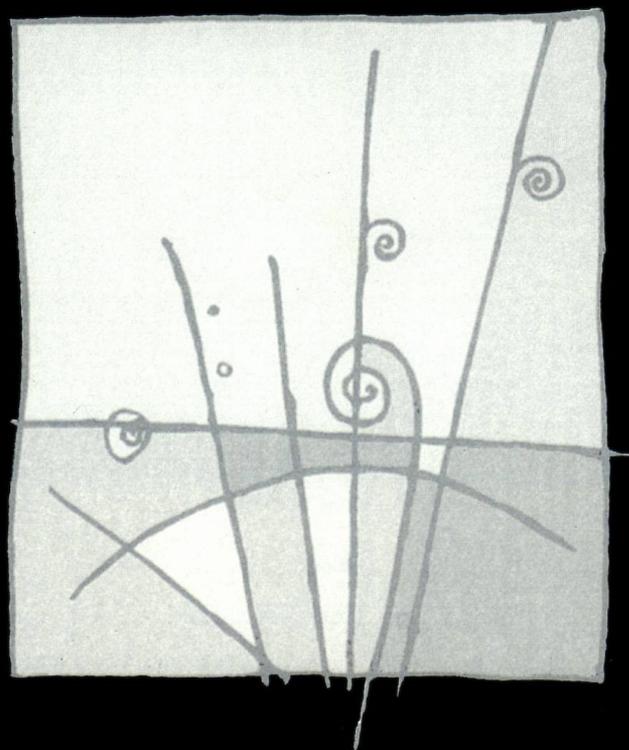


G A Z E T A D E

FÍSICA



Física 98

SOCIEDADE PORTUGUESA DE FÍSICA

VOL. 20 • FASC. 4 • 1997 • PUBLICAÇÃO TRIMESTRAL • OUTUBRO / DEZEMBRO

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 4 — 1997

Redacção e Administração

Avenida da República, 37-4.º — 1050 Lisboa

Telefone (01) 7973251

Fax (01) 7952349

Director

João Bessa Sousa (FCUP)

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

Florbela Martins Teixeira

Execução Gráfica

Imprensa Portuguesa

Rua Formosa, 103-116 — 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 3500 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 — 1050 Lisboa.**



SUMÁRIO

2

RECORDANDO THOMAS S. KUHN (1922-1996)

I – O Filósofo das Ciências

Margarida Fragoso, Ricardo Laranjeira, Olga Santo e Ana Simões

7

O ARQUIVO GUIDO BECK E A HISTÓRIA
DA FÍSICA TEÓRICA EM PORTUGAL

Antonio Augusto Passos Videira

13

ARREFECIMENTO E APRISIONAMENTO DE ÁTOMOS COM LASERS

A. S. Rodrigues

15

TELESCÓPIOS E OBSERVAÇÕES ASTRONÓMICAS

Guilherme de Almeida

21

OLIMPÍADAS DE FÍSICA

24

EDUCAÇÃO EM FÍSICA

26

EXAMES NACIONAIS DO 12.º ANO

28

NOTICIÁRIO SPF

31

HOMENAGEM A JOÃO DE ALMEIDA SANTOS

RECORDANDO THOMAS S. KUHN (1922-1996): O FILÓSOFO E O HISTORIADOR DAS CIÊNCIAS

I – O Filósofo das Ciências

MARGARIDA FRAGOSO, RICARDO LARANJEIRA,
OLGA SANTO e ANA SIMÕES

Departamento de Física, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa,
Campo Grande, C1, 1700 Lisboa

Fez a 17 de Junho de 1997 um ano que morreu o historiador e filósofo das ciências americano Thomas S. Kuhn. A popularidade de Kuhn ficou essencialmente a dever-se à obra *The Structure of Scientific Revolutions*, onde expunha a sua tese sobre a forma como as transformações científicas ocorrem. Trata-se de uma obra charneira da sociologia das ciências, ao atribuir um papel fundamental aos cientistas enquanto actores do desenvolvimento científico¹. Mas a importância de Kuhn ultrapassa largamente a desta obra. Pretende-se neste pequeno trabalho recordar Kuhn nas suas múltiplas facetas e, em particular, referir algumas das suas contribuições enquanto historiador da física: por um lado, o seu impacto esteve por vezes aquém do merecido; por outro lado, as suas implicações historiográficas permitem rever o contexto em que se desenvolveu a própria disciplina da história das ciências nos Estados Unidos da América após os anos cinquenta.

Natureza da ciência

No livro *The Structure of Scientific Revolutions*², Kuhn faz uma análise da natureza da ciência onde adopta uma perspectiva não cumulativa do desenvolvimento científico. Segundo Kuhn, este é caracterizado essencialmente por períodos de *ciência normal* interrompidos por períodos de crise a que se seguem eventualmente períodos de *revolução científica*. Em suma, de acordo com a visão kuhniana da ciência, o desenvolvimento científico pode ser esquematizado pelas seguintes etapas: ciência pré-paradigmática → ciência normal → crise → revolução científica → ciência normal → ...

O período de *ciência pré-paradigmática* é um período de imaturidade científica no qual várias escolas competem entre si na explicação de determinados fenómenos da natureza, podendo existir divergências até ao nível do(s) objecto(s) de estudo e da abordagem a seguir. Enfim, coexistem diferentes concepções da natureza que Kuhn caracterizou como *incomensuráveis*³, um adjectivo que tam-

bém aplicou aos paradigmas em disputa no período de revolução científica.

A *ciência normal* é a actividade que se efectua no contexto de um *paradigma* aceite por uma determinada *comunidade científica*. Kuhn estabelece assim uma conexão estreita entre comunidade científica e paradigma: "um paradigma é aquilo que os membros de uma comunidade partilham e, inversamente, uma comunidade científica é composta por pessoas que partilham um paradigma"⁴. Por outras palavras, Kuhn pretende esclarecer que, por um lado, no período de ciência pré-paradigmática não só não se faz ciência como não existe uma comunidade científica mas sim um grupo de estudiosos, e que, por outro lado, são estes estudiosos que vão fornecer pistas que conduzirão à construção de um único paradigma estabelecendo-se assim um período de ciência normal. Em suma, as noções de paradigma, de ciência normal e de comunidade científica estão profundamente relacionadas: há ciência quando existe uma comunidade que aceita consensualmente um paradigma.

Paradigma

Ciência normal

Revolução científica

Incomensurabilidade

Relativismo

A noção de paradigma

A noção de paradigma, central à proposta kuhniana, e em particular fundamental na caracterização da ciência normal, foi desde o início, dada a multiplicidade dos significados que Kuhn lhe conferiu, um dos seus conceitos mais controversos. Reportando-se ao seu significado etimológico⁵ Kuhn justifica a escolha deste termo na medida em que “alguns exemplos aceites de prática científica real — exemplos que incluem simultaneamente lei, teoria, aplicação e instrumentação — proporcionam modelos dos quais brotam tradições específicas coerentes de pesquisa científica”⁶. Mas a noção de paradigma é usada num sentido muito mais amplo. Abarca então o conjunto de todas as leis e teorias partilhadas pelos cientistas, as regras metodológicas que regulam a prática científica e a aplicação ou extensão das teorias e modelos, e ainda pressupostos metafísicos, uma visão do mundo, um quadro conceptual, e até mesmo um esquema vago e impreciso da forma como a natureza se comporta.

A polémica que se gerou em torno desta noção⁷ levou Kuhn, na segunda edição do livro *The Structure of Scientific Revolutions*, à sua substituição pela noção de matriz disciplinar: “disciplinar” porque se refere à posse comum aos praticantes de uma disciplina particular; “matriz” porque é composta por elementos ordenados de várias espécies, cada um deles exigindo uma especificação adicional.”⁸ A matriz disciplinar subdivide-se então em quatro tipos de elementos: as *generalizações simbólicas*, os *paradigmas metafísicos*, os *valores* e os *modelos (exemplars)*, este último termo correspondendo à acepção tradicional de paradigma. As generalizações simbólicas incluem as leis e as definições de alguns dos símbolos nelas presentes. Os paradigmas metafísicos são as crenças partilhadas por uma comunidade durante um determinado período. Os valores incluem um conjunto de critérios — de simplicidade, de coerência interna, de plausibilidade — compartilhados pelos cientistas. Por fim, os modelos designam “as soluções concretas de problemas que os estudantes encontram desde o início da sua educação científica, quer nos laboratórios, exames ou no fim dos capítulos dos manuais científicos”⁹, sendo através da aprendizagem dessas soluções modelares que o estudante adquire a sua formação científica.

O paradigma ou matriz disciplinar apresenta-se, deste modo, com um carácter simultaneamente *poderoso* e *incompleto*: *poderoso* porque foi capaz de realizações

suficientemente notáveis para subtrair um grupo coeso de adeptos a outras formas de actividade científica concorrentes; *incompleto* porque foi capaz de fornecer ao novo grupo de investigadores numerosos problemas experimentais e teóricos a resolver.



Thomas S. Kuhn (1922-1996) iniciou a sua carreira como físico, concluindo o seu doutoramento com o Nobel da física John H. Van Vleck. No início dos anos cinquenta, Kuhn virar-se-ia para a história, e depois para a filosofia das ciências. A sua vida académica levou-o da universidade de Harvard (1951-56) até à universidade de Berkeley (1956-64), a Princeton (1964-68) e finalmente ao MIT, onde se encontrava desde 1979.

Nesta óptica, a ciência normal concentra todas as suas forças na interpretação dos fenómenos observáveis, na articulação e extensão do paradigma, procurando-se a solução de novos problemas entre as soluções dos problemas já anteriormente encontradas. Para que um tal esforço seja bem sucedido é necessário que o novo problema seja formulado em termos “correctos”, isto é, se possa assemelhar ao tipo de questões a que o paradigma já respondeu. É este o tipo de actividade que Kuhn denomina *resolução de enigmas ou problemas-puzzle (puzzle-solving activity)*. A motivação individual para o trabalho científico assenta pois, na convicção de que “se for suficientemente engenhoso, (o cientista) conseguirá solucionar um enigma que ninguém até então resolveu ou, pelo menos, não resolveu tão bem”¹⁰. Com efeito, um fracasso na sua resolução não põe em causa o paradigma mas tão só as capacidades do cientista.

O aspecto aparentemente mais desconcertante da ciência normal reside nesta não se propor à partida grandes descobertas: a sua actividade centra-se em torno da resolução de enigmas de acordo com regras previamente estabelecidas. Kuhn afirma mesmo que a ciência normal quando é bem sucedida, não o é por

ter encontrado novidades no domínio dos factos ou da teoria.

