Nagaoka preocupou-se com o desenvolvimento científico do seu país que, no seu entender, deveria conseguir-se à custa da internacionalização da investigação. Numa carta enviada, em 1888, a Tanakadate, seu antigo professor, que estava de visita à Europa, e curiosamente redigida em inglês, Nagaoka aponta a grande necessidade de um papel preponderante por parte dos físicos japoneses no seio da comunidade científica internacional, o que tinha como pressuposto a obrigação de "aprenderem a escrever e a falar clara e fluentemente" línguas estrangeiras, designadamente o inglês, o francês e o alemão. Nagaoka fez estudos na Europa no início da última década do século passado, em Berlim, Munique e Viena. Posteriormente, veio ao Ocidente por diversas vezes, merecendo uma referência especial a sua deslocação em 1910, quando se encontrou com Rutherford. Desempenhou também cargos administrativos de grande relevo, nas Universidades de Tóquio e de Osaka, tendo assim levado à prática muitas das suas ideias. Isso, decerto, contribuiu para que o Japão desse um salto

qualitativo em matéria de investigação e alcançasse os países da vanguarda. O grande físico Heideki Yukawa que, em 1935, formulou a primeira teoria das forças nucleares (trabalho que lhe valeu o prémio Nobel de física de 1949) é, de alguma forma, o herdeiro deste "renascimento" com origem em Nagaoka.

Mas em que consistia, mais detalhadamente, o modelo de Nagaoka?

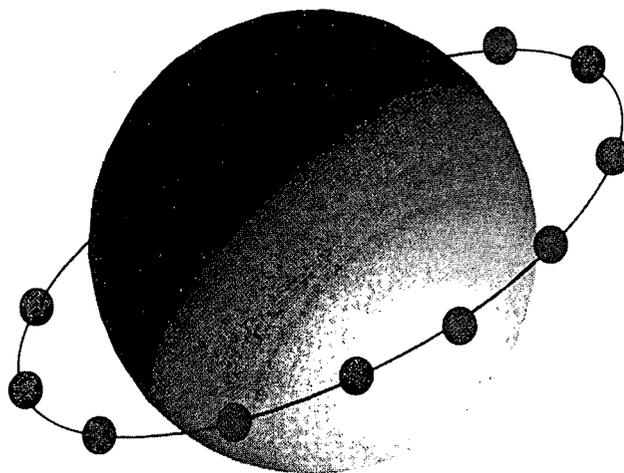
Tratava-se de um modelo para o átomo concebido com o propósito de procurar explicar os espectros de linhas e de bandas que, após os trabalhos pioneiros de Balmer em 1885, eram obtidos cada vez com mais rigor e analisados com maior pormenor (cabe aqui destacar o trabalho de Zeeman). Nagaoka, tal como Thomson, procurou explicar a ocorrência das linhas espectrais e a sua regularidade em função das oscilações de um sistema que representava, afinal, o átomo. São de Nagaoka as seguintes palavras, retiradas do seu artigo de 1904:

"O sistema que vou discutir consiste num elevado número de partículas de massa igual, dispostas num círculo a intervalos angulares regulares, repelindo-se com forças inversamente proporcionais ao quadrado das distâncias; no centro do círculo coloca-se uma partícula de massa elevada, atraindo as outras de acordo com a mesma lei da força. Se as partículas orbitarem aproximadamente com a mesma velocidade em torno do centro de atracção, o sistema permanecerá estável, em geral, se a força atractiva for suficientemente grande. Este sistema difere do sistema saturniano considerado por Maxwell pois as partículas repelem-se em vez de se atraírem. (...) Nas suas lições sobre electrões, Sir Oliver Lodge chama a atenção para um sistema saturniano que provavelmente será do tipo do acima referido. A objecção a um tal sistema de electrões é que ele acabará por atingir o repouso em consequência da perda de energia por radiação, se esta perda não puder ser compensada." [in *Philosophical Magazine* 7 (1904) 445]

Nagaoka estava consciente das limitações do modelo por este não garantir a estabilidade do átomo. Este ponto fraco, que também seria encontrado no modelo de Rutherford, só viria a ser resolvido pela Mecânica Quântica. Não obstante, o físico japonês chegou a explorar o seu modelo, e o acordo qualitativo entre previsões e dados experimentais encorajou-o mesmo a tecer algumas considerações sobre trabalhos futuros a realizar no quadro do modelo de Saturno. São dele as seguintes palavras, com que termina o artigo citado:

"Há vários problemas que possivelmente poderão ser estudados na hipótese do sistema de Saturno, tais como a afinidade química e a valência, a electrólise e muitas outras matérias ligadas com átomos e moléculas. O cálculo grosseiro e a exposição pouco aprofundada que fiz de muitos fenómenos pode servir de sugestão para uma solução mais completa da estrutura atómica."

O modelo de Thomson viria a ser publicado no mesmo volume do *Philosophical Magazine*. Mas não foi a inevitável exaustão da energia no modelo saturniano que levou Thomson a rejeitá-lo. Foi algo mais subtil e que tinha a ver com a existência de pelo menos um modo de oscilação instável dos electrões em torno das suas posições de equilíbrio. Essa instabilidade reflectia-se na ocorrência de amplitudes de oscilação irremediavelmente crescentes, que conduziam ao desmembramento do átomo.



O átomo segundo Nagaoka

No modelo atômico de J. J. Thomson, ao contrário do de Nagaoka, a carga positiva ocupa todo o volume do átomo e os electrões circulam em anel no interior desta carga positiva. Estas partículas passam a ficar sob a acção de uma força restauradora, proporcional à distância ao centro do átomo, em vez de estarem sujeitas à força atractiva inversamente proporcional ao quadrado da distância. Nestas circunstâncias já não ocorre qualquer tipo de instabilidade mecânica como a anteriormente referida.

O modelo de Thomson podia explicar fenómenos como a emissão de radiação, a dispersão de raios X e de luz visível, a absorção da luz, etc. a partir do movimento oscilatório dos electrões no interior do átomo, de acordo com a *electrodinâmica clássica*. Era, pois, um modelo dinâmico que, ainda hoje, pode ser visto como a teoria clássica do átomo<sup>1</sup> (aliás, se as cargas no átomo não estivessem em movimento acelerado não poderia haver emissão de radiação electromagnética).

<sup>1</sup> Refira-se que a descrição de agregados atômicos e metálicos — assunto da máxima actualidade, por onde passa hoje uma das fronteiras do conhecimento em física da matéria condensada — considera habitualmente, como ponto de partida, o chamado "modelo de geleia". Segundo este modelo, os iões são descritos classicamente de forma aproximadamente igual ao átomo de Thomson, i.e. são porções esféricas de matéria homogênea com carga positiva.

O seu autor e muitos outros cientistas da época encararam o modelo bastante a sério ao ponto de se terem realizado numerosos estudos quantitativos baseados nele. Viria, contudo, a ser questionado, por força dos resultados das experiências levadas a cabo por Marsden e Geiger e orientadas por Ernest Rutherford, de dispersão de partículas  $\alpha$  e  $\beta$  por finíssimas folhas metálicas. Estas experiências foram realizadas por volta de 1909, e conduziram, como é bem conhecido, ao estabelecimento do "átomo nuclear".

Como se disse, Nagaoka deslocou-se por esta altura (mais precisamente no último trimestre de 1910) à Europa, a fim de participar em duas conferências e visitar vários centros de investigação no Velho Continente, para melhor se inteirar dos progressos registados desde os seus tempos de estudante, cerca de quinze anos antes. O percurso de Nagaoka na Europa é conhecido com pormenor pois é descrito minuciosamente numa extensa carta que escreveu a Rutherford, em Fevereiro de 1911. Nessa missiva, Nagaoka agradece cordialmente a hospitalidade de Rutherford durante a sua visita a Manchester e relata assim a impressão que lhe deixou o equipamento experimental que estava a ser utilizado nas experiências de dispersão de partículas  $\alpha$ :

"... todos mostraram grande admiração pelos resultados esplêndidos obtidos com um equipamento tão simples. Parece-me que só um génio pode lidar com sistemas tão simples e obter resultados tão importantes que ultrapassam os que são obtidos com equipamentos mais complexos e delicados."

É de crer que Nagaoka tenha aproveitado o seu encontro com Rutherford para lhe referir as suas velhas ideias sobre a estrutura do átomo. Na ocasião dessa visita a hipótese de um modelo nuclear estava já experimentalmente confirmada. O artigo "The Scattering of  $\alpha$  and  $\beta$  Particles by Matter and the Structure of the Atom", onde Rutherford desenvolve o seu modelo atómico, seria publicado em Maio de 1911 no *Philosophical Magazine* e aí Nagaoka aparece citado a propósito do modelo atómico de Saturno. Refira-se, entretanto, que já em Março desse mesmo ano Rutherford publicara a nota "The Scattering of  $\alpha$  and  $\beta$  Rays and the Structure of the Atom", nos *Proceedings of the Manchester Literary and Philosophical Society*. Neste artigo, as ideias sobre a estrutura do átomo estavam já expostas claramente:

"...[considere-se] um tipo de átomo que consiste numa carga eléctrica central concentrada num ponto, rodeada por uma distribuição esférica e uniforme de carga eléctrica em quantidade igual mas de sinal contrário."

Note-se que o modelo de Rutherford já não era um simples modelo intuitivo, como foram os de Thomson ou Nagaoka. Havia uma experiência crucial que fundamentava o modelo de átomo nuclear. Saliente-se também

que, ao longo deste século, a célebre experiência de Rutherford acabaria por ser "repetida" inúmeras vezes, agora noutros contextos, no estudo da estrutura da matéria. Na verdade, fazendo incidir matéria contra matéria, e analisando os efeitos de tais colisões, vão-se conhecendo cada vez melhor os constituintes dessa matéria. Para dar um exemplo, refiram-se as experiências realizadas em finais na década de 60 no Stanford Linear Accelerator Center, nos E.U.A., de dispersão inelástica profunda de electrões por protões, em estreita analogia com a dispersão de partículas alfa em finíssimas folhas de ouro, e que revelaram, pela primeira vez, a existência de quarks e a sua distribuição no interior dos bariões alvo. E refiram-se também as experiências, já mais sofisticadas, de colisões em "voo", que diariamente se realizam nos aceleradores de partículas.

São conhecidos de todos os desenvolvimentos posteriores do modelo de Rutherford, levados a cabo por Bohr, e que culminaram no estabelecimento do "modelo planetário". Em Outubro de 1911, Niels Bohr, que concluíra o seu doutoramento em Copenhaga, rumara a Inglaterra a fim de trabalhar com J.J. Thomson. Cedo, porém, acabaria por se mudar para Manchester para trabalhar no florescente laboratório de Rutherford na questão da estrutura do átomo, onde encontraria um ambiente muito mais aberto às suas "estranhas" ideias.

Os resultados do labor de Bohr seriam publicados no *Philosophical Magazine* numa série de três artigos, todos intitulados "On the Constitution of Atoms and Molecules", que apareceram em Julho, Setembro e Novembro de 1913 e a que alguém já chamou "Grande Trilogia". As ideias de Thomson sobre a constituição do átomo estavam tão implantadas que perduraram durante algum tempo. Atente-se, por exemplo, no facto de o modelo de Rutherford, apesar de ter uma base experimental sólida, quase não ter sido mencionado no famoso Congresso Solvay de 1911, que reuniu as maiores sumidades da época e onde, aliás, Rutherford participou.

Bohr teve a amabilidade de enviar a Nagaoka os seus trabalhos sobre a constituição de átomos e moléculas. Em resposta, o físico japonês enviou-lhe um postal, datado de 27 de Dezembro de 1913, com o seguinte texto:

"Meu caro Senhor

Do coração lhe agradeço a amabilidade de me ter enviado vários trabalhos sobre a estrutura atómica; parece estar intimamente ligada com o átomo saturniano de que me ocupei há cerca de 10 anos.

Seu

Nagaoka"

A física estava a transpor um novo limiar e a geração seguinte havia de tomar o modelo de Bohr como ponto de partida para novas aventuras.

Sendo a ciência um grande empreendimento colectivo, o papel dos indivíduos é, por vezes, difícil de julgar.

Saber qual o impacto efectivo do modelo de Nagaoka exigiria uma investigação mais aprofundada. No entanto, fica este breve registo de um episódio pouco divulgado da história dos modelos atómicos que, de alguma forma, ilustra os mecanismos através dos quais se vai construindo o saber.

#### BIBLIOGRAFIA

- BADASH, Lawrence — "Nagaoka to Rutherford, 22 February 1911", *Physics Today*, Abril (1967)
- BOHR, Niels — "Sobre a constituição de átomos e moléculas", tradução para português dos artigos originais publicados no "Philosophical Magazine" in "Textos fundamentais de Física Moderna — II volume, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa (1969). Precedendo os artigos de Bohr o volume contém uma "Introdução", escrita por Léon Rosenfeld, que começa justamente com uma referência relativamente extensa aos sistemas saturnianos.
- CHADWICK, James (dir. científica) — "The collected papers of Lord Rutherford of Nelson", Vol. 2, George Allen & Unwin Ltd., Londres (1963)

- HEILBRON, John L. — "J. J. Thomson and the Bohr atom", *Physics Today*, Abril 1977
- HOLTON, Gerald — "The thematic origins of scientific thought", Harvard Uni. Press, Cambridge (Ma) (1988)
- NAGAOKA, H. — "Kinetics of a System of Particles Illustrating the Line and the Band Spectrum and the Phenomena of Radioactivity", *Philosophical Magazine* 7 (1904) 445
- ROSENFELD, Léon (Ed.), "Niels Bohr collected works", Vol. 1 e 2, North Holland, Amesterdão (1981)
- SEGRÉ, E. — "Les physiciens modernes et leurs découvertes", Fayard, Paris (1983)
- WEINBERG, Steven — "The discovery of subatomic particles", Freeman, Nova Iorque (1990)
- TATON, René (dir. científico) — "Histoire Général des Sciences", Tomo III, Vol. 2, Presses Univ. de France (1964)

**Manuel Fiolhais é Professor Auxiliar do Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra; Maria da Conceição Ruivo é Professora Associada na mesma Instituição.**

## O COMETA HYAKUTAKE

O sistema solar interior está actualmente a ser visitado por um cometa descoberto com um par de poderosos binóculos pelo astrónomo amador japonês Yuji Hyakutake a 30 de Janeiro de 1996 quando este ainda apresentava uma grandeza 10 e se localizava para além da órbita de Marte.

A imagem da capa foi obtida com o telescópio reflector f/10 do Centro de Astrofísica da Universidade do Porto que tem um espelho de 28 cm de diâmetro e está equipado com uma câmara CCD. Esta imagem foi obtida com um filtro-V na banda do visível (4800-7200 Angstroms) usando uma exposição de 10 segundos.

Apesar das condições atmosféricas adversas da noite e das dificuldades acrescentadas pela própria cidade devido ao excesso de poluição luminosa em especial das lâmpadas de iluminação pública ainda foi possível observar este cometa com algum detalhe. A cauda que é claramente visível nesta imagem resulta da passagem do cometa na vizinhança do Sol resultante do efeito conjugado do vento solar e pressão de radiação que alinham as partículas numa direcção radial e oposta à do Sol. Nesta imagem a cauda estende-se por cerca de 11 segundos de arco (1000 Km) para sudoeste até se confundir com o brilho do céu, enquanto se desloca para Norte (topo da imagem).