As crises em ciência

Em qualquer período de ciência normal, os problemas-puzzles por resolver não são tomados como instâncias falsificadoras do paradigma, mas adquirem o estatuto de anomalias, potenciais desencadeadoras de uma *crise*. Como Kuhn faz notar, os primeiros ataques a um problema não resolvido obedecem às regras ditadas pelo paradigma vigente, mas à medida que o problema persiste as sucessivas tentativas de solução vão envolvendo cada vez mais articulações menores do paradigma. Com a proliferação de articulações divergentes, as regras da ciência normal vão sofrendo um enfraquecimento gradual até que a certa altura “embora ainda exista um paradigma, poucos são os praticantes que concordam inteiramente”.

ramente sobre o que ele representa. Mesmo soluções-padrão de problemas já anteriormente resolvidos são agora questionadas" ¹¹. A investigação em períodos de crise assemelha-se à investigação em períodos de ciência pré-paradigmática, o que levou o filósofo da ciência Ronald N. Giere ¹² a sustentar que seria mais correcto, na perspectiva cíclica de ciência defendida por Kuhn, substituir a noção de ciência pré-paradigmática pela de ciência multi-paradigmática.

International Encyclopedia of Unified Science	
Volume 2 · Number 2	
The Structure of Scientific Revolutions	
Thomas S. Kuhn	
Contents:	
PREFACE	v
I. INTRODUCTION: A ROLE FOR HISTORY	1
II. THE ROUTE TO NORMAL SCIENCE	10
III. THE NATURE OF NORMAL SCIENCE	23
IV. NORMAL SCIENCE AS PUZZLE-SOLVING	35
V. THE PRIORITY OF PARADIGMS	43
VI. ANOMALY AND THE EMERGENCE OF SCIENTIFIC DISCOVERIES	52
VII. CRISIS AND THE EMERGENCE OF SCIENTIFIC THEORIES	66
VIII. THE RESPONSE TO CRISIS	77
IX. THE NATURE AND NECESSITY OF SCIENTIFIC REVOLUTIONS	92
X. REVOLUTIONS AS CHANGES OF WORLD VIEW	111
XI. THE INVISIBILITY OF REVOLUTIONS	136
XII. THE REVOLUTION OF REVOLUTIONS	141
XIII. PROGRESS THROUGH REVOLUTIONS	160
POSTSCRIPT—1969	174

A questão da anomalia é introduzida (ainda que metaforicamente) através de experiências psicológicas ilustrativas da dificuldade com que uma "novidade inesperada" surge, e da "resistência à evidência" por parte dos que a encontram. São as anomalias rotuladas como significativas que podem levar à descoberta de inesperados tipos de fenómenos ou de entidades. Mas como distinguir, recorda Hoyningen-Huene, entre uma "mera" anomalia, e uma anomalia "significativa"? ¹³ Kuhn aponta quatro factores relevantes na identificação de uma anomalia significativa: discrepância entre previsões teóricas quantitativas e dados observacionais ou experimentais; conflito crescente face a desenvolvimentos subsequentes do paradigma; resistência ao longo de extensos períodos de tempo a sucessivas tentativas de solução; (re)aparecimento da mesma anomalia em diferentes laboratórios ou proliferação de diferentes anomalias todas associadas ao mesmo problema de raiz. O crescente rigor e alcance do paradigma, dotando-o simultaneamente de uma enorme sensibilidade, torna-o um detector eficaz de anomalias, e um "alarme" pronto a identificar a necessidade de mudança de paradigma. Percebe-se finalmente porque é que "a ciência normal — um empreendimento não dirigido para as novidades e que em princípio tende a suprimi-las — pode, não obstante, ser tão eficaz a convocá-las" ¹⁴.

As revoluções científicas

Segundo Kuhn, uma crise termina de uma de três formas: ou a ciência normal resolve o problema "in extremis", ou a solução do problema é adiada, ou finalmente um novo candidato a paradigma surge e desencadeia uma batalha pela sua aceitação, estando esta última situação associada à ocorrência de uma revolução científica: ¹⁵

A decisão de rejeitar um paradigma é sempre simultaneamente a de aceitar outro e o julgamento conducente a tal decisão envolve a comparação de ambos os paradigmas com a natureza *assim* como a sua comparação mútua.

É exactamente na ausência de um critério objectivo que permita avaliar os dois paradigmas rivais que a metáfora política melhor se aplica. Nas revoluções políticas, é a ausência de uma estrutura supra-institucional competente para julgar diferenças revolucionárias que conduz as partes beligerantes ao uso da persuasão, à manipulação e, porventura, finalmente à força. Nas revoluções científicas, diferentes paradigmas traduzem simultaneamente teorias, métodos e padrões científicos diferentes, pelo que na ausência de um critério que permita julgar de forma isenta essas diferenças, as partes em conflito invariavelmente travarão um diálogo de surdos: "Cada grupo usa o seu próprio paradigma para argumentar em defesa desse mesmo paradigma" ¹⁶. Este tipo de argumento circular não pode visar, por definição, mais que a simples persuasão. É neste sentido que Kuhn defende que dois paradigmas rivais são *incomensuráveis*. Tudo se passa como se os seus proponentes "vivessem em mundos diferentes" e a mudança de paradigma é comparada a uma *mudança gestalt* ou a uma *conversão religiosa*.

A incomensurabilidade kuhniana evidencia-se a dois níveis particularmente interessantes: por um lado, como acabou de se ver, na escolha entre paradigmas rivais, por outro lado, na demarcação entre ciência e não ciência. Uma breve incursão em *The Essential Tension* ¹⁷, permite-nos sugerir que, relativamente ao problema da demarcação, Kuhn o situa ligado à existência de uma tradição de ciência normal. Confrontando a sua tese com a do filósofo da ciência Karl Popper, Kuhn afirma:

Um olhar cuidadoso para o empreendimento científico sugere que ele é ciência normal, onde o género de testes de Sir Karl não ocorre, e não ciência extraordinária, que distingue com mais clareza a ciência de qualquer outro empreendimento. Se existe um critério de demarcação (julgo que não devemos procurar um critério rotundo ou decisivo), ele pode estar exactamente nessa parte da ciência que Sir Karl ignora ¹⁸.

Testar enunciados, à maneira popperiana, é uma actividade que Kuhn situa no período de ciência extraordinária. Por outro lado, os critérios popperianos de prova por confronto com a observação e a experiência não são mais que uma das faces da moeda, cuja outra face é uma tradição de solução de enigmas. Kuhn finaliza, exemplificando que a astrologia não é uma ciência, não porque os seus praticantes não façam previsões testáveis, mas porque não foram capazes de fundar uma tradição de ciência normal. O critério de demarcação passa então, de acordo com Kuhn, por uma tradição normal de investigação associada a um único paradigma.

A questão do progresso científico

Na última secção do ensaio *The Structure of Scientific Revolutions*, Kuhn retoma a questão do progresso científico e pergunta: "Um campo de estudos progride porque é uma ciência ou é uma ciência porque progride?"¹⁹. Kuhn sublinha a existência de um progresso particularmente rápido nos períodos de ciência normal. Uma comunidade científica amadurecida trabalhando no contexto dum paradigma, e relativamente independente face às solicitações exteriores, torna-se especialmente competente e eficaz. O progresso científico normal contabilizado, por exemplo, pelo número de problemas resolvidos, fica assim assegurado, e tal progresso é ainda *cumulativo*.

É a revolução que confere ao desenvolvimento científico o seu carácter *não cumulativo*. Mesmo que o novo paradigma pareça uma extensão do anterior, este é transformado retrospectivamente, sob a direcção explícita do paradigma mais recente. Kuhn exemplifica esta ideia mostrando que a dinâmica newtoniana pode ser derivada da dinâmica relativista, mas que o contrário não é possível. Na derivação da dinâmica newtoniana a partir da dinâmica relativista "não foram apenas as formas das leis que mudaram. Tivemos de alterar simultaneamente os elementos estruturais fundamentais que compõem o universo ao qual se aplicam."²⁰ No entanto, ao conduzirem inexoravelmente ao triunfo de um paradigma capaz de sustentar uma nova etapa de ciência normal, os cientistas admitirão sem qualquer hesitação que a revolução científica acarretou um progresso indiscutível. O protagonismo atribuído por Kuhn à comunidade científica está especialmente patente no julgamento que esse grupo faz do progresso da sua actividade:

afirmará alguma vez o grupo vencedor que o resultado da sua vitória é algo menos que progresso? Isso equivaleria a admitir que o grupo vencedor estava errado e os seus opositores certos. Pelo menos, para o grupo vitorioso, o resultado de uma revolução tem que ser o progresso²¹.

Apesar de posições como esta parecerem muito próximas do relativismo, Kuhn defende o progresso científico na medida em que "embora os novos paradigmas raramente ou nunca possuam todas as capacidades dos seus predecessores, geralmente preservam o que as realizações científicas passadas possuem de mais concreto, e além disso, permitem sempre soluções concretas de problemas adicionais"²². Mas, adverte imediatamente a seguir que a sua posição não é também *não-relativista*: "Dizer isto, não é sugerir que a habilidade para resolver problemas constitua a única base ou uma base inequívoca para a escolha de paradigmas"²³.

Embora a actividade científica seja progressiva, não se encaminha em direcção a um fim previamente estabelecido. Na ausência de um mapa que conduza à verdade, as transformações científicas efectuam-se tal como a evolução por selecção natural na teoria de Darwin — a luta pela sobrevivência produz organismos cada vez mais elaborados, mais articulados e mais especializados.

Questões em aberto

Várias questões escapam ao âmbito desta obra. Entre elas, encontram-se as que dizem respeito aos "mecanismos responsáveis pelo processo de transição"²⁴ entre os vários períodos que caracterizam o desenvolvimento científico. Outras questões não foram completamente esclarecidas e têm vindo a ser, por isso mesmo, alvo de numerosas discussões. Entre outras, refirmam-se a possibilidade de identificação de regras de investigação em ciência normal; a invisibilidade das revoluções e os factores que a determinam; as inextricáveis conexões entre as noções de ciência e progresso; o problema da demarcação e a concomitante elaboração de um critério que permita distinguir a ciência da não-ciência; e a temática da anomalia. Finalmente, a questão da incomensurabilidade constituía o tema do livro em que Kuhn trabalhava quando morreu e que esperamos venha a ser publicado postumamente.

Notas e Bibliografia

- [1] A ideia deste artigo surgiu no final do segundo semestre de 1995-1996, semestre em que pela primeira vez funcionou a cadeira opcional de Fundamentos Epistemológicos da Física Contemporânea. Um dos trabalhos que tinha sido pedido era uma recensão crítica do livro de Kuhn *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Esta obra, publicada em 1962, portavo dos positivistas lógicos, viria a vender mais de um milhão de cópias e a ser traduzida em dezasseis línguas. Quando soubemos que Kuhn morreria pensámos que esse trabalho podia ser um ponto de partida para uma homenagem ao filósofo e historiador das ciências.

- [2] Thomas S. Kuhn, *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago: Chicago University Press, 1962, 1.ª edição, 1970, 2.ª edição). Tradução brasileira: *A Estrutura das Revoluções Científicas* (Editora Perspectiva, 1995, 3.ª edição). Na segunda edição, Kuhn acrescentou um posfácio em que responde a inúmeras críticas. A tese de Kuhn foi em parte desenvolvida na sequência do trabalho que conduziu ao livro Thomas S. Kuhn, *The Copernican Revolution* (Cambridge: Harvard University Press, 1957). Tradução portuguesa: *A Revolução Copernicana* (Lisboa: Edições 70, 1990). Mais respostas a críticas podem encontrar-se em Thomas S. Kuhn, *The Essential Tension — Selected Studies in Scientific Tradition and Change* (Chicago: University of Chicago Press, 1977). Tradução portuguesa: *A Tensão Essencial* (Lisboa: Edições 70, 1989).
- [3] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 4.
- [4] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 176.
- [5] m. Modelo. Gram. Exemplo ou tipo de conjugação ou declinação gramatical (Lat. *paradigma*) in Cândido de Figueiredo, ed., *Grande Dicionário da Língua Portuguesa*, (Venda Nova: Bertrand Editora, 1991, 24.ª edição).
- [6] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 10.
- [7] Por exemplo, M. Masterman, "The Nature of Paradigm" in Lakatos, Musgrave, eds., *Criticism and the Growth of Knowledge* (New York: Cambridge University Press, 1974) identifica 21 significados diferentes para o conceito de paradigma.
- [8] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 182.
- [9] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 187.
- [10] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 38.
- [11] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 83.
- [12] Ronald N. Giere, "A Natureza da Ciência — Uma perspectiva iluminista pós-moderna", *Colóquio Ciências* 6 (1989).
- [13] Paul Hoyningen-Huene, *Reconstructing Scientific Revolutions—Thomas S. Kuhn's Philosophy of Science* (Chicago: University of Chicago Press, 1993), pp. 223-236.
- [14] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 64.
- [15] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 77.
- [16] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 94.
- [17] Kuhn, *Tensão Essencial* (ref. 1), pp. 327-336.
- [18] Kuhn, *Tensão Essencial* (ref. 1), p. 330. Para Kuhn, a ciência extraordinária está associada aos períodos de crise e de revolução.
- [19] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 162.
- [20] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 102.
- [21] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 166.
- [22] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 169.
- [23] Kuhn, *Scientific Revolutions* (ref. 1), p. 169.
- [24] Giere, "Natureza da Ciência" (ref. 13), p. 75.

Margarida Fragoso é licenciada em Física pela FCUL e está a concluir uma pós-graduação em "Engenharia de Qualidade de Equipamentos Médicos" na Escola Nacional de Saúde Pública. Ricardo Laranjeira e Olga Santo são alunos do 4.º ano da licenciatura em Física do Departamento de Física da FCUL. Ana Simões é doutorada em História e Filosofia das Ciências pela Universidade de Maryland, College Park, USA (1993) é actualmente professora auxiliar do DFFCUL.

III Iberian Joint Meeting on Atomic and Molecular Physics

May 4-7, 1998

Mira, Portugal

The meeting is organized under the auspices of the Iberian Physical Societies: Sociedade Portuguesa de Física and Real Sociedad Española de Física. It is sponsored by Fundação para a Ciência e Tecnologia, Fundação Calouste Gulbenkian, FCTUC — Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra and Departamentos de Física e Química da FCTUC, among other Institutions.

Scope and programme: The scientific programme will consist of invited lectures and poster communications covering all areas of atomic and molecular physics.

PRE-REGISTRATION

(Deadline: Decembre 15, 1997)

Organizing Committee: A. J. C. Varandas, M. S. S. C. P. Leite, M. F. O. P. Santos, M. M. F. R. Fraga, J. M. C. Marques, S. P. J. Rodrigues.

Scientific Committee: A. Aguilar, F. Castaño, G. Delgado-Barrio, M. S. S. C. P. Leite, J. P. Marques, A. C. Moutinho, I. Nebot-Gil, A. J. C. Varandas.

CORRESPONDENCE

IBER98 — Secretariado a/c Cláudia Martins, Química Teórica & Computacional, Departamento de Química, Universidade de Coimbra, P-3049 Coimbra Codex, Portugal. Tel.: 351.39.852080; Fax: 351.39.27703; E-mail: iber98@cygnus.ci.uc.pt.

O ARQUIVO GUIDO BECK E A HISTÓRIA DA FÍSICA TEÓRICA EM PORTUGAL

ANTONIO AUGUSTO PASSOS VIDEIRA

Coordenação de Informação e Documentação — Observatório Nacional (CNPq)
Rua General José Cristino, n.º 77, São Cristóvão — 20921-400
Rio de Janeiro — RJ — Brasil
e-mail: guto@on.br

e
Departamento de Filosofia — Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Rua São Francisco Xavier, n.º 524, 9027B, Maracanã, CEP: 20550-013
Rio de Janeiro — RJ — Brasil

O principal objectivo do presente artigo é tornar pública à comunidade científica portuguesa interessada em História da Física a existência de um projecto que vem sendo realizado no Rio de Janeiro desde Maio de 1992 sobre a relevância científico-pedagógica do físico teórico austríaco Guido Beck (Liberec, 29/08/1903; Rio de Janeiro, 21/10/1988). Beck teve uma vida intensa e interessante, tendo desempenhado as suas actividades profissionais por dez países de diferentes continentes. Entre esses países, encontra-se Portugal, onde Beck trabalhou entre Dezembro de 1941 e Março de 1943. Apresentamos também algumas das actividades realizadas por Beck em Portugal. Finalmente, fornecemos uma lista dos trabalhos que Beck publicou ou quando ainda se encontrava em Portugal ou em revistas portuguesas, além de uma listagem das cartas «portuguesas» de Beck.

I — Introdução

Ao embarcar no porto de Lisboa em direcção a Buenos Aires em Abril de 1943, Guido Beck, perto de completar 40 anos de vida, deixava para trás o velho continente europeu, o qual, uma vez mais, era palco de uma guerra, e que, como todas as anteriores, conseguia superar, em horror e atrocidades, as suas precedentes. Apesar de ter, e como era de seu feitio, trabalhado, bem e bastante, em terras portuguesas, Beck, e, podemos dizê-lo, infelizmente, não conseguiu realizar o seu maior objectivo e que o levava a transferir-se de Lyon — cidade em que estava situado o Instituto de Física Atómica dirigido por Jean Thibaud e onde ele havia trabalhado até ser internado num campo para prisioneiros políticos quando da invasão da França pelas tropas alemãs — para Portugal: salvar a sua mãe, detida na antiga Checoslováquia, seu país natal, do perigo nazi [1]. Sem chances de salvá-la, sem emprego fixo nas

universidades europeias, Beck, além de judeu, era cidadão austríaco, sub-aproveitado pela incipiente comunidade científica portuguesa, não vê outra saída que aquela por ele tantas vezes já utilizada: emigrar. Emigrar para um novo país, com uma nova língua e, como em outras ocasiões, com pouquíssima tradição científica. Beck, contudo, já se acostumara a ser o difusor, quiçá introdutor, das recentes teorias da física teórica desenvolvida neste século XX, algumas das quais ele havia sido, pelo menos, testemunha ocular. Afinal, Beck havia sido pioneiro na antiga Checoslováquia (Praga, 1933-1934), nos Estados Unidos (Kansas City, 1934-1935), na ex-União Soviética (Odessa, entre os anos de 1935 e 1937) e em Portugal (Lisboa, Coimbra e Porto, entre Dezembro de 1941 e Março de 1943). Também em Portugal, Beck foi um dos principais responsáveis pelo surgimento e/ou fortalecimento de uma nascente comunidade em física teórica [2].



Guido Beck (1903-1988)

Apesar de ter nascido na cidade de Liberec, localizada no então existente Império Austro-Húngaro, Beck fez boa parte de sua instrução primária e secundária em Zurique, para onde seu pai havia sido transferido, empregado que era de uma firma inglesa [3]. Pouco após o término da Primeira Grande Guerra, a última (sic!) das guerras que deveriam varrer a Europa, os pais de Beck, juntamente com a única irmã de Beck, transladam-se para Viena já que, com o desmembramento do velho império da casa dos Habsburgos, a família Beck optara pela nacionalidade austríaca. Em Viena, Beck termina os seus estudos no liceu e, em 1921, ingressa na Universidade de Viena, disposto a consagrar-se aos estudos de física teórica.

Ainda em Zurique, Beck tomara conhecimento da existência das teorias da relatividade por meio da leitura que fizera de uma obra de vulgarização escrita por Albert Einstein [4]. Uma vez na Universidade de Viena, Beck «descobre» o célebre livro de Hermann Weyl, *Raum-Zeit-Materie* [5], e decide estudá-lo. Sob a orientação de Hans Thirring, Beck redige a sua tese de doutoramento que tem como título *Zur Theorie der binaeren Gravitationsfelder*, por ele defendida, com sucesso, em 1925. É da sua tese que resulta o seu primeiro artigo científico, publicado também no ano de 1925 [6]. Facto curioso é que esse artigo fora recusado por W. Wien, que era, por essa época, o editor dos célebres *Annalen der Physik*, com o argumento de que a relatividade geral não constituía tema apropriado para a «sua» revista (por aquela época, o sistema de arbitragem, tal como nós o conhecemos actualmente, ainda não havia sido implementado) [7]. Nas provas orais que compunham o exame, necessário para a obtenção do título de doutor, Beck foi arguido por H. Thirring, St. Meyer, M. Schlick e T. Gomperz.

Contudo, não era a relatividade geral a teoria que mais atraía a atenção da comunidade científica daqueles tempos. Essa teoria, além de muito complicada — tanto no que diz respeito ao seu plano matemático como naquilo que se refere ao seu plano conceitual — sofria a concorrência da então nascente mecânica quântica. Assim, e já em 1926, Beck opta por se dedicar aos problemas daquela teoria que era, pelo menos aparentemente, menos complicada e mais fácil de ser trabalhada, ou seja, ela possibilitava a obtenção, sem tanto esforço, de novos e importantes resultados, ao contrário do que acontecia com a relatividade geral.

Contando com a ajuda de seu antigo professor, Felix Ehrenhaft, e de quem era em 1927 assistente também na Universidade de Viena, para onde retornara após alguns meses na Universidade de Berna, Beck consegue tomar parte no congresso de Como, organizado nesse mesmo ano, não apenas para ser uma homenagem ao físico italiano Alessandro Volta, mas principalmente para mostrar ao mundo científico dessa época os progressos alcançados pela Itália fascista. Nesse congresso, Beck conhece Werner Heisenberg, o qual impressionado com o entusiasmo e com a energia daquele, convida-o para

ser o seu primeiro assistente em Leipzig, cidade da primeira cátedra ocupada pelo formulador do princípio da incerteza. Dessa maneira, encontramos Beck no início do ano de 1928 naquela cidade. Durante quatro anos, até Dezembro de 1932, Beck trabalha nessa universidade, onde ele toma conhecimento, posto que os acompanha em seus trabalhos ou em discussões em seminários, com jovens que contribuirão para a edificação da física quântica e de alguns de seus «derivados» (física nuclear, física do estado sólido, física de altas energias, raios cósmicos, entre outros domínios da física). Felix Bloch, Rudolf Peierls, Eduard Teller, Viktor Weisskopf, George Gamow, Paul Dirac, Lev Landau, Hans Bethe, só para citar alguns daqueles cientistas que frequentavam ou estudavam em Leipzig.