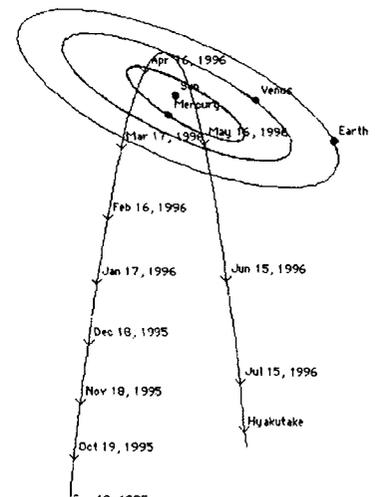
Os cometas apresentam uma região central muito brilhante (coma) que é composta por poeiras e gases e que resulta da sublimação das camadas superficiais do núcleo sólido composto maioritariamente por gelo, material rochoso e hidrocarbonetos. Este efeito será mais pronunciado na altura da passagem pelo Sol (periélio), tornando o cometa mais brilhante. Observações recentes indicam a presença de água pesada (H<sub>2</sub>O) numa taxa de 1:3600 relativamente à água normal (H<sub>2</sub>O), de acordo com o valor encontrado nos oceanos. No caso do cometa Halley esta taxa era do dobro. O diâmetro deste cometa foi estimado em

cerca de 1-3 Km usando ecos de radar e apresenta um período de rotação muito curto de 6.1 horas.

O diagrama mostra a posição do cometa nas várias datas assinaladas. A maior aproximação do cometa à Terra teve lugar no dia 25 de Março e a distância foi de 0.102 U.A. (15300000 Km), ou seja, cerca de um décimo da distância da Terra ao Sol. Ao aproximar-se do Sol, o cometa Hyakutake irá aumentar de brilho, atingindo uma grandeza 0 ou -1 aquando da passagem no periélio em 1 de maio. No entanto, o brilho do Sol irá dificultar a sua visibilidade ofuscando-o

Continuando a sua viagem interplanetária, o cometa deixará de ser visível do hemisfério Norte e passará ao hemisfério Sul, onde poderá ser acompanhado na sua provavelmente derradeira passagem pelo Sistema Solar ... É que o regresso do Hyakutake só terá lugar daqui a 18 mil anos!

Sendo o cometa mais brilhante dos últimos 20 anos serve como de anunciador da chegada do cometa Hale-Bopp que ao que se espera será um dos grandes acontecimentos astronómicos do próximo ano e que nesta altura se encontra para além da órbita de Júpiter a cerca de 6 U.A. (900 milhões de Km).



Amadeu Fernandes  
António Pedrosa

# O MÓDULO E A NORMA

A. J. COSTA e A. M. ROSA

Escola Secundária de Diogo de Gouveia em Beja

Tem surgido no ensino uma crescente confusão sobre a terminologia a adoptar relativamente a alguns aspectos formais da mecânica vectorial clássica. De facto, se alguns autores designam a medida ou intensidade do vector, como sendo o seu módulo, já outros indicam tratar-se da sua norma. A questão assume proporções graves quando, por vezes, os melhores alunos, que ao verificarem ser uma dessas notações a mais generalizada entre os diversos autores, a adoptam e são por isso penalizados.

Outro aspecto, porventura mais grave, inerente à existência de duas notações, são os conceitos alternativos que se geram, pois "se existe o módulo e a norma, então por certo que são dois conceitos distintos".

Alguns dos conceitos alternativos que é frequente encontrar em conversas sobre mecânica vectorial são, por exemplo, os seguintes:

1 — O módulo é o valor do vector, definido em função do seu sentido e a norma é o módulo do módulo do vector;

2 — O módulo é a medida física do vector e a norma é o seu valor absoluto (adimensional).

3 — O módulo de um vector não existe.

4 — Em Física, não se pode utilizar a norma de um vector.

Relativamente aos conceitos alternativos referidos em 3 e 4, atente-se que tanto o módulo como a norma, são aceites cientificamente<sup>(1)</sup>.

Para esclarecimento, torna-se necessário verificar as definições de ambos os conceitos, para verificar se existe qualquer discrepância entre elas.

O módulo de um vector é definido, unicamente (seja na Física ou na

Matemática), como sendo a raiz quadrada da soma dos quadrados dos seus componentes<sup>(2-11)</sup>, o que para um vector  $\mathbf{x}$ , de componentes  $x_i$ , se traduz por

$$|\mathbf{x}| = (\sum_i x_i^2)^{1/2}$$

Certos autores, embora utilizando a notação de módulo e aceitando a definição anterior, apenas designam tal medida por magnitude<sup>(12)</sup>. Note-se que o módulo de um vector, embora seja definido como tal por alguns matemáticos, é essencialmente aplicado em Física.

A norma de um vector, por seu turno, é definida, em Álgebra, como sendo uma função  $\|\cdot\|$  de  $\mathbb{R}^n$  em  $\mathbb{R}$ , que verifica as seguintes condições<sup>(13-16)</sup>:

- (i)  $\|\mathbf{x}\| \geq 0$ , para todo o  $\mathbf{x} \in \mathbb{R}^n$ ;
- (ii)  $\|\mathbf{x}\| = 0$  sse,  $\mathbf{x} = (0, 0, \dots, 0)$ ;
- (iii)  $\|\alpha\mathbf{x}\| = |\alpha| \|\mathbf{x}\|$ , para todo  $\alpha \in \mathbb{R}$  e todo o  $\mathbf{x} \in \mathbb{R}^n$ ;
- (iv)  $\|\mathbf{x} + \mathbf{y}\| \leq \|\mathbf{x}\| + \|\mathbf{y}\|$ , para todo o  $\mathbf{x}, \mathbf{y} \in \mathbb{R}^n$ ;

Assim, a norma de um vector pode ser definida a partir de uma multiplicidade de funções, das quais se destacam as normas  $L_p$ , definidas pela expressão

$$\|\mathbf{x}\|_p = (\sum_i x_i^p)^{1/p}$$

da qual a norma euclidiana ou norma  $L_2$ , definida por

$$\|\mathbf{x}\|_2 = (\sum_i x_i^2)^{1/2}$$

é um caso particular. Note-se inclusivamente, que à medida que  $p$  tende para infinito, a coordenada de maior módulo torna-se dominante, e a norma  $L_\infty$  vem

$$\| \mathbf{x} \|_\infty = \max |x_i|$$

Do exposto, verifica-se que na mecânica clássica apenas será correcta e possível a aplicação da norma euclidiana, já que uma utilização do conceito geral de norma, que é muito mais vasto, se traduz por resultados erróneos, que não são compatíveis com as leis gerais da mecânica clássica.

Obviamente que a restrição aplicada à mecânica clássica poderá não ser extensiva a outras áreas da Física onde eventualmente poderão ser definidas leis aplicando outros tipos de normas. Assim, deve tornar-se claro, que à luz das duas definições temos que o módulo do vector é igual à norma euclidiana e apenas a esta, ou seja

$$| \mathbf{x} | = \| \mathbf{x} \|_2 = (\sum x_i^2)^{1/2}$$

Por uma questão de facilidade de notação, como normalmente efectuado, pode ser definido que  $\| \mathbf{x} \|_2 = \| \mathbf{x} \|$ , mas deve no entanto fazer-se notar que a norma euclidiana é apenas um caso particular das normas da Matemática, e particularmente ao nível do ensino, indicando claramente que ela é perfeitamente equivalente ao módulo do vector. Note-se que é aceite ainda a igualdade<sup>(1)</sup>.

$$x = | \mathbf{x} | = \| \mathbf{x} \|$$

mas deve ter-se o cuidado ao utilizar esta notação no ensino em distinguir claramente quando se está falando do módulo ou norma do vector ou quando se está falando dos componentes de um vector.

Em termos normativos<sup>(17)</sup>, a ser respeitados em Portugal, para a medida do vector  $\mathbf{a}$  são apresentados os símbolos  $\mathbf{a}$  ou  $|\mathbf{a}|$ , aceitando-se ainda, por ser por vezes usado, o símbolo  $\|\mathbf{a}\|$ .

Assim, à face do que até aqui foi exposto, conclui-se que, nas Ciências Físicas, para os efeitos práticos habituais, e quando referidos a vectores, os termos "módulo de  $\mathbf{x}$ " e "norma de  $\mathbf{x}$ " são perfeitamente equivalentes, bem como os símbolos  $|x|$  e  $\|x\|$ .

#### BIBLIOGRAFIA

- 1—ALMEIDA, G., Sistema Internacional de Unidades (SI). Grandeza e Unidades Físicas terminologia, símbolos e recomendações, p. 182, Plátano Editora, Lisboa, 1988.

- 2—ÍNDIAS, M. A., Curso de Física, McGraw-Hill, Portugal, 1992.
- 3—PAULI, R., MAJORANA, F., HEILMANN, H., CHOHOI, C., Física 1, Mecânica, EPU, S. Paulo, 1978.
- 4—ALONSO, M., FINN, E., Física, um curso universitário, Vol. I — Mecânica, Ed. Edgard Bluecher, Lda, S. Paulo, 1972.
- 5—SILVA, L., VALADARES, J., Manual de Física-Mecânica, 12.º Ano, Didáctica Editora, Lisboa, 1994.
- 6—MARTINHO, E., OLIVEIRA, J., FORTES, M., Matemática para o Estudo da Física, F. C. G., Lisboa, 1985.
- 7—SWOKOWSKI, E. W., Cálculo com Geometria Analítica, Vol. 2, McGraw-Hill, S. Paulo, 1983.
- 8—BEER, F., JOHNSTON, Jr., E., Mecânica Vectorial para Engenheiros-Estática, p. 75, McGraw-Hill, 5.ª Edição, S. Paulo, 1994.
- 9—SEARS, F., ZEMANSKY, M., Física, Mecânica — Vol.1, Livros Técnicos e Científicos Editora, S.A., Rio de Janeiro, 1979.
- 10—TIPLER, P. A., Física, Vol. 1, Ed. Reverté, Lda, Spain, 1978.
- 11—MURDOCH, D. C., Geometria Analítica, Livros Técnicos e Científicos Editora, S.A., 2.ª Ed., Rio de Janeiro, 1978.
- 12—BENSON, H., University Physics, John Wiley & Sons, Inc., U.S.A., 1991.
- 13—BURDEN, R. L., DOUGLAS, J., Res, S.A.I., Kent, T.W.S., Publ. Company, Boston, 4<sup>th</sup> Ed., 1988.
- 14—APOSTOL, T. M., Calculus, Vol. 2, Ed. Reverté, 2.ª Ed., Barcelona, 1980.
- 15—CONTE, S. D., BOOR, C., Elementary Numerical Analysis, An Algorithmic Approach, McGraw-Hill, Int. Ed., 3rd Ed., Singapura, 1981.
- 16—SCHEID, F., Análise Numérica, 2.ª Ed., McGraw-Hill, Portugal, 1991.
- 17—Norma ISO 31-11:1992 — Quantities and units — Part II: Mathematical signs and symbols for use in the physical sciences and technology.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Doutor Carlos Dias, do Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. Este artigo é dedicado à Eng.ª Ana Maria Batalha e ao Dr. António Rebolo Bento, pelo gosto que nos incutiram pelo ensino da Física.

**A. J. Costa e A. M. Rosa são professores efectivos na Escola Secundária de Diogo de Gouveia em Beja.**

# OS NOVOS PROGRAMAS DE FÍSICA

## QUESTÕES DE PERSPECTIVA

JOSÉ ALBERTO SILVA

Escola Secundária Marquês de Pombal  
Rua Alexandre Sá Pinto, 1300 Lisboa

**A aplicação dos novos programas de Física para o ensino secundário implica uma revisão de perspectivas e uma contextualização dos conteúdos adoptados. Tudo isto deve ser acompanhado por um processo de formação e informação dos, e aos, respectivos professores. Este artigo pretende ser uma pequena contribuição para tal reflexão.**

Na aplicação dos novos programas de Física para o ensino secundário, torna-se fundamental que os professores tomem consciência, pela análise da sua própria prática pedagógica (definição de estratégias, objectivos, avaliação, etc.), do seu posicionamento face aos conteúdos, à filosofia, aos objectivos e às metodologias que i(n)formam os respectivos programas.

Novos programas de ensino — e não programas de um novo ensino — significam novas perspectivas e outros olhares sobre o mesmo. Os sinais desta evidência podem ser encontrados não só nos próprios programas mas também nas sugestões metodológicas que inicialmente os acompanhavam e que foram distribuídas a todas (?) as escolas. Os mesmos conteúdos programáticos adoptados em programas anteriores, para além de eventuais acrescentos de novos temas, são agora tratados e considerados de maneira diferente: novos encadeamentos e relações, ligações e associações, vão agora perspectivar os mesmos conteúdos a uma outra luz e torná-los diferentes, enquanto objectos de ensino.

Os novos programas de Física para o ensino secundário devem significar, também, alteração das velhas rotinas e construção de outras novas, re-elaboração de problemas e contextualização de conceitos, reorganização de estratégias e reformulação de sequências e de unidades de

aprendizagem, tudo isto caldeado por uma ideia estruturante: a de que o ensino-aprendizagem busca o seu sentido e encontra-o nessa espécie de viagem afectiva e intelectual entre a construção e a desconstrução, nesse conflito de carácter fundamental entre as ideias prévias e pré-científicas (a desconstruir) e as ideias científicas (a construir) que o professor põe à disposição do aluno.

Para além desta reperspectivação de conteúdos que cada novo programa comporta, para além da questão pedagógica que (in)conscientemente se reflecte na atitude do professor na aula, na sua relação com o aluno e com a própria disciplina, há uma outra, que tem a ver com a natureza da própria Física enquanto objecto de ensino e aprendizagem.

Os conceitos e leis Físicas constituem-se como um imbricado de ideias, imagens, palavras e frases (o significado físico da coisa), articuladas em símbolos, expressões e fórmulas matemáticas diversas (a matemática da coisa), segundo regras, processos e formas também diversas. Do ponto de vista físico, cada um daqueles elementos só atinge o seu pleno sentido na sua relação com os outros e não isoladamente. Os conceitos e leis físicas são físico-matemáticos. A tentação em que muitas vezes caímos na nossa prática pedagógica, pelas mais variadas e inocentes razões tais como, por exemplo, a formação do próprio professor

ou até a sua insegurança, é a de acentuarmos um daqueles aspectos em detrimento do outro. Os conceitos e leis físicas só são ensináveis enquanto físico-matemáticos. Ao realçarmos a vertente físico-verbal e qualitativa em detrimento da matemática caímos no logro dum ensino dileitante, muito contente consigo mesmo, muito livresco, mas muito pouco produtivo; por outro lado, uma prática excessivamente numérica ou formulária esvazia o conceito ou lei do seu conteúdo propriamente físico, com o perigo adicional da aridez, do tédio e da incompreensão se instalar na relação do aluno com a própria Física. A preparação e formação científico-pedagógica do professor revela-se fundamental para que ele possa tornar-se sensível a este tipo de questões.

Os manuais utilizados pelos alunos pecam, às vezes, pela falta de perspectivação da Física que veiculam e os professores, ao acentuarem a sua preparação das aulas nos manuais e descuidarem esse fundamental instrumento de trabalho que é o texto do novo programa e as respectivas sugestões metodológicas, estão a prolongar para a aula esse erro de perspectiva.

A gestão dos novos programas não se compadece com eventuais e posteriores purgas de partes do seu conteúdo global, feitas de maneira avulsa e desprovidas de critério visível: quer tenham a chancela oficial do ministério, quer sejam feitas no isolamento de cada escola e a que cada professor está muitas vezes votado. Um programa está sempre provido de um fio condutor e conceitos fundamentais que aí se entrelaçam, através de processos de progressão e relacionamento, por vezes não muito aparentes, e que só uma troca de formação e de informação coordenada, feita com, pelos e para os professores pode dar conta. Há pois que harmonizar os critérios de gestão dos programas, torná-los racionais e explicitar-lhe os percursos de modo a que não se chegue ao fim do ano com a desagradável surpresa de os exames pedirem algo que não foi considerado ao longo de todo o ano lectivo.