Ao iniciar o ano de 1933, Beck, considerado como um dos maiores especialistas então em atividade em física nuclear, sem emprego (já não era mais possível renovar o seu contrato com a universidade de Leipzig), vê-se em dificuldades, as quais tornar-se-ão verdadeiramente preocupantes com a chegada ao posto de chanceler da Alemanha em Janeiro daquele ano de Adolf Hitler. Começavam a serem fechadas as portas das universidades alemãs a judeus como Beck. Inicia-se então o seu longo périplo, no qual ele foi ajudado por Niels Bohr, entre outros. No total foram dez longos anos de viagens, por vários países e cidades diferentes. Nessa ordem: Praga, Kansas City, Odessa, Copenhague, Paris, Lyon, Coimbra, Porto e Lisboa.

Beck, apesar de todos os problemas que tinha, e por todos esses países, nunca desistiu de fazer aquilo que mais gostava de fazer: ensinar e pesquisar em física, descobrindo e treinando jovens desejosos de se tornarem físicos. Ao longo desses anos, Beck, mesmo continuando a publicar interessantes artigos, em sua maioria em física nuclear, vai paulatinamente perdendo contacto com os grandes centros científicos daquele período. A sua obra, que não era pequena, começa a cair em esquecimento [8]. Mas nada disso é capaz de quebrar, ou mesmo de enfraquecer, a aparentemente inesgotável energia daquele austríaco gourmet e fumador inveterado. Por onde passa, Beck consegue formar discípulos (Kurt Sitte, L. Horsley, Peter Havas, Jean Pirenne, entre outros), seduzindo-os, com o seu charme, com a sua simpatia, com a sua competência e com o seu conhecimento enciclopédico em física, para essa ciência. E assim também foi em Portugal [9].

2 — O Período Português de Guido Beck

Além de redigir muitos artigos científicos e revisões para livros (a obra científica atinge mais de 90 contribuições em diferentes domínios da física), Beck sempre escreveu e recebeu muitas cartas. Praticamente todas ainda existem (estamos fazendo referência principalmente àquelas recebidas por ele) e estão em ótimo estado de conservação. Essas cartas constituem um

vasto manancial de informações, não somente sobre a história da física, mas também sobre as actividades científicas e docentes de Beck em todos aqueles lugares por onde passou. Dessa forma, aquilo que vamos apresentar no restante do presente artigo foi todo ele «retirado» das cartas que Beck enviou e recebeu para a comunidade universitária lusa com a qual ele interagiu. Cabe ainda mencionar que essa nossa apresentação de forma alguma esgota todo o material aí presente.

Entre os correspondentes portugueses de Beck, encontramos principalmente Armando Gibert, Mário Silva, Manuel Valadares, Antonio Lima Fernandes de Sá, Ruy Luis Gomes, Antonio Aniceto R. Monteiro, José Luis Rodrigues Martins, Alfredo Pereira Gomes e dois outros cujos nomes não conseguimos até o presente momento reconhecer por meio de suas assinaturas [10]. Contudo, ainda entre os papéis de Beck, temos cartas que ele escreveu ao Ministro da Educação Nacional e mesmo a António de Oliveira Salazar. No entanto, os maiores e melhores correspondentes dentre todos aqueles que citamos são António Monteiro e Rodrigues Martins. O primeiro será amigo de Beck durante toda a sua vida [11]. Nunca é demais lembrar que foi graças aos imensos esforços de Beck, o que foi reconhecido pelo próprio Monteiro, que este último conseguiu emigrar de Portugal para o Rio de Janeiro em meados da década de 40 e desta cidade para San Juan na Argentina em 1950 quando as pressões do regime salazarista sobre o governo do Marechal Gaspar Dutra, o então presidente do Brasil, vão tornar «incómoda» a presença na Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil, onde lecionava, do matemático português [12].

Anos atrás, em 1977, Beck concedeu a uma equipa de historiadores e sociólogos brasileiros, liderados por Simon Schwartzman, uma longa entrevista [13] sobre a sua carreira científica. Nessa mesma oportunidade, ele, ainda que brevemente, se refere à situação política em Portugal e os seus reflexos na vida universitária. Vejamos quais foram, então, as palavras de Beck:

«S.S. — A situação em Portugal não era boa?

«G.B. — Era tempo de Salazar. Havia muita bagunça política nas Universidades, sempre havia esquerdas, fascistas e comunistas brigando. Os fascistas eram inimigos pessoais dos comunistas e vice-versa. Havia só extremistas lá e sempre estavam brigando. Não era nada agradável a situação. Não queriam trabalhar. Tudo o que havia de Física era o Comunismo!»

Essa declaração ajuda a esclarecer porque Beck não pôde, ou não quis, estabelecer-se em Portugal. Ela é igualmente importante para elucidar porque muitos daqueles cientistas que interagiram com Beck se viram obrigados a abandonar Portugal.

O segundo grande correspondente epistolar de Beck, Rodrigues Martins, doutorou-se com Beck (de acordo com o Curriculum Vitae de Beck, Rodrigues Martins foi o seu único aluno português a doutorar-se sob a sua ori-



Guido Beck: fotografia tirada em 1944, pouco depois da sua saída de Portugal.

entação. Nas cartas de Antonio L. Fernandes de Sá, este faz referência a uma tese de doutoramento que ele estaria desenvolvendo. Contudo, as cartas não deixam claro se ele a terminou)¹. Ambos publicaram uma pequena nota no *Physical Review* [14]. Tudo isso fez com que Rodrigues Martins sempre se sentisse devedor perante Beck [15]. Quando isolado em Coimbra, ao final dos anos 40, posto que o regime salazarista já havia expurgado algumas das melhores cabeças científicas portuguesas de então, transformando os centros científicos do país em verdadeiros desertos, ou mesmo em Lourenço Marques (actual Maputo), para onde emigrara em busca de melhores condições financeiras, Rodrigues Martins, em suas longas cartas, sempre solicitou a Beck o aval e o apoio deste último, para a sua carreira científica, a qual, apesar das enormes dificuldades encontradas por ele, lhe era de suma importância [16]. Afinal, e como ele mesmo reconhecia, fora Beck quem nele incutira o «vício» da física teórica (Também Fernandes de Sá afirma que Beck o havia seduzido para a física).

Não era somente Beck quem sofria com as dificuldades e interdições impostas pela Segunda Grande Guerra, outros, como A. Proca, célebre especialista francês de origem romena em Física Nuclear, tradutor dos artigos de Schroedinger, nos quais este último cria a mecânica ondulatória, também sentiam as suas consequências. Coerente com o seu espírito humanitário, Beck sempre procurou ajudar aqueles que se viam impossibilitados de realizarem a contento as suas actividades de ensino e pesquisa em seus países de origem. Assim se

¹ Graças a uma informação que nos foi transmitida pelo professor Moreira Araújo, Fernandes de Sá nunca terminou a sua tese de doutoramento.

deu com Proca. Tendo a França do regime de Vichy tornado impossível a permanência de Proca em solo francês, Beck consegue que ele se transfira para Portugal. No entanto, pouco tempo permaneceu Proca naquele país. Tendo tido dificuldades com o Instituto para a Alta Cultura, o mesmo havia ocorrido com Beck algum tempo antes, Proca segue para a Inglaterra, ainda durante o desenrolar da Segunda Guerra Mundial [17].

Mas voltemos rapidamente às actividades de Beck como investigador e professor em Portugal. O que ele aí fez? Beck ministrou cursos, proferiu palestras, escreveu artigos, redigiu livros, orientou alunos e estabeleceu seminários e grupos em física teórica. Ele já era um velho habituê nessas actividades. Vejamos, pois, quais foram alguns dos resultados dessas mesmas actividades:

a) «Sur la théorie quantique des champs statistiques I. La cinématique de l'électron relativiste», *Revista da Faculdade de Ciências*, Universidade de Coimbra, vol. 10, pp. 66-82, 1942.

b) com J. L. Rodrigues Martins, «Spin inversion processes and nuclear spectroscopy», *Physical Review*, vol. 62, p. 554, 1942.

c) *Introduction à la théorie des quanta*, Coimbra, 1942.

d) com Mário Silva, *Le champ électromagnétique variable*, Livraria Académica (Moura Marques & Filho), Coimbra, 1942.

e) *Sur la possibilité d'une cinématique générale*, Anais da Faculdade de Ciências do Porto, XXVIII, 1943 e Faculdade de Ciências do Porto (Centro de Estudos de Matemática, n.º 5, Seminário de Física Teórica), 1943.

f) «Remarque sur la notion du champ électromagnétique dans la théorie de Dirac», *Portugaliae Physica*, vol. 1, n.º 3, pp. 93-94, 1944.

g) «L'influence du spin sur les collisions nucléaires», Quarto Congresso da Associação Portuguesa para o Progresso das Ciências, Tomo IV, Porto, 1945, pp. 26-27.

3 — O Arquivo Guido Beck [18]

Desde o início de suas actividades em Maio de 1992, a equipa responsável pelo *Projeto Guido Beck*, constituída pelos professores H. Moysés Nussenzveig, Ildeu de Castro Moreira e Antonio Augusto P. Videira, estabeleceu como prioridade número um a organização em arquivo dos papéis, pessoais e científicos, deixados por Beck e que ficaram, após a sua morte, sob a custódia de uma grande amiga sua, a senhora Mathilde von Pfluegel. Esse trabalho ainda vem sendo feito. Para isso, a equipe acima mencionada conta com uma assessoria dada por uma arquivista pertencente aos quadros do Arquivo Nacional, localizado no Rio de Janeiro.

Praticamente todas as cartas já sofreram uma primeira limpeza, feita com uma trincha, e foram acondicionadas em pastas suspensas, as quais, por sua vez, foram colocadas em arquivos metálicos. Essa organiza-

ção não é a definitiva. Dentro em breve, espera-se poder começar a elaboração de um instrumento de pesquisa e que servirá para a localização, no arquivo, das cartas e dos outros papéis de Beck. O trabalho já realizado permitiu que se fizesse um primeiro levantamento do número total de cartas existentes (aproximadamente 8000), além das línguas em que foram escritas (11).

Até ao presente momento, o *Projeto Guido Beck* vem recebendo o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (Rio de Janeiro), instituição onde Beck trabalhou entre 1951-1963 e 1976-1988, do Fórum de Ciência e Cultura, do CEPEG e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, sendo os dois primeiros órgãos ligados à Universidade Federal do Rio de Janeiro, instituição à qual Beck também foi ligado, como professor visitante, ao final da década de 1950 e durante aproximadamente um ano em 1975.