A troca de experiências, de sugestões, de métodos e de processos de avaliação, os encontros e as comunicações, quer presenciais, quer via postal, nas escolas e entre as escolas, através dos seus professores e com os autores dos programas e outros especialistas, são o único processo de tornar coerente e de dar algum sentido à aplicação dos novos programas de Física para o ensino básico e secundário.

A formação-informação dos professores de Física não se inicia nem acaba no estágio, na profissionalização, ou na contabilização aleatória de créditos. O lançamento destes programas constitui um dos muitos e bons pretextos disponíveis para o efeito. Por enquanto, ainda estamos a tempo de corrigir a trajectória.

José Alberto Silva é professor efectivo do 4.º Grupo-A na Escola Secundária Marquês de Pombal.

## — PROGRAMA FOCO —

### Processo de acreditação da Sociedade Portuguesa de Física como Centro de Formação

Caro(a) Colega,

Como é do seu conhecimento, a Sociedade Portuguesa de Física tem, desde há muito, procurado apoiar os sócios, em particular os professores (mesmo não sócios) nas vertentes *informação e formação científica*, na medida das suas possibilidades. Para isso tem promovido palestras e acções de formação de pequena duração. Estas constituíam, até há pouco, para os professores de Física do Ensino Secundário, quase a única fonte de apoio à sua actividade docente.

Com o regime jurídico que institucionalizou a realização de cursos de formação contínua, financiados pelo programa FOCO, permitindo a progressão na carreira, a situação alterou-se. A solicitação às acções de formação organizadas pela SPF diminuiu e surgiram solicitações de outro tipo. Vários centros de formação pretendiam colaboração da Sociedade para cursos em Centros de Formação. Devido à legislação existente e à natureza jurídica da Sociedade Portuguesa de Física não foi possível dar resposta a este tipo de solicitações.

Actualmente a legislação permite que a SPF seja creditada como centro de formação. Como a SPF vive dos e para os sócios, isto é, as acções serão organizadas em função das necessidades e interesses dos sócios e ministrados essencialmente por sócios, solicitamos-lhe que preencha e devolva, *com urgência*, a folha de resposta, de modo a que, tendo o "sentir" dos sócios da SPF, seja possível organizar (ou não) o processo de acreditação da Sociedade Portuguesa de Física como entidade formadora bem como o plano de formação.

Lisboa, 15 de Abril de 1996

Com os agradecimentos antecipados,  
pela colaboração prestada  
A Coordenadora da Divisão Técnica  
de Educação da SPF

Maria das Mercês Sousa Ramos

Nota: Por favor envie a sua resposta até (no máximo) **8 de Maio de 1996**, para  
Sociedade Portuguesa de Física  
Divisão Técnica de Educação  
Avenida da República, 37 - 4.º  
1050 Lisboa

## O que há de novo?

Nesta secção são apresentadas notícias e curtos resumos sobre recentes descobertas em Física e áreas afins, ideias novas que surgem, progressos experimentais com impacto na sociedade, etc.

Procurar-se-á também efectuar uma cobertura selectiva do noticiário que vai aparecendo em revistas de actualidade.

### Hidrogénio metálico

Todos os anos em Março realiza-se a maior conferência do Mundo: o *March Meeting* da American Physical Society, que nos últimos anos tem reunido cerca de 5000 físicos e quase outras tantas comunicações. O *March Meeting* trata principalmente de Física da Matéria Condensada e Física dos Materiais, existindo um *April Meeting* que trata principalmente de Física Nuclear e das Altas Energias. Ambos os encontros têm conferências convidadas, sobre tópicos de maior actualidade, e um número impressionante de sessões orais de dez minutos. (Conta a lenda que um dia, há muito tempo mas não se sabe bem quando, um pistoleiro apontou uma arma ao "chairman" porque não tinha sido escolhido para fazer uma comunicação oral; agora todos falam e ninguém ameaça).

Este ano o *March Meeting* teve lugar em St. Louis e um dos anúncios de maior impacto foi o da descoberta por investigadores do Livermore National Laboratory do hidrogénio metálico, um dos objectivos deste há muito prosseguidos pelos físicos de altas pressões e, mais em geral, pelos físicos da matéria condensada. Com efeito, o hidrogénio sob a forma metálica era um dos "Santo Graais" da Física. Era previsto pela teoria de forma categórica (à temperatura ambiente, aumentando a pressão o hidrogénio passa primeiro a líquido e depois a sólido; é bem sabido que próximo do zero absoluto e à pressão normal o hidrogénio é líquido) mas a teoria não conseguia indicar de forma precisa a pressão a que teria lugar a transição para metal. Por outras palavras, o diagrama de fases do hidrogénio, como da maior parte dos elementos, não é bem conhecido para regimes de pressão extrema. Um dos problemas teóricos é a necessidade de tratar ao mesmo tempo, e num formalismo quântico, tanto prótons como electrões, dada a elevada energia do ponto zero dos prótons. Experiências extremamente laboriosas tinham conseguido comprimir hidrogénio a baixas temperaturas numa célula apertada por pontas de diamante e identificar algumas modificações das propriedades físicas (por exemplo, ópticas), mas a mudança final para um estado com condutividade, indicativa da circulação livre dos electrões permanecia evasiva. Tinha-se alcançado uma pressão de 2 megabars (2 milhões de atmosferas) sem sinais claros do estado metálico (que, teoricamente, deveria ocorrer para uma pressão de 1,5 a 3 megabars). Havia um ambiente de competição entre vários laboratórios. Era justo o nome de "alcalino renitente" que o físico teórico da Universidade de Cornell Neil Ashcroft chamou ao hidrogénio num recente número da "Physics World" dedicado ao hidrogénio.

O que fizeram os investigadores de Livermore (sítio famoso pela sua associação ao defunto projecto reaganiano da "Guerra das Estrelas"? Samuel Weir e Arthur Mitchell apresentaram os pormenores da sua experiência e os resultados em St. Louis, estando um artigo em curso de publicação na "Physical Review Letters". Não se tratou de uma experiência numa célula com diamantes mas de algo que mais parece da "Guerra das Estrelas": uma arma enorme disparava uma placa metálica a uma velocidade de 25 000 km/h para um alvo fixo. No alvo existia uma fina camada de hidrogénio líquido (0,5 mm), onde se formava uma onda de choque devido ao impacto do projectil. As medidas da condutividade deram a entender que a pressões entre 0,9 e 1,8 megabars o hidrogénio metalizava (a temperatura era de cerca de 3000 K). Tinha-se uma condutividade semelhante à do céσιο ou rubídio líquidos. O hidrogénio parece alinhar finalmente na coluna dos alcalinos, embora de facto seja um alcalino muito especial. Permanece ainda por explicar porque é que nas experiências realizadas a baixas temperaturas o novo estado não foi ainda visível.

A descoberta tem aplicações astrofísicas notáveis, nomeadamente na interpretação da constituição interna de Júpiter. O maior planeta do Sistema Solar deve ter na maior parte do seu interior hidrogénio metálico. Não deixa de ser curioso que, quase ao mesmo tempo que uma "sondazinha" largada da sonda "Galileu" descia na atmosfera violenta de Júpiter trazendo novos dados sobre o planeta (acontecimento que teve lugar em Dezembro de 1995; ver software do projecto "Softciências" da SPF, SPQ e SPM), se "fabricava" na Terra matéria igual à que há no interior de Júpiter!

C. Fiolhais

(sobre a descoberta do hidrogénio metálico, ver *Science*, 22 de Março de 1996)

### Anti-hidrogénio

Correu há pouco tempo pelos cabeçalhos dos jornais a notícia de que se tinha feito anti-matéria no LEAR (*Low Energy Antiproton Ring*), um dos anéis aceleradores do CERN. A notícia foi anunciada pelo CERN em 4 de Janeiro, e como é costume, naquele laboratório, deve-se a uma vasta equipa de físicos de várias universidades, liderada pelo alemão Walter Oelert, do KFA (Instituto de Física Nuclear) de Juelich, Bona. Do ponto de vista teórico, não há nada de especial. A existência de antipartículas e portanto de antimatéria está prevista desde que foi proposta a equação de Dirac. Do ponto de vista experimental, tratou-se de aproveitar os antiprótons no anel de colisão fazendo-os colidir com átomos de xénon. Os átomos de anti-hidrogénio formados andaram 10 m antes de colidirem com uma "bateria" de detectores. Existiram durante 37 nanosegundos. Foi possível identificar sem ambiguidade 11 anti-átomos. Uma vez que o anel LEAR vai ser fechado no fim de 1996, a confirmação da experiência deve ser realizada no Fermilab, nos Estados Unidos. Sobre a

dificuldade e o significado da experiência, o melhor é dar a palavra directa ao responsável alemão, numa entrevista recente a "DAAD Letter", revista distribuída aos bolsiros e ex-bolsiros do Serviço Alemão de Intercâmbio Académico. Note-se a clareza com que Oelert comunica o seu trabalho.

P — Porque é que é difícil unir o antiprotão com o positão para dar o átomo de anti-hidrogénio?

R — A dificuldade está em que os constituintes têm uma ligação bastante débil. A energia de ligação é cerca de 13 eV. Mas os antiprotões no acelerador têm uma energia muito maior, de alguns GeV, é um factor de um milhar de milhão.

P — Isso quer dizer que para que os antiprotões e positões se possam juntar, têm de ter não apenas a mesma velocidade mas também de caminhar no mesmo sentido? Parece difícil.

R — Exacto. Por isso fizemos uma experiência de "força bruta". Fizemos colidir  $5 \times 10^{12}$  antiprotões com átomos de xenon. No processo são trocados fotões que directamente se transformam em pares electrão-positão. Desta maneira são criados alguns milhões de positões, e destes só cerca de 30 se devem unir aos antiprotões. Apenas detectámos um terço, devido a limitações do nosso detector.

(...)

P — Decerto que os físicos estão agora interessados em saber se uma maçã feita de antimatéria também cai para a Terra tal como a maçã de Newton?

R — Sim, mas para isso teríamos que melhorar muito a nossa experiência. Nós só queríamos evidenciar a existência de anti-hidrogénio.

P — Theodor Haensch, do Instituto de Óptica Quântica, de Munique, quer construir uma "ratoeira" electromagnética, onde possa armazenar antipartículas. O que é que acha desta proposta?

R — Se conseguir colocar anti-átomos de hidrogénio nessa ratoeira no vácuo absoluto, eles devem viver tanto tempo como os átomos de hidrogénio normais.

P — Como é que poderíamos então conhecer o comportamento da antimatéria no campo de gravidade da Terra?

R — Pode-se comparar a espectroscopia de átomos de hidrogénio e de anti-hidrogénio. As linhas espectrais devem estar desviadas muito pouco. Há ainda uma experiência famosa de Einstein, que propôs em 1911 examinar o espectro de hidrogénio em campos gravíticos de diferente intensidade. É difícil, mas pode-se usar o facto da órbita da Terra ter uma elipse. São, portanto, diferentes os campos gravíticos quando a Terra está mais perto e quando está mais longe do Sol. Mas, para fazer esta experiência, tínhamos de ter anti-hidrogénio totalmente imóvel na tal ratoeira. Estamos ainda distantes dessa possibilidade.

P — O anel LEAR vai ser encerrado. Será o fim das experiências com anti-hidrogénio? Como vê o futuro do seu trabalho?

R — Eu queria estabelecer uma colaboração para colocar o anti-hidrogénio na ratoeira e fazer espectroscopia. Mas, para isso, precisamos de espectroscopistas e de especialistas em campos magnéticos — não faz nenhum sentido o meu grupo ir reinventar a roda.

P — Acha possível fazer anti-átomos de hélio, lítio e elementos mais pesados?

R — Em teoria sim, na prática não. Para fazer anti-hidrogénio já utilizámos a quantidade de antiprotões que o CERN

produz durante 2 semanas. Se quiséssemos fazer anti-hélio, tínhamos de ter um núcleo com 2 antiprotões e 2 antineutrões e uma nuvem de 2 positões. A probabilidade de produzir isso numa colisão é milhões de vezes mais baixa do que no caso do anti-hidrogénio. Pode pensar quanto tempo levaria a fazer anti-hélio com os métodos actuais.

P — Então, a antimatéria nunca existirá à superfície da Terra?

R — Não, a antimatéria nunca existirá. Nenhum de nós a poderá morder!

C. Fiolhais

(sobre a descoberta dos anti-átomos de hidrogénio, ver "Physics Today" de Março de 1996, e DAAD Letter, Maerz 1996)

## Novo elemento químico

No GSI, Sociedade para a Investigação de Iões Pesados, sediada em Darmstadt, na Alemanha, foi descoberto em Fevereiro passado um novo elemento químico, o elemento 112 (ainda sem nome). O elemento foi produzido na colisão de iões de zinco com iões de chumbo no acelerador de Darmstadt e foi realizada por uma equipa internacional (Alemanha, Rússia, Finlândia e Eslováquia), que há vários anos prossegue o alargamento da tabela periódica. Já tinha sido da responsabilidade desse grupo a produção há cerca de um ano dos elementos 110 e 111 (também ainda sem nome; aliás a questão do nome dos elementos mais pesados tem sido assunto de muita disputa e não parece que venha a ser resolvido a contento de todos).

O elemento 112, do qual só foi detectado um único átomo, deve ter as propriedades químicas do zinco uma vez que se situa na mesma coluna da tabela periódica. Trata-se de um "irmão mais pesado" do zinco mas com um tempo de vida muito mais curto (há um isótopo estável de zinco e não há nenhum de 112). Dado o carácter radioactivo do 112, que é comum aos elementos com número atómico superior a 83, a evidência para a sua produção é apenas indirecta. Detectaram-se os produtos de uma cadeia de decaimento, cuja origem só pode ser atribuída ao 112.

A investigação nesta área está a aproximar-se do elemento 114, que, de acordo com previsões teóricas bem fundamentadas, deve ter uma estabilidade especial. Com efeito, 114 é um número mágico de protões, que deve ser suficiente para contrariar o efeito de repulsão da força coulombiana. Os físicos nucleares teóricos falam desde os anos sessenta de elementos superpesados, pelo menos duas "ilhas de estabilidade" especial que devem existir no "mapa" (N, Z) dos isótopos, no meio de um "oceano de instabilidade", e afastadas da "península de estabilidade". Mas a experiência nunca os revelou até agora. Procuraram-se no laboratório e por todo o lado da Natureza (inclusive em meteoritos, rochas lunares, etc.) sem serem encontrados. Seria um dos grandes triunfos do modelo de gota líquida e do modelo em camadas da Física Nuclear que finalmente fosse encontrado, numa reacção particular, o elemento 114...

C. Fiolhais

## A FÍSICA NO DIA-A-DIA

*A Física no dia-a-dia*, Rómulo de Carvalho, Relógio de Água, 1995 (com prefácio de José Mariano Gago)

A publicação do livro "A Física no Dia-a-Dia" só pode ser saudada de forma entusiástica. Com efeito, se é inteiramente justo que as obras de divulgação de Rómulo de Carvalho (nome verdadeiro do poeta António Gedeão), que influenciaram toda uma geração de professores e estudantes de ciências, sejam conhecidas das gerações actuais, deve acrescentar-se que esta obra particular é uma das mais relevantes.

Trata-se de reeditar num só volume e com novo título dois volumes que saíram na falecida Atlântida Editora ("Física para o Povo", Coimbra, 1968) e que hoje não estão acessíveis ao público de forma fácil e generalizada. As novas gerações saberão decerto, tal como as anteriores, apreciar a clareza, informalidade e escuriteza de estilo com que o autor consegue transmitir conceitos de Física que nem sempre são fáceis. O leitor é tratado, elegantemente, por "meu amigo", sendo difícil que um leitor não sinta quanto esta designação é fraterna e não a saiba merecer, por meio da leitura atenta e agradecida. A comunidade cultural, pedagógica e científica portuguesa, pesem embora algumas manifestações explícitas que só honram quem as pratica, ainda não prestou a devida justiça à notável obra de Rómulo de Carvalho, que, num tempo em que a divulgação da ciência não era "moda", soube fazê-la com indiscutível sucesso. A presente publicação servirá, estou certo, para remir uma dívida intelectual partilhada por muitos "amigos" do autor, isto é, leitores agradecidos.

Por outro lado, o escrito poderá ser útil aos novos curiosos da ciência, jovens ou menos jovens, que se interessem por um assunto que não tem sido dos mais glosados na literatura de divulgação científica — a ligação da

ciência, no caso particular a Física, ao quotidiano dos cidadãos. É que a ciência, apesar do carácter hermético que lhe é atribuído por muito boa gente, mais não faz do que formular compreensões humanas do mundo à nossa volta, compreensões essas que, para o serem, devem cumprir o simples critério de serem compreendidas. Rómulo de Carvalho escreve, no prefácio (de 1968), que um sábio encontraria com certeza muitos motivos de censura a propósito do conteúdo e acrescenta: "*E tinha razão. Mas não se preocupe com isso. Isto é só para o meu amigo. Quando tiver vagar pegue no livro e entretenha-se a ler.*" O autor efectua um esforço de comunicação com o cidadão comum, o não-sábio, sem se ater demasiado ao rigor que neste contexto pode ser "rigor mortens". Coloca-se assim na posição dos modernos divulgadores científicos que consiste em oferecer histórias, imagens e conteúdos da ciência mais para ocupação dos tempos livres das pessoas do que numa atitude doutoral ou, pior ainda, catedrática à maneira antiga.

José Mariano Gago ao escrever (em 1992) um prefácio para esta reedição redime, na parte que lhe toca, a dívida pública para com Rómulo de Carvalho. Esse gesto é natural no percurso que tem vindo a efectuar em favor da causa científica em Portugal, uma causa que, com as dificuldades conhecidas, começa a produzir alguns efeitos mas que tem necessariamente de produzir muitos mais, se queremos alcançar os níveis dos países mais civilizados.

Finalmente, duas palavras de simpatia. Uma para a jovem editora "Relógio de Água", cujo interesse pela ciência se espera que prossiga. O livro em apreço integra-se na colecção "Ciência" daquela editora, que foi inaugurada com "Ciência com Balões", também de Rómulo de Carvalho (ver "Gazeta da Física", vol. 16, fasc. 3, 1993, p. 29). Outra para o Instituto da Biblioteca Nacional e do Livro e para o Instituto Camões, que bem fazem em apoiar a edição de livros de ciência quando eles, como é o caso, têm elevada qualidade.

Carlos Fiolhais

Continuando uma tradição da "Gazeta de Física", que não tem primado pela regularidade, vão neste espaço ser recensados livros sobre Física que nos forem chegando. Agradecem-se aos editores, autores e leitores os contributos, de vários tipos, que entenderem por bem fazer para que este espaço seja partilhado.

### Contacto:

Carlos Fiolhais  
Departamento de Física da Universidade de Coimbra,  
3000 Coimbra  
Tel. (039) 410624  
Fax (039) 29158  
E-mail Tcarlos at hydra.ci.uc.pt

## ACORDO COM A EDITORA GRADIVA

A Sociedade Portuguesa de Física mantém um acordo com a editora Gradiva, que permite aos sócios a aquisição de algumas obras daquela editora em condições especiais (ver p. 31 da "Gazeta de Física", vol. 17., fasc. 3, 1994). A editora (Gradiva, R. Almeida e Sousa, 21 R/C Esq., 1300 Lisboa) pode fornecer catálogos com a indicação actualizada de preços.

Duas das edições mais recentes da Gradiva são as seguintes:

**"Nuvens numa Caneca de Cerveja. Experiências Simples de Física Atmosférica"**, Craig F. Bohren, col. Aprender/Fazer Ciência, Gradiva, 1996 (prefácio de Jearl Walker).

Conjunto de experiências muito interessantes sobre Física Atmosférica, a Física dos fenómenos meteorológicos. Que um físico pode saber meteorologia mesmo sem ter consciência disso é testemunhado pela experiência pessoal do autor. Vem relatada na Introdução de forma pitoresca. Bohren queria em pequeno ser físico teórico ("manipulador de símbolos cabalísticos", como ele diz). Mas os designios do mercado de trabalho são insondáveis. Um dia quando estava à procura de trabalho cruzou-se com o director do Instituto de Física Atmosférica da Universidade de Arizona, EUA. "Perguntou-me se gostaria de ali ensinar meteorologia elementar (...). Expliquei-lhe que nada sabia de meteorologia. 'Não faz mal', respondeu-me impassível, 'os alunos também não'. E foi assim que em Setembro ouvi pela primeira vez falar de meteorologia — da minha própria boca." Hoje, Bohren é um dos melhores divulgadores de Física Atmosférica!

**"Einstein Viveu Aqui"**, Abraham Pais, col. Ciência Aberta, Gradiva, 1996.

O livro abre com uma frase desconcertante de Einstein em 1994: "Por que razão ninguém me compreende e toda a gente gosta de mim?". Abraham Pais é um dos melhores historiadores de ciência do nosso século, tendo conhecido Einstein pessoalmente. Os tradutores, A. M. Marques e J. Landeck, são jovens físicos na Universidade de Coimbra. Este volume é companheiro de um outro, "Subtil é o Senhor", número 59 da mesma colecção "Ciência Aberta", que é a mais completa biografia intelectual de Einstein e que foi justamente considerado o melhor livro norte-americano em 1982. Têm a mesma qualidade e foram feitos com o mesmo rigor. A presente obra complementa a anterior na medida em que fornece elementos mais pessoais da biografia de Einstein, alguns dos quais muito pouco conhecidos. Vale a pena transcrever a recensão (agora, ligeiramente revista) de "Subtil é o Senhor", publicada na revista "Visão" em 6 de Maio de 1993, na qual se explica o título "Einstein Viveu Aqui".

## SUBTIL É O SENHOR

**"Subtil é o Senhor. Vida e Pensamento de Albert Einstein"**, Abraham Pais, col. Ciência Aberta, Gradiva, 1992, tradução (excelente) de Fernando Parente e Viriato Esteves, professores do Departamento de Física da Faculdade de Ciências de Lisboa.

Podem classificar-se os génios de acordo com a geografia do seu reconhecimento: há-os, muitos, paroquiais, e outros, muito poucos, cujo nome pode promover o planeta perante hipotéticos extraterrestres. Assim, um cartoonista não hesitou em identificar o planeta Terra, na imensidão do espaço sideral povoada por milhentos astros, com a placa: "Einstein Viveu Aqui".

Faltava aos habitantes deste planeta uma biografia completa e autorizada sobre o físico que de técnico de terceira classe numa obscura repartição de patentes em Berna se transformou numa figura mítica, de cavaleira branca e esparsa, olhos encovados, bigode bondoso, camisola de lã e sandálias. O livro foi escrito por Abraham Pais, que soma ao conhecimento da física deste século o convívio pessoal com Einstein. A conclusão vem logo no início: "Nem sequer sei o que é uma caracterização geral e completa do que é um génio, excepto que é mais do que uma forma extrema de talento e que os critérios para definir um génio não são objectivos. Noto, com alívio, que o caso de Einstein causa menos celeuma do que o de Picasso e muito menos do que o de Woody Allen; deste modo, declaro que, em minha opinião, Einstein era um génio."

Está lá tudo o que o leitor, naturalmente curioso sobre o fenómeno da genialidade, sempre quis saber sobre Einstein e nunca se atreveu a perguntar, com medo de que não existisse em nenhum livro. São quase setecentas páginas densas, documentadas com ciência e equações mas humanas e apaixonantes. Que se abstenham da leitura os que esperam obter informações sobre a superioridade científica da sua primeira mulher (assunto de recente boato) ou pormenores picantes sobre eventuais contactos do cientista com Marilyn Monroe. Trata-se de uma biografia centrada mais na obra do que na pessoa. São, porém, bemvidos os que pretendam compreender a enigmática frase do título: "Subtil é o Senhor". Ficaria melhor "Deus é Subtil" início de uma famosa tirada de Einstein sobre a eventualidade de uma certa experiência contrariar a teoria da relatividade: "Deus é subtil, mas não é malicioso", frase que foi explicitada mais tarde pelo autor "A Natureza não esconde os seus segredos por malícia, mas sim devido à sua imensidão". Deus aparece aqui como metáfora de Natureza e Einstein, apesar de incrédulo da ideia de um Deus pessoal, surge-nos, na prodigiosa teia tecida por Pais, como um descobridor dos "ínvios caminhos do Senhor".

A teoria da relatividade, na versão restrita publicada em 1905, diz resumidamente que todos os fenómenos físicos decorrem da mesma maneira quando se passa de um sistema de referência inercial — por exemplo, a Terra — para um outro — por exemplo, uma nave espacial com velocidade constante em relação ao primeiro. A relatividade geral, aparecida depois de um difícil parto de dezasseis anos, diz por seu lado: não se pode distinguir uma nave acelerada por um foguete de uma nave em queda para um certo planeta. Um extraterrestre na nave concordaria e a Física é, portanto, universal.

Einstein passou o resto da sua vida a cogitar na mecânica quântica, a doutrina que descreve o estranho comportamento dos átomos. Nunca se entendeu com a comunidade de jovens que nos finais dos anos vinte revolucionaram a Física. Nesse sentido, Einstein terá sido o último génio do século passado mais do que o primeiro deste século. Um génio da Física deste século foi, decerto, o dinamarquês Niels Bohr, com quem Einstein sustentou uma polémica insistente, fecunda e eivada por uma admiração recíproca. Para Einstein, a Lua existia objectivamente mesmo que ninguém olhasse para ela (seria malícia divina a ausência da Lua quando estivesse anónima), ao passo que para Bohr os objectos só se manifestavam pela observação. Confidenciou Einstein sobre Bohr: “É verdadeiramente um homem de génio”. Confidenciou a secretária de Einstein ao biógrafo Pais: “Os dois amaram-se afectuosa e carinhosamente”.

Abraham Pais publicou também uma biografia de Bohr: “Niels Bohr’s Times, in Physics, Philosophy and Polity” (Clarendon Press, Oxford, 1991). É outro volume enorme que se entrelaça com o de Einstein como as duas mentes o fizeram. É lá que se encontram as confidências de Bohr, que leremos um dia em português, se Deus quiser e a Gradiva publicar.

## NOVOS LIVROS PARA O ENSINO DA FÍSICA

Ultimamente, os físicos portugueses viram aparecer na nossa língua e da autoria de colegas de ofício alguns bons manuais da sua ciência. Era já tempo de em português se escrever e se publicarem temas das ciências físicas. De comum em todos eles, e em contraste com livros de divulgação, está o uso da matemática e a preocupação pedagógica pelo rigor. Eis uma lista, por ordem alfabética de autores, que não se pretende exaustiva, já que em próximo número poderá ser completada.

“*Física Experimental — Uma Introdução*”, M. C. Abreu, L. Matias e L. F. Peralta, Presença, 1994

Obra cuidadosamente preparada e por isso extremamente didáctica de professores do Departamento de

Física da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Fazia falta um livro de referência às centenas de estudantes que, nos primeiros anos da universidade, se iniciam na Física Laboratorial. Este é-lhes especialmente dedicado. Como escrevem os autores no frontispício: “Aos estudantes interessados, caóticos, críticos, amorfos, entusiastas, perspicazes, ignorantes ou sábios que estimularam a escrita deste livro”.

“*A Peregrinação de um Sinal*”, M. de Abreu Faro, Gradiva, 1995.

Sob um título poético esconde-se um manual de teoria da informação, que enfatiza os aspectos mais físicos (electrónica física, electromagnetismo, óptica). O autor é professor, já jubilado, do Instituto Superior Técnico e membro efectivo da Academia das Ciências de Lisboa. Vê-se que o livro foi escrito com sabedoria e paixão. Da Introdução: “A mensagem que se envia, a intenção primeira, é humanizar, trazer para a nossa sensibilidade e sentimentos do dia a dia coisas que é quase pecado, para alguns, querer entender. Não digamos entender, digamos sentir, que é bem mais do que a inteligência que nos leva lá.” Trata-se do segundo volume da colecção “Trajectos Ciência”, uma colecção de livros com conteúdos mais “pesados” do que os normais nos livros da Gradiva, destinados por isso a quem queira saber mais.

“*Óptica — Fundamentos e Aplicações*”, J. A. Brandão Faria, Presença, 1995.

Professor do Instituto Superior Técnico, Brandão Faria reedita uma edição interna do Instituto com data de 1991. Trata-se de um texto avançado de óptica que merece, de facto, um número acrescido de leitores, nomeadamente alunos e professores de cursos de licenciatura e de pós-graduação nas áreas de Física e Engenharia Electrotécnica.

“*Exercícios de Física*”, A. Noronha e P. Brogueira, McGraw-Hill, 1994.

Um livro com problemas de Física, muito útil a estudantes universitários a frequentar estudos introdutórios. O livro segue o programa de “*Introdução à Física*”, de J. Dias de Deus, M. Pimenta, A. Noronha, T. Penha e P. Brogueira, McGraw-Hill, 1992, mas pode ser usado por quem siga outras sequências programáticas. À Editora McGraw-Hill de Portugal, que nos ofereceu o livro, são devidos agradecimentos. Essa editora tem-se recentemente destacado em edições didácticas para o ensino universitário.

## PROJECTO READCIÊNCIAS

Encontra-se na Internet à disposição dos interessados com o seguinte endereço: [http://www.fis.uc.pt/Read\\_c/](http://www.fis.uc.pt/Read_c/) material do projecto READCIÊNCIAS, acrónimo que significa "Recursos para o Ensino, Aprendizagem e Divulgação das Ciências".

Trata-se de uma base de dados sobre recursos para o ensino, aprendizagem e divulgação das ciências, elaborada no Departamento de Física da Universidade de Coimbra, no âmbito de um mestrado em ensino da Física. Colocam-se informações sobre recursos educativos (livros, software e vídeo) acessíveis "on-line" aos interessados.

O projecto está aberto a todas as contribuições, nomeadamente das editoras, sendo a base de dados completada à medida que essas informações forem chegando. Agradecemos desde já o envio de novos dados.

Numa segunda fase efectuar-se-á uma análise crítica dos recursos que forem julgados mais úteis e interessantes. Para isso esperamos as opiniões de professores, alunos e outras pessoas com curiosidade pela ciência.

Sumário da base de dados:

- *Livros de Divulgação Científica*
  - Gradiva — Colecção Ciência Aberta
  - Europa América — Colecção Forum Ciência
  - Edições 70 — Colecção Universo da Ciência
  - Edições Presença — Colecção Limiar do Futuro
  - Relógio d'Água — Colecção Ciência
  - Caminho — Colecção Caminho da Ciência
- *Livros para alunos e professores (principalmente de Física)*
  - Bibliografia e crítica de livros de divulgação científica
  - Bibliografia para o 8.º, 9.º, 10.º e 11.º anos
- *Livros infantís*
  - Livros para gostar de ciências.
- *Software*
  - SoftCiências
  - Interactive Physics
- *Vídeos*
  - Selecção de vídeos científicos
- *Experiências*
- *Recursos na Internet*

## EPS 10 TRENDS IN PHYSICS 10<sup>th</sup> GENERAL CONFERENCE OF THE EUROPEAN PHYSICAL SOCIETY

September 9-13, 1996

Sevilla (Spain)

The 10th edition of the EPS General Conference on Trends in Physics, jointly organized by The Royal Spanish Physical Society and the Portuguese Physical Society, will be held in Sevilla on September 9-13, 1996. This conference emphasizes the most important recent developments in Physics. Special attention is also devoted to physics education and physics in industry, as well as to interdisciplinary aspects.