Em Agosto de 1994 (entre os dias 29 e 31), foi realizado no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, com o patrocínio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, um simpósio que buscou, através dos depoimentos de ex-alunos e ex-colaboradores (Peter Havas, H. Moysés Nussenzveig, José Leite Lopes, Jayme Tiomno, César Lattes, Luis Másperi, José Federico Westerkamp, Arturo López Dávalos, entre outros), além de historiadores da física (Olivier Darrigol e Jean Eisenstaedt), proceder a uma primeira avaliação da relevância da obra de Beck. Os textos apresentados durante esse simpósio foram publicados pela Academia Brasileira de Ciências no primeiro semestre de 1995.

4 — Conclusões

Estamos conscientes de que muitas dúvidas e interrogações acerca do papel desempenhado por Beck em Portugal permanecem. As referências feitas aqui às cartas são poucas, insuficientes para estabelecer um quadro razoavelmente claro e preciso desse período da história científica portuguesa. Contudo, não foi esse o objectivo que nos propusemos quando nos decidimos a escrever a presente nota.

Não obstante, esperamos ter conseguido cumprir completamente o nosso objectivo caso os especialistas portugueses em história da ciência se disponham a estabelecer conosco uma interacção que lhes permita usufruir das cartas portuguesas de Guido Beck.

Agradecimentos: Gostaria de expressar aqui o meu agradecimento à sugestão que me foi feita pelo professor António Costa para contribuir para a *Gazeta de Física*. Em especial, quero agradecer ao professor J. Moreira Araújo pelos seus comentários e sugestões. Também gostaria de tornar público o apoio que venho recebendo, desde Maio de 1992, do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CNPq), do Fórum de Ciência e Cultura (UFRJ), do CEPEG (UFRJ) e da FAPERJ, sem o qual este artigo não poderia ter sido escrito.

Apêndice

Lista das Cartas «Portuguesas» de Guido Beck:

- 1) *Armando Gibert*: Zurique, 20/07/1942, Lisboa, 19/11/1946.
- 2) ??? *Dornelles (Secretário Geral da Cruz Vermelha Portuguesa)*: Lisboa, 16/12/1942.
- 3) *Guido Beck ao Ministro da Educação Nacional*: sem data e sem local.
- 4) *Ruy Luis Gomes*: Porto, 17/02/1942, Porto, 26/02/1942, Espinho, 08/08/1942, Espinho, 19/08/1942, Espinho, 21/08/1942, Espinho, 23/08/1942, Espinho, 27/08/1942, Lisboa, 10/02/1943, Porto, 17/02/1943, Lisboa, 12/03/1943(?), Lisboa, 15/03/1943(?), Lisboa, 19/03/1943, [Porto], 26/03/1943, Porto, 07/08/1943, Porto, 25/08/1943, Porto, 19/11/1947, Porto, 26/12/1950.
- 5) *J. Vicente Gonçalves*: Lisboa, 20/02/1942.
- 6) *Antonio Lima Fernandes de Sá*: Sintra, 23/08/1942, [Porto], 15/04/1943, [Porto], Agosto de 1943, sem local, Fevereiro de 1944, Sintra, 20/08/1944, sem local, Abril de 1945, [Porto], Abril de 1946.
- 7) *Mário Silva*: Coimbra, 21/07/1942, Coimbra, 23/08/1942, Coimbra, 02/03/1943.
- 8) *Mário ???*: Lisboa, 01/07/1942.
- 9) *??? ???*: Lisboa, 13/12/1942.
- 10) *Diogo Pacheco d'Amorim*: Coimbra, 06/03/1943.
- 11) *Guido Beck ao Diretor da P.V.D.E.*: Caldas da Rainha, 07/03/1943.
- 12) *Guido Beck ao Presidente do Conselho (Presidência da República)*: Córdoba, 08/06/1943.
- 13) *[A. de Medeiros Gouveia] (Secretário para a Alta Cultura)*: Lisboa, 08/04/1943.
- 14) *José Luis Rodrigues Martins*: Coimbra, 27/03/1943, Coimbra, 07/07/1946, Coimbra, 20/08/1946, Coimbra, 06/01/1947, Coimbra, 22/12/1947, Coimbra, 06/07/1948, Coimbra, 27/10/1948, Coimbra, 16/12/1948, Lourenço Marques, 21/05/1949, Lourenço Marques, 28/07/1949, Lourenço Marques, 02/09/1949, Lourenço Marques, 03/11/1949, Lourenço Marques, 26(?)12/1949, Lourenço Marques, 02/02/1950, Lourenço Marques, 10/03/1950, Lourenço Marques, 20/07/1950, Lourenço Marques, 20/08/1950, Lourenço Marques, 03/11/1950, Lourenço Marques, 25/01/1951, Lourenço Marques, 12/03/1951, Lourenço Marques, 13/04/1951, Lourenço Marques, 28/06/1951, Lourenço Marques, 24/08/1951, Lourenço Marques, 02/10/1951, Belfast, 12/01/1952, Lourenço Marques, 10/03/1952, Lourenço Marques, 10/07/1952, Lourenço Marques, 15/10/1952, Lourenço Marques, 20/02/1953, Lourenço Marques, 05/06/1953, Lourenço Marques, 20/11/1953, Lourenço Marques, 05/04/1955.
- 15) *Manuel Valadares*: ???, 10/03/1943, Lisboa, 31/12/1945, Paris, 26/12/1948, Paris, 25/05/1951, Paris, 04/04/1953, Paris, 12/04/1953, Paris, 18/06/1953.
- 16) *??? ???*: sem local, 03/02/1943.
- 17) *Guido Beck ao Decano da Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil (San Tiago Dantas)*: Córdoba, 19/01/1944, [Córdoba], 15/07/1944; Anexo: relatório sobre as qualidades científicas de Antonio Aniceto R. Monteiro.
- 18) *Guido Beck ao Ministro da Educação Nacional*: [Córdoba], 10/07/1944.
- 19) *Guido Beck a Ruy Luis Gomes*: [Córdoba], 01/01/1944.
- 20) *Gustavo Capanema*: Rio de Janeiro, 20/07/1944.
- 21) *A. Marques da Silva*: Lisboa, 30/05/1944; Anexo: nota aos colaboradores de *Portugaliae Physica*.
- 22) *Antonio Aniceto R. Monteiro*: Porto, 19/01/1944, Porto, 27/01/1944, Porto, 12/04/1944; Anexo: carta de San Tiago Dantas a A. A. R. Monteiro: Rio de Janeiro, 23/12/1943; anexo: carta de A. A. R. Monteiro a R. R. Couto (1.º secretário da Embaixada Brasileira em Lisboa): Lisboa, 03/04/1944; anexo:

carta de A. A. R. Monteiro a R. R. Couto: Porto, 27/03/1944, [Rio de Janeiro], sem data, [Rio de Janeiro], sem data, Rio de Janeiro, 10/08/1945, Rio de Janeiro, 25/08/1945, Rio de Janeiro, 12/10/1945, Rio de Janeiro, 05/03/1946, Rio de Janeiro, 14/09/1946, Rio de Janeiro, 19/06/1947, Rio de Janeiro, 15/06/1948, Rio de Janeiro, 29/06/1948, Rio de Janeiro, 18/07/1948, Rio de Janeiro, 28/07/1948, Rio de Janeiro, 31/07/1948, Rio de Janeiro, 07/08/1948, Rio de Janeiro, 18/08/1948, Rio de Janeiro, 21/09/1948, Rio de Janeiro, 11/10/1948, Rio de Janeiro, 24/10/1948, Rio de Janeiro, 04/12/1948, Rio de Janeiro, 07/01/1949, Rio de Janeiro, 12/06/1949, Rio de Janeiro, 31/07/1949, Rio de Janeiro, 16/08/1949, Rio de Janeiro, 27/08/1949, Rio de Janeiro, 29/08/1949, Rio de Janeiro, 18/10/1949, Rio de Janeiro, 30/11/1949, Calingasta, 22/02/1950, San Juan, 06/06/1950, San Juan, 10/02/1951, San Juan, 10/02/1953.

23) *A. Proca*: Porto, 25/02/1944, Porto, 21/04/1944, Londres, 11/11/1944, Paris, 25/08/1946, Paris, 25/08/1946, Paris, 29/11/1946.

24) *Alfredo Pereira Gomes*: Marseille, 05/05/1952, Paris, 03/11/1952.

Notas

[1] Conferir apêndice, carta n.º 2.

[2] Carta de Ruy Luis Gomes a Guido Beck (n.º 25):

«Caro Professor Beck,

No momento de embarcar para a Argentina, quero [palavra ilegível] mais uma vez o nosso profundo reconhecimento pelos altos serviços que nos prestou, na Faculdade de Ciências, como orientador e animador dos trabalhos de Física Teórica, e afirmar-lhe a nossa admiração e a nossa [maior] solidariedade.

Um grande abraço do

Ruy Luis Gomes»

[3] Entrevista concedida por Guido Beck a John Heilbron em 22/04/1967, AIP OH-2, p. 2.

[4] Cf. entrevista de G. Beck a J. Heilbron, AIP OH-2, p. 2.

[5] Hermann Weyl, *Raum-Zeit-Materie*, Julius Springer, Berlim, 1921, 4.ª edição.

[6] Guido Beck, «Zur Theorie binaerer Gravitationsfelder», *Zeitschrift fuer Physik*, vol. 33, n.º 9, pp. 713-728 (1925).

[7] A resposta de W. Wien encontra-se no Arquivo Guido Beck, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Rio de Janeiro.

[8] Cf. Olivier Darrigol, «Patterns of Oblivion», in *Guido Beck Symposium*, Anais da Academia Brasileira de Ciências, vol. 67, Supl. 1, 1995, H. Moysés Nussenzveig e Antonio Augusto Passos Videira (eds.).

[9] Para outros detalhes sobre a carreira de Beck, consultar o obituário escrito por H. Moysés Nussenzveig, *Physics Today*, December, 1990, pp. 89-90.

[10] Consultar apêndice.

[11] Carta de Antonio A. R. Monteiro a Guido Beck (n.º 50): «Je veux maintenant surtout vous exprimer ma plus profonde reconnaissance par tout ce que vous avez fait pour moi, pendant cette longue période.»

[12] Carta de Antonio A. R. Monteiro a Guido Beck (n.º 77): «A minha situação está mais complicada. Não sei muito bem o que se passa, mas há coisa séria no meio de tudo isto. Cheira-me a porcaria; há quem fale em denúncia de "colega" interessado em que eu vá viajar, mas ninguém precisa coisa nenhuma.» e Carta de n.º 83 «Não consegui esclarecer ainda a origem de toda esta intriga. O mais provável é que algum "colega" do departamento de matemática incomodado com os resultados da minha actuação

científica, que tem levado a uma certa diferença de valores, intrigasse as autoridades sob o ponto de vista político e a partir daí inimigos de toda a natureza (colónia portuguesa, consulado, etc.) ajudaram a missa. (...) Tenho elementos para pensar que o Reitor, que deve ser um salazarista feroz, procedeu com grande safadeza no meio de tudo isto.»