Five distinguished Physics Nobel Prize winners will also be present, to deliver plenary lectures.

### Contributed Papers and Abstracts

Will be presented as posters, some of which may be selected for oral presentation. Abstracts of all contributions will be printed in the Abstracts Book. Abstracts should be submitted *before 1 April* (to Mr. Gero Thomas, European Physical Society, EPS 10; P.O. Box 69; CH 1213 Petit-Lancy 2, Switzerland), written in English. Extension not more than 1 page, using the official format; instructions to be given on 2nd circular.

### Conference Chairpersons

Prof. M. Lozano Leyva (Sevilla); Prof. C. Matos Ferreira (Lisbon).

### Deadlines

*Contributed Abstracts:* 1st April 1996

*Registration:* 15th May 1996

*Late registration with additional fee:* 15th Aug 1996

*Hotel reservation:* 15th May 1996

### Satellite Meetings

- *Physics of Materials for Solar Energy Conversion*

Sevilha, 16-20 Sept. 96 (Organization: R. Dekeiser, A. Suzor-Weiner; e-mail: [annick@scipion.ppm.u-psud.fr](mailto:annick@scipion.ppm.u-psud.fr)).

- *Física 96 - 10.ª Conferência Nacional de Física*

Faro, 13-17 Sept. 96 (e-mail: [fisica96@cc.fc.ul.pt](mailto:fisica96@cc.fc.ul.pt)).

- *6.º Encontro Ibérico para o Ensino da Física*

Faro, 13-17 Sept. 96.

### Registration Fees

For members of National Societies: 35.000 ptas (before 15 May). Other participants: see 2nd circular.

### Conference Venue

The conference will take place at the Hotel Meliá Sevilla, which is situated at the centre of the town, at only a few minutes from the airport and the railway station.

### Further Information

EPS10 Organizing Secretariat  
PROCONSUR

Avda. San Francisco Javier n.º 15-4.º

41018 Sevilla - Spain

Tel:(34-5) 492 27 55 Fax:(34-5) 492 30 15

e-mail: [EPS10@CICA.ES](mailto:EPS10@CICA.ES)

or

Sociedade Portuguesa de Física

Av. República 37 - 4.º

1000 Lisboa

Tel:(351-2) 7973251 Fax:(351-2) 7952349

e-mail: [ffisica96@cc.fc.ul.pt](mailto:ffisica96@cc.fc.ul.pt)

# Olimpiadas de Física

## PROVAS DAS OLIMPIADAS NACIONAIS DE FÍSICA

Coimbra, 23 de Junho de 1995

### ESCALÃO A

#### Prova Teórica

#### A LÂMPADA DO TIO SAM

Uma lâmpada que foi trazida dos Estados Unidos da América contém as seguintes indicações:  $P = 100 \text{ W}$ ,  $V = 120 \text{ V}$ , ou seja, funciona normalmente quando lhe é aplicada uma d.d.p. de  $120 \text{ V}$ . Em Portugal, bem como no resto da Europa, a tensão da rede pública de electricidade é, como sabes, de  $220 \text{ V}$ .

a) Calcula a intensidade de corrente que percorre a lâmpada quando ela funciona nas condições para que foi fabricada.

b) Explica, através dos cálculos que efectuares, que a lâmpada poderá rebentar se for ligada directamente à rede pública portuguesa de electricidade.

c) Diz como deverás ligar uma resistência e qual o seu valor para utilizares a lâmpada em Portugal (sem a danificar).

d) E se levores uma lâmpada portuguesa ( $P = 100 \text{ W}$ ,  $V = 220 \text{ V}$ ) para os Estados Unidos? Poderás usá-la lá? Explica o que acontece se a ligares à rede pública americana de electricidade.

#### Prova Experimental

#### OS LUSOLÍMPICOS SABEM NADAR, YÓ!

Para a realização desta prova dispõem do seguinte material:

1. Uma régua metálica graduada, suspensa de um suporte, da qual se podem suspender, em diferentes pontos, diversas massas;

A Secção "Olimpiadas de Física" é coordenada por Manuel Fiolhais e Adriano Lima. O contacto com os coordenadores poderá ser feito para: Departamento de Física, Universidade de Coimbra, 3000 Coimbra; ou pelo telefone 039-410615, fax 039-29158 ou e-mail tmanuel@hydra.ci.uc.pt.

2. Um corpo A, de material não especificado, com massa e volume desconhecidos;
3. Um corpo B, metálico e de forma cilíndrica, com ranhuras laterais uniformemente espaçadas;
4. Massas ... "a marcar" (para substituição das vulgares "massas marcadas");
5. Um copo  $C_1$ , com água;
6. Um copo  $C_2$ , com um líquido de densidade desconhecida;
7. Um copo  $C_3$ , com dois líquidos diferentes, sendo o de cima água.

Convirá notarem que:

- Irão suspender os corpos por meio de fios metálicos finos, de massa (e volume) desprezáveis;
- Para levar a bom termo as vossas experiências necessitarão de recorrer a pesagens das "massas a marcar", para o que está à vossa disposição uma balança electrónica;
- Não está previsto adicionar ou retirar líquido a nenhum dos três copos que vos são fornecidos.

I

(a) Com o material disponível, imaginem um processo de determinar a massa do corpo A. Efectuem a medida dessa grandeza.

(b) Determinem agora o volume do mesmo corpo, para o que deverão (eureka!, disse o mestre) usar o líquido de densidade conhecida.

(c) Agora que conhecem a massa e o volume do corpo A, procurem determinar a densidade do líquido que o copo  $C_2$  contém.

II

(a) Mergulhem o corpo B, cilíndrico, no copo  $C_3$ . Dadas as suas dimensões uma parte do corpo irá ficar imersa na água e outra parte no líquido desconhecido.

(b) À custa das observações feitas, procurem determinar a densidade desse outro líquido.

III

Ao elaborarem o vosso relatório, expliquem os procedimentos usados, apresentem os cálculos efectuados e os resultados obtidos. Façam também uma apreciação crítica (qualitativa que seja) acerca do grau de confiança a atribuir aos valores encontrados, procurando identificar as possíveis fontes de erro/imprecisão.

## ESCALÃO B

### Prova Teórica

#### Problema n.º 1: "Agarrado" ao comboio

Um comboio desloca-se com movimento uniformemente acelerado. Em dado momento, encosta-se à parede traseira de um dos vagões, à altura  $h$  do chão, um corpo de massa  $m$  que se abandona logo a seguir. Entre o corpo e a parede do vagão existe um coeficiente de atrito estático,  $\mu_e$  e um coeficiente de atrito cinético,  $\mu_c$ .

a) Qual o valor da aceleração mínima do comboio para que o corpo não caia.

b) Se essa aceleração diminuir para metade, quanto tempo demora o corpo a atingir o chão do vagão?

#### Problema n.º 2: Luz refractada

Quando a luz incide num material transparente, a direcção do feixe transmitido (ou refractado) é, em geral, diferente da do feixe incidente. Se designarmos por  $\theta_1$  o ângulo que o raio incidente (que se propaga no meio 1) faz com a normal, e por  $\theta_2$  o ângulo que o raio refractado (que se propaga no meio 2) faz com a normal — ver Fig. 1 — verifica-se que (lei de Snell para a refacção)

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

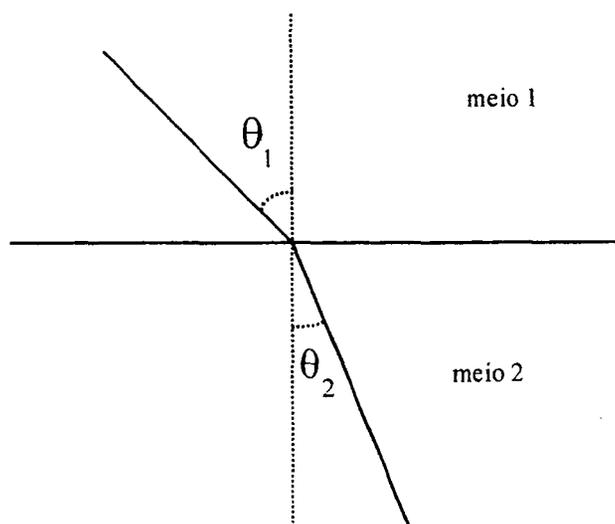


Figura 1

Na equação acima,  $n_1$  e  $n_2$  são os chamados índices de refração dos meios.

Considera agora a situação que está esquematizada na Fig. 2, onde um raio luminoso incide numa lâmina de

vidro de faces paralelas de largura  $L = 10$  cm, fazendo um ângulo  $\theta_i$  com a normal à superfície. (Nota  $n_{ar} = 1$  e  $n_{vidro} = 1.5$ )

a) Mostra que um raio luminoso incidente na lâmina é paralelo ao raio luminoso que emerge da mesma lâmina.

b) Calcula a separação  $d$  entre as direcções dos raios incidente e emergente, sabendo que  $\theta_i = 30^\circ$ .

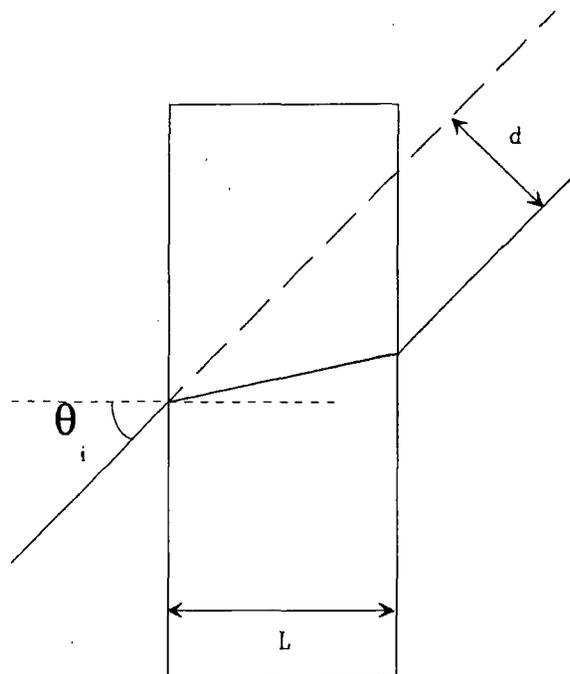


Figura 2

Considera agora que o material de que é feita a lâmina exhibe o chamado efeito Kerr, o qual se pode descrever como uma alteração do índice de refração do material que passa a ser uma função da intensidade  $I$  do feixe incidente. Esta alteração pode ser expressa pela equação

$$n(I) = n_0 + \alpha I$$

onde  $n_0$  é o índice de refração normal e  $\alpha$  é um coeficiente que depende do material.

c) Sabendo que  $\alpha = 10^{-15} \text{ m}^2/\text{W}$  e que a intensidade do feixe incidente é  $I = 1 \text{ GW}/\text{cm}^2$ , calcula a alteração verificada no feixe de saída relativamente à situação anterior (alínea b)). Admite que não há absorção significativa na intensidade do feixe ao atravessar o material.

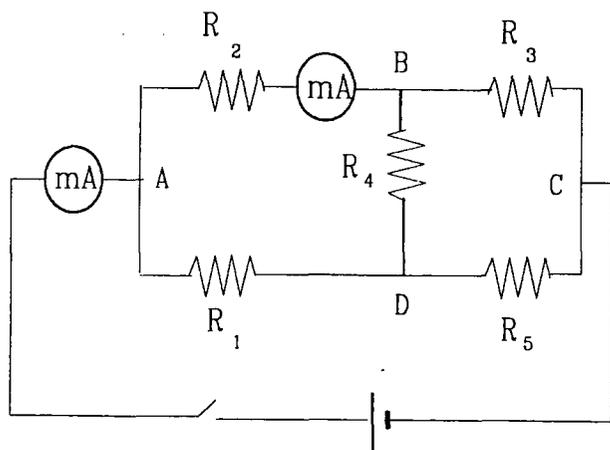
## Prova Experimental

### QUANTO VALEM AS RESISTÊNCIAS?

Dispões do seguinte material:

- 4 resistências de valor desconhecido
- resistência  $R_1$  de valor conhecido
- 2 mili-amperímetros DC
- 1 interruptor
- 1 gerador DC de força electromotriz desconhecida
- fios de ligação

1. Monta o circuito seguinte:



2. A partir de agora considera que o circuito é rígido e não pode ser alterado. Terás porém acesso aos pontos A, B, C e D indicados. Com o fio extra de que dispões podes curto-circuitar uma das resistências incluídas no circuito e repetir a operação com qualquer outra resistência (claro que não podes curto-circuitar os pontos A e C).

A partir das leituras efectuadas nos dois mili-amperímetros, determina:

- o valor das resistências desconhecidas.
- o valor da força electromotriz do gerador.

Na tua resposta apresenta claramente os cálculos efectuados bem como o procedimento que usaste. Desenha sempre o circuito equivalente para cada caso. Admite que é nula a resistência interna dos mili-amperímetros e do gerador.

## PREPARAÇÃO PARA A XXVII IPHO

Realizou-se a 2 e 3 de Fevereiro passado, no Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, um primeiro encontro dos oito alunos pré-seleccionados para a representação portuguesa na XXVII Olimpíada Internacional de Física, a realizar em Oslo, Noruega, de 30 de Junho a 7 de Julho de 1996. Compareceram igualmente os professores orientadores desses alunos.

A reunião serviu para aprofundar os conhecimentos nos domínios da Mecânica, da Termodinâmica, da Relatividade Restrita e da Física Experimental. Regista-se o ambiente de grande empenho de todos os participantes e agradece-se aos Profs. Pedro Alberto e Carlos Fiolhais, que colaboraram com os líderes da equipa olímpica nesta actividade.

## OLIMPÍADAS DE FÍSICA 1996 — CALENDÁRIO —

A fase regional realiza-se no dia 4 de Maio de 1996 simultaneamente em *Lisboa*, no Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, no *Porto*, no Departamento de Física da Faculdade de Ciências Universidade do Porto e em *Coimbra*, no Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

A fase nacional decorrerá em Lisboa de 20 a 22 de Junho de 1996.

## QUOTAS DOS SÓCIOS DA SPF

A Assembleia Geral da Sociedade Portuguesa de Física aprovou, na sua reunião de 20 de Setembro de 1994, a alteração das quotas dos sócios da SPF para os seguintes valores:

**Ano de 1996 — 6000\$00**  
**Estudantes — 3000\$00**

Com estas quotas, os sócios da SPF recebem gratuitamente, para além da revista *Gazeta de Física*, a revista *Europhysics News*, da Sociedade Europeia de Física (EPS).

De igual modo, poderão inscrever-se em quaisquer Divisões ou Grupos Interdivisionais da EPS, passando a usufruir de todos os direitos e privilégios dos membros dessas Divisões e Grupos.

# REGULAMENTO DAS OLIMPÍADAS DE FÍSICA

## I — OBJECTIVOS

A Sociedade Portuguesa de Física organiza anualmente as Olimpíadas Nacionais de Física e promove a participação de uma equipa portuguesa na International Physics Olympiad (IPhO).