- [13] Entrevista concedida por Guido Beck a Simon Schwartzman em Abril de 1977.
- [14] G. Beck e J. L. Rodrigues Martins, «Spin inversion processes and nuclear spectroscopy», *Physical Review*, vol. 62, p. 554, 1942.
- [15] Carta de J. L. Rodrigues Martins a Guido Beck (n.º 62): «E nesta hora em que falo no doutoramento não posso deixar de insistir que só a si devo a minha actual situação. Se não fosse a sua desinteressada amizade e o seu carinhoso interesse estaria hoje ainda em piores circunstâncias.» Rodrigues Martins, e como ele mesmo menciona em suas cartas, por ser doutor, recebia um acréscimo salarial e, ao menos aparentemente, estava mais protegido das perseguições salazaristas.
- [16] Carta de J. L. Rodrigues Martins (n.º 62): «Eu não sei se será abusar muito da sua generosidade, mas atrevo-me a fazer-lhe um pedido: se tiver qualquer assunto simples que veja que está à altura das minhas reduzidas possibilidades agradecia-lhe de todo o coração que me indicasse. (...) Haverá qualquer assunto mais ou menos ligado com a tese que eu possa fazer?» Beck, efectivamente, sugeriu a Rodrigues Martins um tema de pesquisa, o qual foi aceite por este. Nas cartas que ele enviou a Beck, encontramos o desenrolar dessa mesma pesquisa.
- [17] Carta de Antonio Aniceto R. Monteiro a Guido Beck (n.º 42): «Proca se trouve à Pôrto. L'Institut pour la Haute Culture l'a laissé tomber à la fin de 3 mois. Il n'a plus aucun aide de chez nous. Dès que je serai à Rio je vais m'occuper de lui trouver une situation.» e Carta de Antonio L. Fernandes de Sá a Guido Beck (n.º 48): «Proca est parti en Angleterre après un an de Seminaire à Porto avec des séances régulières toutes les semaines depuis octobre 43 jusqu'a juin 44. Il n'avait plus de bourse de l'I.A.C. [Instituto para Alta Cultura] après Janvier 44 et il avait quelques difficultés parce qu'il était venu avec sa femme et le petit.»
- [18] Para maiores detalhes sobre o *Projeto Guido Beck*, conferir *O Arquivo Guido Beck: Origem, Relevância Histórica e Principais Dificuldades*, Antonio Augusto Passos Videira, preprint CBPF-Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF-CS-001/94) e *Revista da Sociedade Brasileira de História das Ciências*, n.º 12, Julho-Dezembro de 1994, pp. 19-26.

Antonio Augusto Passos Videira estudou Física e Filosofia na Universidade Federal do Rio de Janeiro (1982-1986); licenciado em 1986 em Filosofia pelo Instituto de Filosofia e Ciências Sociais da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Realizou estudos de Pós-Graduação em Filosofia na UFRJ, UNICAMP (São Paulo) e na Universidade de Heidelberg (Alemanha); obteve a especialização em Epistemologia e História das Ciências (1991) e o doutoramento em Epistemologia e História das Ciências pela Universidade de Paris VII (1992). É Professor Adjunto do Departamento de Filosofia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Pesquisador do Observatório Nacional/CNPq e Pesquisador Visitante do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/CNPq, onde é o responsável pela organização do Arquivo Guido Beck.

Prémio Nobel de Física 1997

*Steven Chu, Claude Cohen-Tannoudji
William Phillips*

O prémio Nobel de Física 1997 foi atribuído aos cientistas Steven Chu, professor da Universidade de Stanford, USA, Claude Cohen-Tannoudji, membro do Collège de France e professor da École Normale Supérieure de Paris, e William Phillips, do National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, USA, pelos seus trabalhos pioneiros no desenvolvimento e realização prática de métodos de ultra-arrefecimento de átomos e seu confinamento mediante a utilização de radiação laser.

É hoje possível arrefecer átomos a temperaturas inferiores ao microkelvin, e mantê-los subsequentemente confinados por longos períodos de tempo. Podem, deste modo, estudar-se com elevadíssima precisão as propriedades fundamentais dos átomos e suas interacções, sem o efeito perturbador da temperatura.

Foi este método que, há dois anos, permitiu realizar uma experiência espectacular, de demonstração de um novo estado da matéria, traduzido no fenómeno quântico da condensação de Bose-Einstein. Esta condensação é um resultado fundamental da estatística quântica da matéria, previsto teoricamente há mais de 70 anos, mas que resistiu tantas décadas sem confirmação experimental (vide *Gaz. Física* 18, 3, pág. 28 (1995)).

Graças ao arrefecimento e confinamento laser de átomos, realizado pela primeira vez por Steven Chu em 1985, expande-se hoje em ritmo acelerado um novo campo de investigação e de aplicações espectaculares de Física Atómica fundamental. A interferometria com átomos ultra-arrefecidos, a nova litografia atómica, o estudo dos estados quânticos da matéria e das interacções entre átomos, a realização prática de novos padrões de frequência com elevada precisão e estabilidade, são alguns exemplos das fascinantes possibilidades de trabalho nesta área da Física.

O professor Cohen-Tannoudji é co-autor do tratado *Mécanique Quantique* (I, II, III), uma obra notável pelo seu rigor científico e qualidade pedagógica, bem conhecida e utilizada pelos universitários e físicos portugueses.

J. B. S.

ARREFECIMENTO E APRISIONAMENTO DE ÁTOMOS COM LASERS

A. S. RODRIGUES

Centro de Física do Porto, Departamento de Física
Faculdade de Ciências do Porto
Rua do Campo Alegre, 687, 4150 Porto

O estudo das propriedades intrínsecas de átomos isolados foi sempre um campo fértil de investigação científica. Em particular levou à formulação da Mecânica Quântica no início deste século, e à Electrodinâmica Quântica em meados do mesmo. Esses avanços dependeram de medidas precisas das propriedades dos átomos. Para que se possa aprofundar o conhecimento ao nível atómico da estrutura da matéria, é necessário aumentar a precisão de tais medidas. Infelizmente isso não é fácil: em sólidos e líquidos os átomos não podem ser isolados da interação com os átomos vizinhos, e em gases o movimento térmico aleatório torna difíceis as medidas precisas. Em última análise não basta diminuir os efeitos do movimento térmico, é necessário reduzir este.

Os laureados com o Prémio Nobel de 1997 estiveram ao longo de vários anos na vanguarda dos esforços para conseguir esse fim. Átomos podem agora ser arrefecidos fazendo incidir luz laser directamente sobre eles. A pressão de radiação exercida pela luz laser pode ser explorada para desacelerar os átomos, que, uma vez arrefecidos, podem ser aprisionados, ou confinados a uma pequena região do espaço.

Num gás à temperatura ambiente, os átomos deslocam-se a uma velocidade média da ordem de 500ms^{-1} , e uma velocidade quadrática média (v_{rms}) da ordem de 450ms^{-1} . O mecanismo mais básico de arrefecimento laser foi primeiro proposto por Theodor Hänsch e Arthur Schawlow, para átomos neutros, e por David Wineland e Hans Dehmelt, para iões, em 1975. Se um feixe laser incidir sobre as moléculas exerce uma pressão de radiação, correspondente à transmis-

são ao átomo do quantum de momento linear do fóton absorvido (ver caixa na página seguinte). Eventualmente o átomo emite outro fóton por emissão espontânea, que transporta uma quantidade de movimento com a mesma grandeza. No entanto a direcção de emissão deste fóton é aleatória, pelo que em média o átomo sofre uma força na direcção do feixe de luz. Essa força é igual ao momento linear de um fóton multiplicado pela taxa de absorção. Será portanto tanto maior quanto mais perto estiver a frequência do laser de uma frequência de excitação do átomo.

Se tivermos dois feixes laser iguais a viajar em direcções opostas, e com uma frequência um pouco abaixo de uma frequência de excitação do átomo, e se este tiver uma velocidade ao longo da direcção dos feixes, o átomo 'verá' o feixe contra o qual viaja a uma frequência mais alta (e portanto mais perto da ressonância) e o feixe em cuja direcção viaja a uma frequência mais baixa (mais longe da ressonância), devido ao efeito Doppler.



Cohen-Tannoudji, da École Normale Supérieure de Paris, deu uma contribuição decisiva para a teoria do arrefecimento de átomos com a radiação.



Steven Chu (esquerda), então nos Laboratórios Bell, e William Phillips, no National Institute of Standards and Technology, realizaram em 1985 os trabalhos pioneiros de demonstração experimental da técnica de arrefecimento e confinamento de átomos com feixes laser.

Como a probabilidade de absorver um fóton é maior em ressonância, o átomo absorve mais fótons que o retardam do que fótons que o aceleram, com um efeito médio de desaceleração. Os átomos vêem assim reduzida a sua velocidade média na direcção dos feixes reduzida, bem como v_{rms} . Isto corresponde a uma diminuição da temperatura, e é apelidado de arrefecimento Doppler. Existe um limite inferior para a temperatura assim alcançada, dado pelo equilíbrio entre a força de 'atrito' devida à troca de fótons e uma força de Langevin devida à aleatoriedade da reemissão dos fótons pelo átomo. Para átomos de sódio esse limite é de $240\mu K$.

Uma vez arrefecidos os átomos, podem ser confinados no espaço fazendo incidir sobre eles três pares de feixes orientados em direcções mutuamente perpendiculares. O 'atrito' assim criado é semelhante ao movimento browniano de uma partícula num fluido viscoso. O grupo de Steven Chu dos Laboratórios Bell foi o primeiro a demonstrar um tal sistema em 1985 [1], que apelidaram de 'melaço' óptico.

Se tivermos um feixe de átomos com velocidade v numa dada direcção e sentido, e sobre eles actuar um feixe de fótons, em sentido oposto, com frequência ν perto de uma ressonância dos átomos do feixe, por cada fóton absorvido um átomo perde uma certa fracção da sua velocidade inicial. Isto resulta da conservação da quantidade de movimento:

$$\Delta v = v - v' = h\nu/mc = h/m\lambda$$

dado que a quantidade de movimento transportada por um fóton é $h\lambda$, onde $k = 2\pi/\lambda$.

Assim, se por exemplo tivermos átomos de céσιο (Cs), há dois níveis ressonantes com radiação de comprimento de onda $\lambda = 0,82\mu m$. Sendo a massa do céσιο, $m_{Cs} = 22 \times 10^{-23}g$, verifica-se da equação anterior que cada fóton absorvido leva a uma redução da velocidade de $3,6mms^{-1}$.

Medidas realizadas subsequentemente por esse grupo e pelo de William Phillips [2] no National Institute of Standards and Techonoly (NIST) revelaram que as temperaturas obtidas eram inferiores ao limite previsto pela teoria. A dependência na intensidade dos feixes laser e na sua dessintonia também não estavam de acordo com o previsto. A explicação veio em 1988 pelo grupo de Cohen-Tannoudji na École Normale Supérieure [3] e pelo de Chu [4] (então já em Stanford). Na realidade os átomos não têm apenas dois níveis mas um conjunto de subníveis Zeeman. Por bombagem óptica é possível alterar a população relativa desses subníveis, levando a uma distribuição de populações que depende da polarização do laser. Além disso a interacção com a luz leva a variações na energia dos subníveis. Em parti-

cular se tivermos os dois feixes laser que se propagam em sentidos opostos com polarizações perpendiculares, a polarização resultante varia ao longo do espaço, passando de linear a circular direita, a linear, a circular esquerda, e assim sucessivamente, com intervalos de $\lambda/8$. Isso quer dizer que um átomo que se desloque ao longo do eixo vê a energia dos seus subníveis variar sinusoidalmente. Ao mesmo tempo a população de equilíbrio varia também no espaço. Sob certas condições os átomos mudam de nível quando estão no máximo de energia de um nível, para o mínimo de energia de outro nível, perdendo assim energia cinética continuamente.

Estes resultados abrem as portas a aplicações que vão de melhores relógios atómicos (até 1000 vezes mais precisos), manipulação de objectos macroscópicos com luz (microlentes, cristais líquidos, pinças ópticas), litografia (escrever em circuitos impressos linhas de largura atómica), até ao estudo de estados quânticos macroscópicos como condensados de Bose-Einstein, laser atómico (já realizados), e a redes cristalinas ópticas (i.é, fótons regularmente colocados num potencial criado pelos feixes laser), manipulação e armazenagem de átomos de anti-matéria. As temperaturas alcançadas com estas técnicas continuam a baixar, atingindo já a ordem dos nanokelvin e até (a uma dimensão) dos picokelvin.

Referências

- [1] CHU, S.; HOLLBERG, L. W.; BJORKHOLM, J. E., "A. Cable and A. Ashkin", *Phys. Rev. Lett.* **55**, 48 (1985).
- [2] GOULD, P.; LETT, P. and PHILLIPS, W., in *Laser Spectroscopy VIII*, Springer Verlag, Berlin, p. 58 (1987).
- [3] DALIBARD, J.; SALOMON, C.; ASPECT, A.; ARIMONDO, E.; KAISER, R.; VANSTEENKISTE, N. and TANNOUDJI, C. Cohen, in *Atomic Physics 11*, World Scientific, Singapore, p. 199 (1989).
- [4] PHILLIPS, W.; WESTBROOK, C. I.; LETT, P.; WATTS, R. N.; GOULD, P. and METCALF, H. J., in *Atomic Physics 11*, World Scientific, Singapore p. 633 (1989).

Sugestões de leitura

- New mechanisms for laser cooling*, C. N. Cohen-Tannoudji e W. D. Phillips, "Physics Today" **43**, 10, p. 33 (1990).
- Laser trapping of neutral particles*, S. Chu, "Scientific American" **266** 2, p. 49 (1992).
- Laser-cooled atoms clinch Nobel prize*, Richard Thomson, "Physics World" **10**, 11, p. 51 (1997).
- A condensação de Bose-Einstein e a sua recente observação experimental*, E. S. Lage, "Gazeta de Física" **18** 3, p. 28 (1995).
- A Física das baixas temperaturas*, J. Bessa Sousa, "Colóquio Ciências" da Fundação Calouste Gulbenkian **10**, p. 3 (1992).

Augusto S. Rodrigues é doutorado pela Universidade de Arizona, EUA, em Óptica não Linear, sendo actualmente professor Auxiliar do Departamento de Física da Faculdade de Ciências do Porto.

TELESCÓPIOS E OBSERVAÇÕES ASTRONÓMICAS

GUILHERME DE ALMEIDA

Escola Secundária Marquês de Pombal — LISBOA

Em parte das escolas do ensino básico e secundário existe já um telescópio, ausente em muitas outras. Em alguns estabelecimentos de ensino criaram-se clubes de Astronomia e projectos de observação do céu, para os quais se pretende adquirir um telescópio e se receia uma possível decepção.

Pretende-se neste artigo abordar os principais critérios a ter em conta na escolha de um telescópio, evidenciando as suas possibilidades de observação e destacando especialmente os aspectos que, por menos óbvios, só se revelam demasiado tarde.

1. Introdução

O parâmetro mais significativo na apreciação de um telescópio é a sua *abertura* (diâmetro útil da objectiva). Por isso se diz frequentemente que, no que se refere aos telescópios, "quanto maior melhor". E nesta acepção entende-se que "maior" significa maior diâmetro, e não maior comprimento.

De facto, é a abertura de um telescópio que determina a aptidão deste instrumento para detectar estrelas muito débeis e para revelar ténues nebulosas e galáxias. Condiciona também o seu *poder separador*, isto é, a medida dos menores detalhes que podemos ver através dele. E dispendo de maior poder separador (possibilidade de ver detalhes *menores*) poderemos observar mais pormenorizadamente a Lua e os planetas, resolver estrelas duplas e os mais cerrados enxames globulares. É ainda a abertura que estabelece a máxima ampliação útil que se pode empregar, embora quanto a este aspecto e ao poder separador a própria atmosfera tenha ainda muito a dizer. Porém, a primazia da abertura só faz sentido se a qualidade óptica for suficientemente boa: um telescópio de menor abertura e excelente qualidade óptica pode revelar pormenores imperceptíveis num instrumento maior cuja óptica seja

inferior, embora o segundo capte mais luz.

À primeira vista (e de acordo com o quadro 1) o ideal seria que as escolas pudessem ter telescópios de grande abertura. Se possível de 300 mm, 500 mm, ou até mais. Mas essa *não é*, por várias razões, uma escolha recomendável. Apesar das vantagens das grandes aberturas há também outros aspectos importantes a ter em conta:

1. Os telescópios de maior abertura são mais exigentes quanto às boas condições do local de observação (estabilidade atmosférica e baixo nível de poluição luminosa) e precisam de maior tempo de adaptação à temperatura ambiente.

2. Considerando telescópios de abertura cada vez maior verifica-se que o preço aumenta bastante, enquanto o peso e as dimensões se tornam rapidamente inaceitáveis; em vez de um instrumento relativamente portátil passamos a ter um colosso de avantajadas dimensões.

3. Os telescópios de maiores aberturas convidam o observador menos avisado a empregar ampliações muito elevadas, que, por serem de utilização mais difícil, exigem atmosfera calma, experiência e moderação.

L'air est la partie la plus mauvaise de l'instrument.

André Couder, astrónomo francês (1897-1979)

Cuidados a ter na escolha de um telescópio

O que é um bom telescópio?

A escolha de um telescópio e as características do local de observação

2. Critérios a privilegiar e realidades a ter em conta

O melhor telescópio

O melhor telescópio é o que se usa mais vezes e com maior satisfação. Por isso, o "melhor telescópio" não é necessariamente o mesmo para todos e depende do observador que o vai utilizar, das características do local de observação, do género de observações que o utilizador pretende fazer e, inevitavelmente, das suas possibilidades económicas. É preferível um telescópio menos ambicioso, mas frequentemente utilizado, do que outro muito maior que ficou esquecido, porque se "descobriu" que era demasiado pesado e ninguém quer se dar ao trabalho de o levar para o local das observações. Por outro lado, se a abertura for demasiado pequena acabaremos por ter um telescópio com possibilidades de observação mais limitadas, tornando-se por isso necessário encontrar o justo equilíbrio.

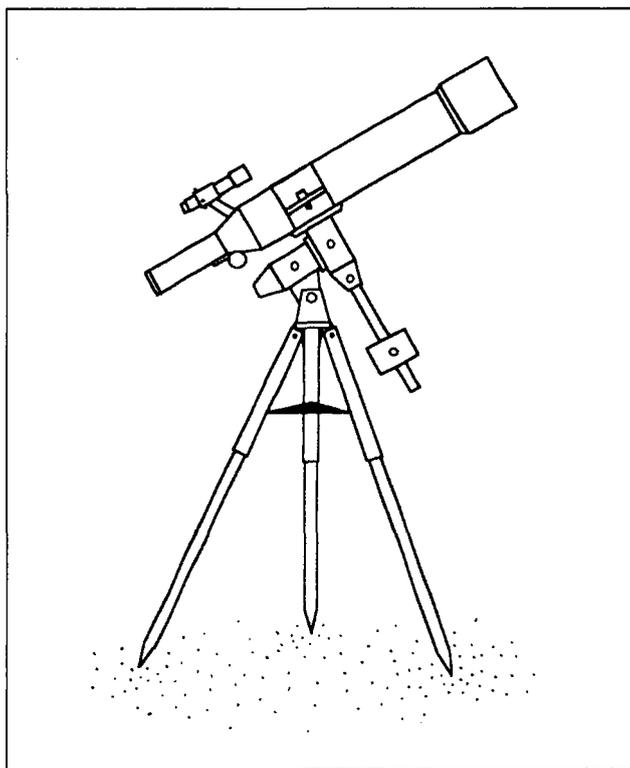


Fig. 1 — Aspecto típico de um telescópio refractor (luneta).

Como se sabe, as escolas não possuem um abrigo permanente (tipo "cúpula de observatório" ou outro similar) para instalar um telescópio num local fixo, e esta realidade não deverá ser esquecida. Quase sempre, o aparelho terá de ser transportado, desde o local de arrumação até ao pátio, todas as vezes que se quiser fazer observações. E não será inédito ter de percorrer corredores e possivelmente subir e descer escadas com

o telescópio. Esta realidade impõe já um limite além do qual o entusiasmo desaparecerá em poucas semanas, até que o telescópio fique esquecido num canto, por muito boa vontade que haja inicialmente.

Embora a tenacidade seja uma sã característica dos alunos, quando verdadeiramente entusiasmados, convém saber que os limites existem: não é recomendável um aparelho de mais de 40 kg, se apenas vai ser necessário *desviá-lo*, uns metros, para um terraço *contíguo* ao local de arrumação. Se for necessário percorrer maiores distâncias, e subir escadas, os 20 kg são um máximo já muito tolerante. Esta limitação significa que não é conveniente exceder os 15 cm de abertura no primeiro caso e os 12 cm no segundo. Um telescópio de Schmidt-Cassegrain com 20 a 25 cm de abertura, que é compacto e relativamente transportável, ainda se adequaria ao primeiro caso, mas o seu preço coloca-o fora das possibilidades de aquisição de muitos entusiastas. Só com uma instalação fixa se poderia ser um pouco mais ambicioso quanto à abertura, escolhendo um telescópio reflector de Newton um pouco maior do que os 15 cm indicados.

Para a mesma abertura e configuração há marcas que fazem telescópios mais leves, mas a leveza acaba por se traduzir numa inferioridade mecânica óbvia: vibrações indesejáveis das montagens de suporte, que prejudicam, e muito, as observações.

A realidade de cada escola

O local de implantação das escolas, a nível nacional, é, como se sabe, muito diversificado. Enquanto umas estão em locais que têm fraca poluição luminosa, oferecendo amplas possibilidades de observação e justificando um aparelho de abertura maior que os 15 cm indicados, outras estão situadas bem no interior das grandes cidades, onde o céu nocturno não é tão generoso, mas *ainda* permite fazer observações astronómicas, embora mais limitadas. Estas diferenças *devem* ser consideradas na escolha de um telescópio, na utilização que se lhe vai dar e no planeamento das actividades de observação. E há observações que não são prejudicadas pelo facto de se ter de suportar alguma poluição luminosa (por exemplo as observações da Lua e dos planetas Mercúrio, Vénus, Marte, Júpiter e Saturno).