As Olimpíadas de Física têm por objectivo incentivar e desenvolver o gosto pela Física nos alunos do Ensino Secundário, considerando a sua importância na Educação Básica dos jovens e o seu crescente impacto em todos os ramos da Ciência e Tecnologia.

## II — OLIMPÍADAS NACIONAIS DE FÍSICA

### II.1 — Participação nas provas

Podem participar nas Olimpíadas de Física os alunos das Escolas Secundárias e C+S nacionais, públicas ou privadas, que satisfaçam as condições indicadas em II.2.

### II.2 — Escalões

Em cada ano lectivo serão realizadas provas nos seguintes Escalões:

ESCALÃO A: alunos dos 9.º ou 10.º anos de escolaridade;

ESCALÃO B: alunos do 11.º ano de escolaridade, com idade inferior a 19 anos a 30 de Junho do respectivo ano lectivo.

As Escolas podem estar representadas nos escalões que desejarem. No escalão A a representação é por uma *equipa* de 3 alunos. No escalão B a representação é individual podendo cada Escola apresentar um máximo de três alunos.

### II.3 — Tipo de Provas

No escalão A a prova será teórico-experimental a realizar em equipa.

No escalão B a prova, de carácter individual, terá uma parte teórica e uma parte teórico-experimental.

### II.4 — Etapas

#### a) etapa sub-regional

É da inteira responsabilidade da Escola participante a selecção dos seus representantes em cada escalão.

No caso de um número considerado excessivo de participantes, poderão as Delegações Regionais da SPF, do modo que julgarem mais conveniente, organizar etapas intermédias.

#### b) etapa regional

Na etapa regional, da responsabilidade das Delegações Regionais da SPF, concorrerão as equipas (no escalão A) e os alunos (no escalão B) seleccionados na etapa anterior.

Nesta etapa será seleccionada uma equipa do escalão A e oito alunos do escalão B.

#### c) etapa nacional

Na etapa final nacional, organizada em regime de rotatividade por cada Delegação da SPF em colaboração com a Comissão Nacional das Olimpíadas (ver Anexo I), participam as 3 equipas do escalão A (uma por Delegação) e os 24 alunos do escalão B (oito por cada Delegação Regional).

Na etapa nacional será apurada a equipa vencedora das Olimpíadas Nacionais de Física no escalão A.

No escalão B serão seleccionados oito alunos candidatos à representação nacional na IPhO do ano seguinte.

### II.5 — Outras disposições

#### a) encargos financeiros

A SPF não comparticipa nas despesas da etapa sub-regional nem nas despesas de deslocação dos alunos e professores acompanhantes na etapa regional.

A SPF custeia as outras despesas relativas às etapas regionais e todas as despesas relativas à etapa nacional.

#### b) Material

Os participantes devem apresentar-se munidos de máquinas de calcular não programáveis. Podem também utilizar material de desenho desde que se apresentem munidos do mesmo.

#### c) Conteúdos das provas

Ver Anexo II

#### d) Júris das provas

Na etapa regional as provas serão classificadas por um júri designado pela Delegação Regional da SPF.

Na etapa nacional as provas serão classificadas por um júri designado pela Delegação Regional da SPF em colaboração com a Comissão Nacional das Olimpíadas.

#### e) Professores acompanhantes

Na etapa regional os participantes de cada Escola virão acompanhados por um professor (no máximo dois

professores se a Escola participar em mais de um escalão). Na etapa nacional os alunos serão acompanhados por um máximo de três professores por Delegação Regional.

#### II.6 — Prémios

Todos os alunos participantes na etapa regional recebem um prémio de presença.

Receberão prémios especiais na etapa regional:

- a) os alunos da equipa vencedora no Escalão A.
- b) os oito melhores classificados no escalão B.

Receberão prémios na etapa nacional:

- a) os alunos da equipa vencedora no Escalão A.
- b) os oito melhores classificados no Escalão B.

#### II.7 — Calendarização

Até 30 de Novembro, cada Delegação da SPF enviará para as Escolas toda a documentação respeitante às Olimpíadas. Cada Delegação Regional informará as respectivas Escolas da metodologia a seguir na fase sub-regional, incluindo datas limite para apresentação de alunos concorrentes, etapas intermédias, etc. As datas das provas regionais e nacionais e outras informações específicas para cada ano lectivo constam do Anexo I.

### III — PARTICIPAÇÃO NAS OLIMPIADAS INTERNACIONAIS

Aos oito alunos do escalão B seleccionados nas Olimpíadas Nacionais será, no ano lectivo seguinte, ministrada uma preparação especial englobando as matérias constantes do programa da IPhO, com particular ênfase nos temas não incluídos no ensino secundário. É condição obrigatória a frequência de Física no 12.º ano. A Comissão Nacional das Olimpíadas definirá os moldes em que decorre a preparação bem como as provas de apuramento dos cinco estudantes que participarão na IPhO. Este apuramento será efectuado até 15 de Maio. A título excepcional, a Comissão Nacional das Olimpíadas poderá admitir à Prova de selecção final outros alunos do 12.º ano que demonstrem elevadíssima capacidade em Física.

### IV — PONTOS OMISSOS

Qualquer questão resultante de omissões ou dúvidas de interpretação do presente Regulamento será resolvido pela Organização.

### V — DISPOSIÇÕES FINAIS

O presente Regulamento entra em vigor no ano-lectivo 1994/95.

## ANEXO 1

1. No ano lectivo 1995/96 as Olimpíadas Regionais decorrerão no dia 4 de Maio de 1996, em Lisboa, Porto e Coimbra. A Olimpíada Nacional, a cargo da Delegação Regional do Sul e Ilhas da SPF, decorrerá em Lisboa, de 20 a 22 de Junho de 1996.

2. Em 1994/95 a Comissão Nacional das Olimpíadas é constituída por:

- Secretário-Geral da SPF
- Secretário-Adjunto para os Assuntos Nacionais
- Presidente da Delegação Regional do Norte
- Presidente da Delegação Regional do Centro
- Presidente da Delegação Regional do Sul e Ilhas
- Prof. Manuel Fiolhais (Dep. Física, FCTUC)
- Prof. Adriano Pedroso de Lima (Dep. Física, FCTUC)

3. Aos oito alunos apurados no escalão B será ministrada uma preparação suplementar em 1996/97 com vista à participação na IPhO'97 que se realizará em *Julho de 1997, no Canadá*. O apuramento final referido no número III do Regulamento será efectuado até 15 de Maio de 1997.

## ANEXO 2

### Programa da Olimpíada Nacional de Física 1995/1996

• No escalão A a Fase Regional compreende as matérias dos 8.º e 9.º anos <sup>a)</sup>.

A Fase Nacional inclui também a matéria do 10.º ano <sup>a)</sup>.

• No escalão B a Fase Regional compreende a matéria do 10.º ano <sup>a)</sup> acrescida dos pontos 6 e 7 do programa adoptado para a Olimpíada Internacional de Física (IPhO).

A Fase Nacional inclui também os pontos 1 e 4 do programa da IPhO.

<sup>a)</sup> Programas oficiais em vigor.

O presente Regulamento foi aprovado pelo Conselho Directivo da SPF.

## ÓRGÃOS REGIONAIS DA SPF

Os órgãos das Delegações Regionais da SPF a vigorarem durante o período de 3 anos, foram eleitos pelas correspondentes Assembleias Regionais realizadas durante o mês de Janeiro de 1996. Publicamos neste número a composição destes órgãos, com alguns dados curriculares sobre os membros eleitos.

**TRIÊNIO 1996-98**

### DELEGAÇÃO REGIONAL DO SUL E ILHAS

#### Direcção

*Presidente:* João Pires Ribeiro — Professor Associado do Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e Investigador do Centro de Física Nuclear da mesma Universidade. Doutoramento em Física Nuclear pela Universidade de Sussex (Inglaterra). Coordenador da Divisão Técnica de Educação da SPF desde 1992 a 1995. Tem orientado diversos estágios, tem publicado alguns textos de apoio para os alunos e é autor de diversas publicações científicas nas áreas de Física Atómica e Nuclear Experimentais.

*Secretário:* António Joaquim Rosa Amorim Barbosa — Professor Auxiliar do Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e Investigador do Centro de Física Nuclear da mesma Universidade e do Laboratório de Instrumentação e Partículas desde 1992. Doutoramento em Física pela Universidade de Lisboa. Vogal da Divisão Técnica de Educação da SPF desde 1992 a 1995. Autor de diversas publicações nas áreas de Física de Partículas Experimental e Física Nuclear a Energias Intermédias.

*Tesoureiro:* Eduardo Jorge da Costa Alves — Investigador Auxiliar do Instituto Tecnológico e Nuclear. Doutoramento em Física pela Universidade de Lisboa. Membro da anterior Direcção da Delegação Regional do Sul e Ilhas da SPF. Autor de diversas publicações na área da Ciência dos Materiais.

*Vogal:* Anabela Bastos Tibúrcio Martins — Professora do Ensino Secundário de 1967 a 1980. Professora do Ensino Superior de 1980 a 1987. Professora da Copenhagen International School, Copenhaga, de 1987 a 1989. Destacada nos Departamentos do Ensino Básico e Secundário do Ministério de Educação até Setembro de 1994. Actualmente professora efectiva no

9.º escalão do 4.º grupo-A da Esc. Sec. D. Pedro V, Lisboa. Doutorada na área de Formação Contínua de Professores de Física, Royal Danish School of Educational Studies, Copenhaga, Dinamarca. Orientadora de diversos estágios e colaboradora na formação de professores ao abrigo do programa FOCO. Membro da equipa de desenvolvimento curricular dos programas de Física para os 8.º, 9.º e 12.º anos.

*Vogal:* Pedro José Oliveira Sebastião — Professor Auxiliar do Departamento de Física do Instituto Superior Técnico e Investigador do Centro de Matéria Condensada Universidade de Lisboa. Doutoramento em Física pela Universidade Técnica de Lisboa. Autor de diversas publicações na área da Física dos Cristais Líquidos.

#### Mesa da Assembleia Geral

*Presidente:* Luís Fraser Monteiro — Doutoramento em Física pela Universidade de Glasgow, Agregado pela Universidade Nova de Lisboa. Professor Catedrático da FCT da UNL. Já exercia estas funções no anterior mandato.

*1.º Secretário:* António de Almeida Melo — Doutoramento em Física pela Universidade de Oxford. Professor Associado da FC da UL. Já exercia estas funções no anterior mandato.

*2.º Secretário:* Eduardo Moutinho — Investigador do ITN. Colaborou com a SPF desde a sua fundação, nomeadamente em acções de formação para o ensino secundário. Já exercia estas funções no anterior mandato.

### DELEGAÇÃO REGIONAL DO CENTRO

#### Direcção

*Presidente:* Carlos Manuel Baptista Fiolhais — Doutoramento em Física Teórica pela Universidade de Frankfurt (Alemanha)

e Professor Associado do Departamento de Física da Universidade de Coimbra. Os seus trabalhos de investigação têm incidido sobre as propriedades de agregados, superfícies e sólidos metálicos. Autor de "Física Divertida", "Universo, Computadores e Tudo o Resto" e de sete manuais escolares para o ensino da Física e da Química. Responsável pelos projectos "Softciências" (para produção e difusão de software educativo) e "Readciências" (base de dados na Internet sobre recursos educativos). Fez numerosas acções de formação e de divulgação para professores e alunos.

*Secretário:* José António de Carvalho Paixão — Doutoramento em Física do Estado Sólido pela Universidade de Coimbra. Professor Auxiliar do Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Tem-se dedicado ao estudo do magnetismo dos compostos intermetálicos de terras raras e actínidos, utilizando as técnicas de difracção de neutrões e de radiação de sincrotrão.

*Tesoureiro:* Maria Helena A. Vieira Alberto — Doutorada em Física Experimental pela Universidade de Coimbra. Professora Auxiliar do Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Tem-se dedicado ao estudo de materiais amorfos, particularmente vidros de silicatos, utilizando as técnicas de espectroscopia Mössbauer e Raman. Colaboradora do Museu de Física da Universidade de Coimbra.

*Vogal:* João Carlos de Matos Paiva — Licenciado em Química — Ramo Educacional — pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Mestre em "Ensino da Física e da Química" pela mesma Universidade. Colaborador do projecto "Softciências" desde o seu início e das Olimpíadas Regionais de Física. Orientador de Estágio na Escola Secundária de Penacova.

*Vogal:* Lina Maria da Silva Ferreira — Licenciada em Física — Ramo Educacional — pela Faculdade de Ciências e

Tecnologia da Universidade de Coimbra e professora da Escola de Vieira de Leiria. Colaboradora do Exploratório Infante D. Henrique (Centro Interactivo de Ciência e Tecnologia de Coimbra) e Professora Destacada como responsável pelo mesmo Exploratório.

#### Mesa da Assembleia Geral

*Presidente:* Rui Ferreira Marques — Professor Associado do Departamento de Física da FCTUC.

*1.º Secretário:* Pedro Almeida Vieira Alberto — Professor Auxiliar do Departamento de Física da FCTUC, e doutorado em Física Experimental pela ETH de Zurique.

*2.º Secretário:* Manuela Ramos Marques da Silva — Assistente Estagiária do Departamento de Física da FCTUC, e doutorada em Física Teórica pela Universidade de Coimbra.

### DELEGAÇÃO REGIONAL DO NORTE

#### Direcção

*Presidente:* Maria de Fátima Fernandes Pinheiro — Licenciada em Ciências Físico-Químicas na Universidade do Porto (1968), é Professora Associada do Laboratório de Física da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Doutorou-se em Inglaterra, Oxford, Clarendon Laboratory (1978), com o tema "Thermal Properties of Composite Materials". Integrou, desde 1968 o Grupo das Propriedades de Transporte do CFUP. Tem realizado várias acções de formação para professores do ensino secundário.

*Secretário:* João Fernando Alves Ferreira — Licenciado em Engenharia Química pelo Instituto Superior Técnico. Doutoramento pela Universidade de Londres. Foi Assistente da Universidade de Lourenço Marques. Actualmente Professor Associado do Departamento de Física da Universidade do Minho. Interesses de investigação principais: Luminescência de compostos aromáticos e seus derivados; aplicações das técnicas fototérmicas; óptica não linear.

*Tesoureiro:* Rafaela Agostinho Marques da Silva Prata Pinto — Licenciada em Ciên-

cias Físico-Químicas pela Universidade de Coimbra (1967), doutorada em Física pela Universidade do Porto (1983), é Professora Auxiliar da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e investigadora do Centro de Física (desde 1968) e IFIMUP da Universidade do Porto. Exerceu as funções de Vice-Presidente do Conselho Científico da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, membro da Comissão de Grupo Restrito do Grupo de Física (1992-95), membro da Comissão Coordenadora do Conselho Científico da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Secretária da Delegação Norte da SPF (1993-95) e Co-Gestora do Laboratório de Física da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

*Vogal:* Maria Julita Martins de Faria Monteiro Capelo — Licenciada em Ensino de Física e Química pela Universidade do Minho. Frequentou o mestrado em Ciências do Ambiente na Universidade do Minho onde prepara a dissertação. É professora efectiva da Escola Secundária de Carlos Amarante, em Braga, onde foi orientadora de estágios e delegada de grupo.

*Vogal:* Ana Sofia Monteiro Armelím — Licenciada em Física — Ramo Educacional — pela Universidade do Porto (1993), é professora efectiva da Escola Secundária de Paços de Ferreira. Está presentemente destacada na Escola Secundária de Castelo da Maia.

#### Mesa da Assembleia Geral

*Presidente:* João António de Bessa Meneses e Sousa — Licenciado em Engenharia Electrotécnica pela Universidade do Porto, doutorado em Física pelas Universidades de Oxford e Porto. Professor Catedrático da Faculdade de Ciências, Departamento de Física, responsável científico de linhas de investigação no Centro de Física e no Instituto de Física dos Materiais da Universidade do Porto. Presidente da SPF no triénio 93/95. Interesses em Física e Ciência de Materiais. Magnetismo e Física da Matéria Condensada.

*1.º Secretário:* Manuel Joaquim Bastos Marques — Licenciado em Física pela Universidade do Porto em 1983. Doutoramento em Física pela UP em 1991. Professor Auxiliar no Departamento de Física da UP e Investigador do Centro de Física do

Porto. Presidente da Delegação Regional Norte da SPF, no triénio 93/95. Interesses em Óptica Não-Linear, Lasers, Óptica Guiada.

*2.º Secretário:* Luís Miguel Bernardo — Licenciou-se em Engenharia Electrotécnica na Faculdade de Engenharia do Porto em 1973. Obteve o grau de Mestre (M.Sc.) em Física e o Doutoramento (PhD) em Física na área de Óptica em Virginia Tech USA em 1981 e 1983, respectivamente. É actualmente Professor Associado no Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Os seus interesses científicos abrangem as áreas de Cristais Fotorrefractivos, Processamento Óptico, Computação Óptica e Holografia.

### ACÇÕES DE DIVULGAÇÃO

Deleg. Reg. Centro

Desde o início do corrente ano lectivo, tem continuado a verificar-se um grande interesse por parte das Escolas Secundárias relativamente à realização de Acções de Divulgação destinadas a professores e alunos.

Assim, realizaram-se já as seguintes Acções:

- "A Física das Partículas", pelo Prof. Doutor Manuel Fiolhais, na Escola Secundária da Mealhada e na Escola Secundária de Santa Comba Dão em 12/02/96.
- "A radioactividade e seus efeitos biológicos", pelo Prof. Doutor Paulo Mendes, na Escola Secundária de Moimenta da Beira em 27/02/96; na Escola Secundária de Vouzela em 07/03/96; nas Escolas Secundárias de Campos de Melo e Frei Heitor Pinto na Covilhã em 14/03/96; e no Colégio João de Barros das Meirinhas (Pombal) em 26/03/96.
- "Campo electromagnético: origem e efeitos", pela Prof.ª Doutora Lucília Brito, na Escola Secundária Dr. Bernardino Machado na Figueira da Foz em 06/03/96; e no Colégio de N.ª S.ª da Apresentação em Calvão (Vagos) em 22/03/96.

• “Física da cor”, pelo Prof. Doutor Luiz Alte da Veiga, na Escola Secundária de Francisco Rodrigues Lobo de Leiria em 13/02/96; na Escola Secundária da Sé da Guarda em 11/03/96; e na Escola Secundária de Amato Lusitano de Castelo Branco em 12/03/96.

• “Lasers e Holografia”, pelo Prof. Doutor João de Lemos Pinto, na Escola Secundária de Sabugal em 22/02/96.

• “Nós e o Universo”, pelo Prof. Doutor Carlos Fiolhais, no Externato de Nossa Senhora do Incenso de Penamacor e na Escola Secundária de Nuno Alvares de Castelo Branco em 30/11/95; na Escola Secundária Dr. João Lopes de Moraes de Mortágua e na Escola Secundária de S.

Pedro do Sul em 07/12/95; na Escola Secundária Dr. Celestino Gomes de Ilhavo em 28/02/96.

• “Princípios de conservação”, pelo Prof. Doutor Luiz Alte da Veiga, na Escola Secundária de Mangualde em 05/03/96.

• “Movimentos Ondulatórios”, pela Prof.<sup>a</sup> Doutora Salette Leite, na Escola Secundária de Seia em 26/02/96.

---

#### TÉCNICAS LABORATORIAIS DE FÍSICA

Deg. Reg. Norte

---

No dia 6 de Março de 1995, o Dr. Adriano Sampaio e Sousa, professor efec-

tivo da Escola Secundária Fontes Pereira de Melo do Porto, preferiu uma palestra no Departamento de Física da Faculdade de Ciências do Porto, em que foi dada especial atenção aos temas seguintes:

- Importância da disciplina no ensino secundário
- Equipamentos exigidos
- Preparação necessária aos respectivos professores
- Metodologia mais adequada
- Avaliação dos alunos

A mesma acção de divulgação deverá ser realizada na Universidade do Minho, durante o próximo mês de Maio

## PUBLICIDADE NA GAZETA DE FÍSICA ANO 1996

### **Custos de publicidade por número:**

— Verso da contra-capa (preto e branco).....	50.000\$00
— Página interior (preto e branco) .....	40.000\$00
— 1/2 página interior (preto e branco) .....	25.000\$00
— 1/4 página interior (preto e branco) .....	15.000\$00
— 1/8 página interior (preto e branco) .....	10.000\$00

### **Contratos anuais de publicidade:**

Os contratos anuais de publicidade (quatro números), para empresas não sócias da SPF, têm um desconto de 20%.

### **Sócios colectivos da SPF:**

Os Sócios Colectivos da SPF têm um desconto de 30% nos custos de publicidade inserida nas páginas interiores da Gazeta e um desconto de 20% nos custos da publicidade inserida no verso da capa, contra-capas e no verso da contra-capas.

### **Informações:**

Maria José Couceiro, Sociedade Portuguesa de Física  
Av. da República, 37-4.º — 1000 Lisboa • Tel: (01) 7973251 • Fax: (01) 7952349

Florbela Martins Teixeira, Dep. Física — Faculdade de Ciências do Porto  
Rua do Campo Alegre, 687 — 4150 Porto • Tel: (02) 6082670 • Fax: (02) 6082679

# RELATÓRIO DO CONSELHO DIRECTIVO DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE FÍSICA RELATIVO AO TRIÉNIO 1993-1995

## 1. INTRODUÇÃO

No triénio a que se refere este relatório a acção do Conselho Directivo concentrou-se principalmente nos seguintes pontos:

— Dinamização e apoio de actividades organizadas pelas Delegações Regionais e pelas Divisões Técnicas;

— Publicação regular da Gazeta de Física, com nova apresentação gráfica e novo projecto editorial desde 1993;

— Apoio à organização das Conferências Nacionais de Física de 1994 (Covilhã) e 1996 (Faro);

— Apoio à organização dos 3.º (Jacca, 1993) a 6.º (Faro, 1996) Encontros Ibéricos sobre o Ensino da Física;

— Patrocínio e apoio à organização de conferências internacionais (EPS Conference on Controlled Fusion and Plasma Physics, Lisboa 1993; International Conference on Physics Education — *Light and Information*, Braga 1993; Iberian Meeting on Atomic and Molecular Physics, Lisboa 1993; 10th General Conference of the European Physical Society, EPS10 — Trends in Physics, Sevilha 1996);

— Realização das Olimpíadas da Física, com um novo regulamento, adequado à participação portuguesa nas Olimpíadas Internacionais;

— Selecção, preparação e acompanhamento dos alunos portugueses participantes nas Olimpíadas Internacionais de Física anuais (Pequim 1994; Camberra 1995; Oslo 1996);

— Desenvolvimento das relações da SPF com outras instituições nacionais e estrangeiras com objectivos afins (SPQ, EPS, IUPAP, Real Sociedade Espanhola de Física).

Referem-se a seguir, com mais pormenor, as actividades e realizações de maior destaque neste triénio.

## 2. CONFERÊNCIAS NACIONAIS DE FÍSICA

Teve lugar na Covilhã, nas instalações da Universidade de Beira Interior (UBI), de

19 a 23 de Setembro de 1994, a 9.ª Conferência Nacional de Física — *Física 94*, organizada pela Delegação Regional do Centro. Contou com 650 participantes, incluindo professores do ensino superior e secundário, investigadores, estudantes e participantes estrangeiros (Alemanha, França, Inglaterra, Itália, Espanha, Guiné e Moçambique), alguns dos quais convidados para proferir lições plenárias. Foi publicado um livro de resumos das comunicações apresentadas. A sessão de abertura desta conferência foi presidida pelo Reitor da UBI, em representação da Ministra da Educação, e a sessão de encerramento foi presidida pelo Secretário de Estado da Ciência e Tecnologia.

A 10.ª Conferência Nacional de Física — *Física 96*, organizada pela Delegação Regional do Sul e Ilhas, terá lugar de 13 a 17 de Setembro de 1996, nas instalações da Universidade do Algarve, em Faro.

## 3. CONFERÊNCIAS INTERNACIONAIS

Organizada conjuntamente pelo Centro de Fusão Nuclear do IST e pela SPF, teve lugar na Fundação Calouste Gulbenkian, em Lisboa, de 26 a 30 de Julho de 1993, a 20th EPS Conference on Controlled Fusion and Plasma Physics, na qual participaram cerca de 500 cientistas de todo o mundo. Esta conferência decorreu com grande sucesso, amplamente reconhecido por todos os participantes.

A SPF participou igualmente na organização da International Conference on Physics Education — *Light and Information*, que teve lugar em Braga, de 16 a 21 de Julho de 1993, com a participação de numerosos cientistas e professores nacionais e estrangeiros. A SPF foi um dos patrocinadores desta conferência, conjuntamente com o GIREP (Groupement International de Recherche sur l'Enseignement de la Physique), a IUPAP, a UNESCO e a EPS.

Conjuntamente com a Real Sociedade Espanhola de Física (RSEF), a SPF tem

vindo a organizar, desde 1994, a 10th General Conference of the European Physical Society, EPS 10 — Trends in Physics, que vai ter lugar em Sevilha de 9 a 13 de Setembro de 1996. Trata-se duma conferência de grande prestígio e de alto nível científico, cujo Comité de Honra é presidido pelo Rei de Espanha e integra, entre outras personalidades, os Ministros da Educação e da Ciência de Portugal e de Espanha. Todos os membros do Secretariado-Geral da SPF integram a Comissão Organizadora, sendo o Secretário Geral Co-Presidente da Conferência e membro do Comité de Programa.

Finalmente, refira-se que a SPF subsidiou a participação de alguns estudantes portugueses na 9th General Conference of the European Physical Society — EPS 9, que teve lugar em Florença, em Setembro de 1993.

## 4. ENCONTROS IBÉRICOS SOBRE O ENSINO DA FÍSICA

Promovidos e organizados conjuntamente pela SPF e pela Real Sociedade Espanhola de Física (RSEF), tiveram lugar os 3.º, 4.º e 5.º Encontros Ibéricos sobre o Ensino da Física, respectivamente em: 1993, incorporado na XXIV Reunião Bial da RSEF, em Jacca; 1994, incorporado na Física 94, na Covilhã; e 1995, incorporado na XXV Bial da RSEF, em Santiago de Compostela.

Está já neste momento a ser organizado o 6.º Encontro Ibérico, que terá lugar de 13 a 17 de Setembro de 1996, em Faro, em paralelo com a Física 96.

## 5. ACTIVIDADES DAS DELEGAÇÕES REGIONAIS

Para além da organização das conferências Física 94 e Física 96, da responsabilidade das Delegações Regionais do

Centro e do Sul e Ilhas, respectivamente, são de destacar ainda as seguintes actividades das Delegações Regionais, conforme descrito com mais pormenor nos respectivos relatórios anuais:

— Organização e realização das provas regionais (anualmente) e nacionais (rotativamente: Lisboa, 1993; Porto, 1994; Coimbra, 1995; Lisboa, 1996) das Olimpíadas de Física;

— Realização de muitas dezenas de colóquios, palestras e encontros de divulgação, destinados a professores, alunos e outro público interessado, e de numerosas acções de formação de professores do ensino secundário;

— Desenvolvimento, com o apoio logístico da D. R. Centro, do Projecto Softciências-Acção Comum das Sociedades Portuguesas de Física, Química e Matemática para a produção e difusão de software educativo. Este Projecto, desenvolvido no âmbito dum protocolo assinado pelas três Sociedades, foi inicialmente financiado pelo Gabinete de Estudos e Planeamento do Ministério da Educação e recebeu em 1995 novos subsídios da JNICT e do Instituto de Inovação Educativa do Ministério da Educação. Foram distribuídas centenas de programas a escolas, professores e alunos interessados e estão em preparação novos programas. Continua igualmente a decorrer um trabalho de catalogação de software e de vídeos para o ensino das ciências.

— Actualização e aperfeiçoamento dos ficheiros regionais informatizados de sócios, tendo em vista criar um ficheiro nacional uniformizado e actualizado, bem como facilitar a comunicação entre as diversas estruturas da Sociedade e entre estas e os sócios.

— Colaboração da D. R. Norte com o Laboratório de Física da FCUP na organização dum "Dia Aberto" (17 e 18 de Maio de 1994) e das actividades integradas no Programa "Viva a Ciência" (22 a 29 de Outubro de 1994), assim como com o Museu de Ciências do Porto na organização da exposição Microscapes (Maio/Junho de 1995).

O número de sócios inscritos nas três Delegações Regionais com quotas pagas pelo menos até ao ano de 1994 é actualmente o seguinte: D. R. Sul e Ilhas — 615, D. R. Centro — 384, D. R. Norte — 390.

Como apreciação geral, importa registar a qualidade das acções desenvolvidas pelas Delegações Regionais e o seu contributo notável na linha dos objectivos que estatutariamente incumbem à SPF.

## **6. ACTIVIDADES DAS DIVISÕES TÉCNICAS**

### **Divisão Técnica de Educação (DTE)**

A DTE promoveu diversas acções de formação e palestras em várias localidades do país. No entanto, dado que as sociedades científicas, como a SPF, não puderam, por lei, coordenar acções de formação do programa FOCO, as actividades da DTE neste domínio foram menos numerosas que em anos anteriores. O novo Governo já deu sinais de pretender corrigir esta situação, tendo convidado as sociedades científicas a desenvolver as suas actividades no campo da formação contínua de professores e a apresentar propostas de acção neste sentido. No seguimento das reuniões tidas com o Governo, o Secretariado-Geral da SPF solicitou à DTE que elaborasse planos de actuação concretos neste campo, a submeter ao Ministério da Educação.

A DTE colaborou ainda activamente na organização e promoção dos Encontros Ibéricos sobre o Ensino da Física realizados em 1993, 1994 e 1995, estando neste momento a organizar o de 1996, em Faro.

Em 1995 a Direcção desta Divisão foi parcialmente substituída, tendo o anterior Coordenador, Prof. João Pires Ribeiro, sido eleito Presidente da D. R. do Sul e Ilhas. Por esta razão, o Conselho Directivo nomeou internamente a Dr.<sup>a</sup> Mercês Sousa Ramos, da Escola Superior de Educação de Lisboa, anterior vogal da DTE, como Coordenadora desta Divisão, até ao termo do mandato em curso.

### **Divisão Técnica de Física Nuclear e Partículas (DTFNP)**

Esta Divisão, coordenada pelo Prof. José Carvalho Soares, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, organizou um Curso e umas Jornadas para professores do ensino secundário em 1993, não tendo, desde então, realizado outras actividades.

### **Divisão Técnica de Física da Matéria Condensada (DTFMC)**

O anterior Coordenador desta Divisão, Prof. João Bessa Sousa, da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, pediu a sua substituição por ter sido eleito Presidente da SPF, cargo que acumula com o de director da Gazeta de Física.

Como ainda não foi possível proceder à eleição duma nova equipa, a DTFMC não realizou actividades neste triénio, para além da colaboração prestada na organização das conferências Física 94 e 96. Com os saldos, ainda disponíveis, resultantes da conferência da EPS realizada em Lisboa em 1990, esta Divisão dispõe, no entanto, de fundos que lhe permitirão levar a cabo numerosas realizações no futuro.

### **Divisão Técnica de Física Atómica e Molecular (DTFAM)**

Neste período, a DTFAM estreitou as suas relações com o Grupo Especializado de FAM da RSEF, tendo sido acordada a organização conjunta de Encontros Ibéricos periódicos. O primeiro realizou-se em Lisboa, em 1993, e o segundo em Bilbau, em 1995, estando previsto o terceiro para Salamanca, em 1997.

A DTFAM manteve ainda ligações com a divisão de Química-Física e com o Grupo de Espectrometria de Massa da Sociedade Portuguesa de Química.

### **Divisão Técnica de Física dos Plasmas (DTFP)**

A DTFP e o Centro de Fusão Nuclear do IST organizaram, em conjunto, a 20th EPS Conference on Controlled Fusion and Plasma Physics que teve lugar em Lisboa, em Julho de 1993.

A DTFP organizou ainda, em 1993, um curso de formação para professores do ensino secundário sobre física dos plasmas e fusão controlada.

### **Divisão Técnica de Óptica (DTO)**

Esta Divisão não realizou qualquer actividade neste triénio, não existindo actualmente Coordenador, apesar dos esforços do Conselho Directivo para encontrar uma equipa coordenadora para esta Divisão.

### **Divisão Técnica de Meteorologia, Geofísica e Astrofísica (DTMGA)**

Embora a DTMGA tenha cerca de 40 sócios inscritos, não surgiu até agora qualquer proposta duma equipa para a sua Direcção, razão pela qual esta Divisão tem estado inactiva.

## 7. PROJECTO "DESENVOLVIMENTO CURRICULAR EM ENSINO EXPERIMENTAL DA FÍSICA ASSISTIDO POR COMPUTADOR — PROPOSTAS METODOLÓGICAS"

Este Projecto foi desenvolvido através dum contrato celebrado entre a SPF, como entidade executora, e o Instituto de Inovação Educacional, como entidade financiadora, sendo responsável pelo Projecto o Prof. António Moreira Gonçalves, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

O Projecto foi concluído em 1995, tendo sido realizados vários protótipos industriais, modulares e expansíveis, para as unidades que permitem ligação a interfaces de Entrada/Saída digital e/ou analógica de computadores MS-DOS, os mais divulgados nas nossas escolas secundárias. Foram igualmente concluídos diversos sensores e/ou transdutores que permitem a medição directa de grandezas físicas, como a velocidade, a aceleração, a temperatura, o campo e o fluxo magnéticos. A exploração destes instrumentos é efectuada através duma interface gráfica que simula no écran do computador aparelhos de medida reais. Foram igualmente identificadas várias aplicações destes instrumentos a situações experimentais exequíveis no ambiente dum laboratório didático, tendo sido elaborado material didático correspondente.

## 8. OLIMPIADAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS DE FÍSICA

Realizaram-se anualmente, conforme é habitual, as Olimpíadas Regionais e Nacionais de Física. Em 1994, aprovou-se um novo Regulamento, que entrou em vigor no ano lectivo de 1994/95, contendo as alterações necessárias para adesão às provas internacionais. De acordo com este Regulamento, a elaboração das provas passou a ser da responsabilidade da Comissão Nacional de Olimpíadas, constituída por: Secretário-Geral, Secretário-Geral Adjunto para os Assuntos Nacionais, Presidentes das Delegações Regionais (Norte, Centro, Sul e Ilhas) e os Profs. Adriano Pedrosa Lima e Manuel Fiolhais, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Procurando uma uniformidade de critérios e uma gestão eficiente dos meios, a partir de 1995 as provas regionais passaram a ser únicas, decorrendo no mesmo dia em cada uma das três Delegações.

Em 1993, através de um subsídio específico da Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia, a SPF enviou o Prof. Manuel Fiolhais como observador à Olimpíada Internacional desse ano, realizada em Williamsburg, Virginia, USA, satisfazendo assim um requisito prévio para participação de uma delegação nacional nas Olimpíadas Internacionais.

Em 1994, a SPF assinou um Procoloco com o Governo, através das Secretarias de Estado da Ciência e Tecnologia e da Educação e do Desporto, nos termos do qual a SPF assume a responsabilidade de organizar as Olimpíadas Regionais e Nacionais de Física e de seleccionar e preparar os alunos que participarão anualmente na Olimpíada Internacional, com total financiamento por parte do Governo.

Assim, já em 1994, a SPF preparou os 5 alunos que participaram na Olimpíada Internacional organizada em Pequim (R. P. China) em Julho, os quais foram acompanhados pelos Profs. Adriano Pedrosa Lima e Manuel Fiolhais, na qualidade de "team-leaders". O Secretário-Geral participou igualmente nestas Olimpíadas, na qualidade de observador.

Nesse mesmo ano, de acordo com um novo regulamento, foram pré-seleccionados 8 alunos que tiveram ao longo do ano lectivo seguinte um complemento à sua formação escolar, assegurado pela Comissão Nacional das Olimpíadas em colaboração com os seus próprios professores. Entre estes alunos foram escolhidos, através de uma prova específica, os 5 alunos que participaram na Olimpíada Internacional de 1995 em Camberra (Austrália).

Neste momento, decorre a preparação complementar dos alunos pré-seleccionados em 1995, que participarão na Olimpíada Internacional de 1996 em Oslo (Noruega) no próximo mês de Julho, acompanhados de novo pelos "team-leaders".

## 9. REVISTAS DA SOCIEDADE

### Gazeta de Física

Esta revista tem vindo a publicar-se com regularidade, ao ritmo de 4 fascículos por ano, sendo distribuída gratuitamente por todos os sócios da Sociedade. Tendo passado por um processo de renovação, desde o primeiro número de 1993, a Gazeta de Física apareceu com um aspecto inteiramente modernizado, com um novo formato, novo estilo de capa, novo arranjo e apresentação do conteúdo, que se espera continue interessante e atractivo

para os sócios. A edição da revista passou a ser feita através de processamento electrónico de texto. Actualmente os seus Directores são os Profs. João Bessa Sousa (FCUP), Filipe Duarte Santos (FCUL) e Carlos Fiolhais (FCTUC).

O processo de renovação continua em curso, estando prevista a criação de rubricas com notícias de interesse para os sócios. Pensa-se constituir num futuro próximo um Conselho Redactorial apropriado, que substitua nessas funções o Conselho Directivo da SPF.

### Portugaliae Physica

Não foi publicado qualquer número neste triénio. O Conselho Directivo propôs, e a Assembleia Geral aprovou, que depois de publicados os artigos em carteira, fosse suspensa a publicação e realizado um estudo sobre a viabilidade de uma revista como a *Portugaliae Physica* continuar a existir e, no caso afirmativo, em que moldes e com que objectivos.

## 10. RELAÇÕES INTERNACIONAIS

### European Physical Society (EPS)

A SPF tem acompanhado de perto as actividades e iniciativas da EPS e tem tido ela própria um papel activo na definição destas iniciativas. Este papel activo resulta da participação no EPS Council do representante da SPF (até 1994 o actual Secretário-Geral da SPF e desde então o Presidente), e do facto do actual Secretário-Geral continuar a ser membro do Executive Committee.

De entre as iniciativas em que a SPF participou activamente há que salientar três particularmente importantes: i) A reestruturação da EPS, através da qual todos os sócios das Sociedades Nacionais passaram a ter privilégios análogos aos dos IOM. A EPS passou assim a representar cerca de 60 000 Físicos Europeus. A implementação desta reestruturação foi realizada a partir de 1 de Janeiro de 1995; ii) O prosseguimento do *European Mobility Scheme for Physics Students*, em que participam actualmente cerca de 167 universidades europeias, incluindo todas as universidades públicas portuguesas, exceptuando a do Algarve; iii) A criação dum *EPS Interdivisional Group on Physics Education*, aprovada em 1994, sob proposta do Secretário-Geral da SPF.

A criação do *Interdivisional Group on Physics Education*, visa precisamente incrementar as actividades da EPS no âmbito do ensino e, através disso, atrair para a EPS os professores do ensino secundário e os estudantes de Física. Quanto aos sócios da SPF que são físicos profissionais, como universitários ou investigadores, deseja-se que todos se tornem sócios da EPS de acordo com a nova estrutura, passando todos a ter o direito de participar nas Divisões da EPS, a eleger e a ser eleitos em todas as votações para os órgãos directivos da EPS e suas Divisões, e a receber gratuitamente a revista *Europhysics News*.

O *Mobility Scheme* acima referido teve início em 1993/94, com financiamento dos programas ERASMUS TEMPUS, e da Fundação SOROS. Tem promovido uma ampla permuta de estudantes de Física entre as universidades aderentes e apoia-se num banco de dados, contendo informações sobre currícula e organização dos estudos em todas as universidades aderentes, sediado na universidade de Manchester. Cada universidade aderente tem um Coordenador do *Mobility Scheme*, tendo todos os Coordenadores responsabilidade de colocar e actualizar no banco de dados a informação respeitante à sua universidade. O *Mobility Scheme* é gerido por um *Mobility Committee*, cujos membros são nomeados pelo EPS Executive Committee, atendendo a uma equilibrada representação das diversas regiões europeias. Por acordo entre a SPF e a Real Sociedade Espanhola de Física, Portugal e Espanha estão representados no *Mobility Committee* pela Prof.<sup>a</sup> Ana Maria Eiró, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Finalmente, é de realçar que se mantém a participação da SPF na revista *Europhysics Letters*, na qualidade de *Associate Partner*, revista esta que se tem afirmado cada vez mais no campo da reputação científica e que conseguiu igualmente alcançar alguma solidez financeira.

#### **International Union of Pure and Applied Physics (IUPAP)**

Portugal é membro da IUPAP desde 1984, através da SPF, tendo sido regularmente pagas as quotas anuais devidas por esta participação, inicialmente pelo INIC, e actualmente, pela JNICT. A representação

Portuguesa na IUPAP é neste momento assegurada pelo Presidente da SPF, Prof. João Bessa Sousa.

#### **International Union of Crystallography (IUCr)**

O nosso país continua a pertencer à IUCr através da SPF. A representação Portuguesa é assegurada pela Prof.<sup>a</sup> Maria Arménia Carrondo, do IST, por nomeação do Conselho Directivo, sob proposta do anterior representante, Prof. Manuel Amaral Fortes.

#### **Real Sociedade Espanhola de Física (RSEF)**

No âmbito do Protocolo assinado com a RSEF, têm-se realizado anualmente os Encontros Ibéricos sobre o Ensino da Física. Ainda no âmbito deste Protocolo, têm sido asseguradas representações institucionais da RSEF nos nossos Encontros Nacionais (Física 94 e Física 96), bem como representação da SPF nos Encontros Bienais de Espanha. Conforme já foi referido, está em curso a organização conjunta pelas RSEF e SPF da 10th General Conference of the European Physical Society, EPS 10 Trends in Physics que terá lugar em Sevilha de 9 a 13 de Setembro de 1996.

#### **11. ALTERAÇÕES AO REGULAMENTO DA SPF**

O Conselho Directivo aprovou um novo Regulamento de gestão, segundo o qual a cobrança de quotas e a gestão de ficheiro dos sócios fica centralizada ao nível do Secretariado-Geral. O Secretariado e as Delegações apresentam no final de cada ano um orçamento para o ano seguinte, que é discutido e aprovado no Conselho Directivo. As verbas constantes dos orçamentos regionais são disponibilizadas para as Delegações Regionais pelo Secretariado-Geral.

#### **12. PATRIMÓNIO**

O Secretariado da SPF continuou a assegurar neste triénio a gestão das instalações comuns às Sociedades Portuguesas

de Física, Química, Matemática e Filosofia, na Av. da República, 37-4.º, em Lisboa, instalações que lhes servem de sede.

Como material mais relevante para as Instalações de Lisboa, adquiriu-se para a Delegação do Sul e Ilhas um Macintosh e recentemente, para a Divisão Técnica de Educação, um Pentium e uma impressora de jacto de tinta.

#### **13. CONTAS**

A situação financeira actual é razoável, graças sobretudo a receitas próprias provenientes da organização das Conferências Nacionais de Física e Internacionais. A Sociedade depende ainda fortemente, no entanto, de subsídios provenientes de instituições de financiamento de ciência, tecnologia e educação, situação esta que causa alguma preocupação. O principal desafio para o futuro deve ser assim centrado numa gestão mais eficiente da colecta de quotas, bem como num aumento das receitas próprias, através da promoção de mais actividades e da prestação de serviços à comunidade científica e educativa, na linha dos objectivos que estatutariamente competem à Sociedade.

#### **14. AGRADECIMENTOS**

A finalizar este relatório o Conselho Directivo da SPF deseja manifestar o seu profundo agradecimento a todas as instituições que durante o triénio 1993-95 apoiaram as múltiplas actividades descritas neste relatório. Na impossibilidade de citar todas essas instituições, não queremos deixar de registar aqui os nossos agradecimentos às seguintes:

- Ministério da Educação;
- Secretaria de Estado da Ciência e da Tecnologia;
- Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica;
- Fundação Calouste Gulbenkian;
- Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade de Porto;
- Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa;
- Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

## ECM-17

# SEVENTEENTH EUROPEAN CRYSTALLOGRAPHIC MEETING

Lisboa, 24-28 Agosto 1997

### SCIENTIFIC PROGRAMME

The scientific programme will include plenary lectures, invited talks and oral presentations inserted in micro-symposia and poster sessions. Emphasis will be given to areas such as protein crystallography, electron microscopy, solid state chemistry, powder diffraction and applications of synchrotron radiation.

The Programme Committee welcomes all types of contributions within Crystallography. Among others, the following topics will be covered:

- Biological Macromolecules:
  - Protein-nucleic acids interactions
  - Enzymes/Metalloproteins/Glycoproteins
  - Cell surface proteins
  - Macromolecules in signal transduction
- Small Molecules/Organometallic/Co-ordination compounds
- Supramolecular crystal chemistry
- Inorganic compounds/Minerals
- Materials:
  - Amorphous/Modulated structures/Quasicrystals
  - Nano and mesoscopic materials
  - Surface and interfaces
  - Structure-properties relationships
- Diffraction techniques:
  - X-rays/Neutrons/Electrons
  - Electron densities; Powder methods
- Methods for structure determination:
  - Phasing, ab initio and MAD
  - High resolution studies
  - Refinement of macromolecular structures
  - Structure validation
- Local structure by X-ray absorption spectroscopy
- Electron microscopy
- Structural phase transitions/High pressure studies
- Crystal growth
- Synchrotron radiation/Instrumentation
- Data bases
- Symmetry theory/Crystallography teaching

### ORGANIZING COMMITTEE

Maria João Basto, IST; Maria Arménia Carrondo, IST (chairperson); António Correia dos Santos, FC/UL; Maria Teresa Duarte, IST; Maria Ondina Figueiredo, UN/IICT; Fernanda Margarido, IST; Maria João Romão, IST.

### EXHIBITIONS

Commercial products, equipment and literature relevant to all fields of Crystallography will be on exhibition during the Conference. Non commercial exhibitions related to Crystallography are also welcome.

### PRE-REGISTRATION FORM

Surname: \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_

Title (Prof., Dr., Ms., Mr.): \_\_\_\_\_

Address: \_\_\_\_\_

Phone: \_\_\_\_\_

Fax: \_\_\_\_\_

e-mail: \_\_\_\_\_

I wish to present a communication: yes/no

Areas of special interest: \_\_\_\_\_

Please send a pre-registration form by e-mail not later than March 1996

Any questions concerning to ECM-17 should be addressed by e-mail to romaom@itqb.unl.pt

ECM 17/Secretariat Dept. Engenharia Química,  
Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais, 1096  
Lisboa, Portugal

G A Z E T A D E

**FÍSICA**