3. Abertura, poder de captação de luz e ampliação

O poder de captação de luz de um telescópio mede-se pela razão entre a área da sua objectiva e a área máxima da pupila dos olhos do observador (esta última mede 7 mm num indivíduo jovem com os olhos adaptados à obscuridade). Por exemplo, uma objectiva de 100 mm de abertura tem uma área $(100/7)^2 = 204$ superior à das pupilas oculares e, portanto, receberá do astro observado um fluxo luminoso 204 vezes maior do que

aquele que recebemos a olho nu. Neste sentido, um telescópio pode ser visto como um funil que colecta luz e a encaminha para o olho do observador. Em primeira aproximação pode dizer-se que este telescópio tem um poder de captação de luz de "204 olhos", isto é, "aumenta" 204 vezes o brilho com que vemos as estrelas.

Com este telescópio, ainda relativamente pequeno, uma estrela de magnitude 5, já muito difícil de ver a olho nu, mesmo num bom local, aparecerá mais brilhante do que a estrela *Arcturo*, da constelação do Boieiro (deste modo torna-se possível observar inúmeras estrelas inacessíveis a olho nu). É claro que são inevitáveis as perdas por absorção da luz no vidro óptico, por reflexão nas superfícies ar-vidro e também por reflexão nas superfícies espelhadas (no caso de um reflector) pelo que um telescópio nunca transmite ao olho 100% do fluxo luminoso que chega à sua objectiva: os valores mais realistas são da ordem dos 82% a 92%, dependendo da configuração e da qualidade de fabrico das partes ópticas. Porém, uma primeira aproximação é suficientemente boa para os nossos propósitos. O quadro seguinte dá uma ideia aproximada do que se pode esperar, de acordo com a abertura de um telescópio, referindo ainda outras informações úteis.

Quadro 1 — Algumas características dos telescópios, de acordo com a abertura

Abertura/mm	Captação de luz (1)	Magnitude-limite (2)	Limite de resolução prático (3)	Ampliação 1,5x/ mm (4)
50	51	10,3	4,6"	75x
60	73	10,7	3,8"	90x
80	131	11,3	2,8"	120x
100	204	11,8	2,2"	150x
125	319	12,3	1,8"	250x
150	459	12,6	1,6"	188x
200	816	13,3	(1,2")	300x
250	1276	13,7	(0,9")	(375x)
300	1837	14,2	(0,8")	(450x)
400	3265	14,8	(0,6")	(600x)
500	5102	15,3	(0,5")	(750x)

(1) Relativamente ao olho humano adaptado à obscuridade (pupila de 7 mm de diâmetro).

(2) Magnitude das estrelas mais débeis observáveis num local excelente (sem ajuda óptica esse limite corresponde à magnitude 6). Num local menos favorável convém subtrair 2 magnitudes aos valores desta coluna para chegar a uma previsão realista.

(3) Estes valores correspondem ao dobro do valor teórico para um instrumento excelente; 1" é o ângulo segundo o qual aparece um segmento de recta de 4,8 mm de comprimento, colocado perpendicularmente à linha de visão e a 1000 m do observador. Os valores entre () não são geralmente realizáveis devido à turbulência atmosférica, sempre presente em maior ou menor grau.

(4) Valores praticáveis com uma objectiva de boa qualidade. Dão uma boa imagem satisfatória numa noite de atmosfera calma. Os valores entre () não permitem geralmente imagens com a nitidez desejável, devido à turbulência atmosférica. Com uma objectiva excelente, e numa noite exemplar, pode-se empregar uma ampliação máxima de 2,4x/mm de abertura da objectiva, e qualquer valor superior será irrealista [a ampliação mínima é de 0,14x por cada mm de abertura].

4. Significado e consequências práticas da ampliação

A designação correcta seria "amplificação angular", que simplificaremos para "ampliação" pelas razões já indicadas no anterior artigo sobre binóculos (v. bibliografia). No mesmo artigo explica-se também o significado de diversos parâmetros que, por esse motivo, não há necessidade de repetir aqui.

A ampliação de um telescópio é dada pela razão entre a distância focal da objectiva e a da ocular. Muda-se de ampliação trocando de ocular. Por isso, geralmente, os telescópios são vendidos com mais de uma ocular e é também possível adquirir oculares avulso. As melhores são as de Plössl, as simétricas e as ortoscópicas, mas as oculares de Kellner são ainda muito satisfatórias. Os aparelhos de custo mais acessível, e fabrico menos exigente, são geralmente fornecidos com oculares de Ramsden e de Huygens, de menor qualidade. A máxima ampliação utilizável não é ilimitada e está relacionada com a abertura do telescópio, dependendo ainda da estabilidade atmosférica na noite da observação. Por maior que seja a ampliação e o calibre do telescópio, as estrelas continuam a ver-se como pontos de luz, embora muito mais brilhantes, pois o seu diâmetro aparente é diminuto (exceptua-se obviamente o caso do Sol, devido à sua proximidade). Um dos maiores diâmetros aparentes estelares, o da estrela Betelgeuse (da constelação de Oriente), é apenas de 0,045", idêntico ao que apresentaria uma moeda de 100\$00 se fosse colocada 115 km do observador.

No caso da observação de objectos não pontuais (por exemplo nebulosas e galáxias) convirá não esquecer que, para a mesma abertura, a imagem diminui de brilho por unidade de área à medida que se empregam maiores ampliações, o que impõe alguma moderação.

Ao aumentar a ampliação diminui também o campo visual e, a partir de um dado limite, a nitidez das imagens observadas. Em termos médios, teremos um campo de cerca de 0,7° a 1,4° com uma ampliação baixa, de 0,2° a 0,4° com uma ampliação média e inferior a 0,1° com uma grande ampliação (o diâmetro aparente da lua-cheia é de cerca de 0,5°). Com uma ampliação exagerada o campo visual será muito estreito, o que dificulta a manipulação do telescópio e também a interpretação das imagens observadas. De início convém praticar bastante com ampliações da ordem das 0,3x a 0,6x por milímetro de abertura (diâmetro da pupila de saída entre 3 mm e 1,7 mm). Em princípio, as observações de campo extenso fazem-se com pupilas de saída de 2 a 5 mm de diâmetro; a Lua e os planetas observam-se bem com pupilas de saída de 1,2 a 0,6 mm; a separação de estrelas duplas pode exigir as maiores ampliações (pupila de saída de 0,4 mm de diâmetro). A instabilidade atmosférica nem sempre permite que as imagens observadas tenham a nitidez desejável, e umas noites são melhores do que outras.

5. Reflector, refractor ou catadióptrico?

Em vez de extensas considerações, vejamos no quadro 2 as principais vantagens e inconvenientes destas três configurações ópticas.

Quadro 2 — Comparação entre vários tipos de telescópios

Tipo de telescópio	Vantagens	Desvantagens
Refractor (razões focais geralmente entre $f/8$ e $f/15$). [Os telescópios refractores são também conhecidos como <i>lunetas</i> .]	Baixo preço em pequenas aberturas (até 60 mm). Custo razoável até 80 mm. Bom desempenho na observação da Lua e dos planetas. Fácil de utilizar e sem manutenção.	Resíduo de aberração cromática (quase totalmente eliminado nos refractores <i>apocromáticos</i> , mas a um custo proibitivo). O preço sobe rapidamente com a abertura. Tubo mais comprido que o de um reflector de Newton de igual abertura.
Reflector de Newton (razões focais geralmente entre $f/5$ e $f/9$)	Para um dado investimento é com este tipo de telescópio que se compra a maior abertura. Dá boas imagens e é uma ótima escolha inicial.	Os espelhos requerem ajustes (fáceis) de tempos a tempos. As superfícies espolhadas estão expostas e é preciso cuidado, pois são melindrosas de limpar. Condição de observação na direcção do zénite. Sensível às turbulências do ar dentro do tubo aberto.
Catadióptricos Schmidt-Cassegrain e Maksutov-Cassegrain. (geralmente $f/10$, em ambos os tipos)	Muito portáteis, mesmo em aberturas já consideráveis. Para a mesma abertura são os telescópios de tubo mais curto. Grande variedade de acessórios disponíveis.	Imagens ligeiramente menos nítidas do que nos melhores refractores. Preço mais elevado que o dos reflectores de igual abertura, mas mais baixo que o dos refractores <i>apocromáticos</i> . Tendência para condensação de humidade na lente correctora.

A razão ou (relação) focal é um parâmetro de fácil explicação. Uma razão focal $f/8$, por exemplo, significa simplesmente que a abertura é $1/8$ da distância focal da objectiva (portanto, se esse aparelho tiver 100 mm de abertura, a distância focal da sua objectiva será de 800 mm). Os telescópios de relação focal $f/9$ ou mais longa são excelentes para as observações da Lua e dos planetas (e são também menos sensíveis aos céus poluídos), embora também sirvam para outras observações. Os instrumentos de relação focal mais curta (por ex. $f/6$), sobretudo os de aberturas consideráveis (>25 cm) são muito bons para as observações do chamado "céu profundo" (nebulosas, galáxias e enxames de estrelas), mas exigem um local com pouca ou nenhuma poluição luminosa e dão o seu melhor quando utilizados numa zona rural.

O maior poder separador (ou poder resolvente) dos aparelhos de abertura superior a 20 cm permite *resolver* muitos dos enxames globulares da nossa Galáxia (isto é, reconhecer distintamente e não como um todo grande parte das suas estrelas constituintes).

6. Considerações sobre a utilização dos telescópios

A utilização dos telescópios refractores é muito cómoda enquanto o telescópio não tiver de ser inclinado mais de 45° relativamente à horizontal. Além deste limite começa a incomodidade, forçando o observador a dobrar muito o pescoço. O problema evita-se utilizando um acessório simples, que contém um espelho (ou um prisma) diagonal e se monta no porta-oculares. Nos telescópios reflectores (Newton) as observações são muito cómodas, incluindo na vizinhança do zénite.

Para se poder utilizar proveitosamente um telescópio não basta ter lido o manual de instruções e saber manipular o aparelho. É indispensável que o utilizador saiba localizar diversas constelações, identificar algumas estrelas brilhantes e servir-se de mapas e roteiros do céu. Só assim será capaz de localizar os alvos mais interessantes que estão dentro das possibilidades do telescópio utilizado. As noites de observação devem ser planeadas e o *buscador* do telescópio (pequena luneta que facilita o acto de apontar o telescópio para o alvo pretendido) deve ser alinhado de dia. Convém também zelar pelo correcto equilíbrio da montagem equatorial, relativamente a ambos os eixos.

Nunca se devem fazer observações através dos vidros das janelas, por muito amplas que estas sejam: os

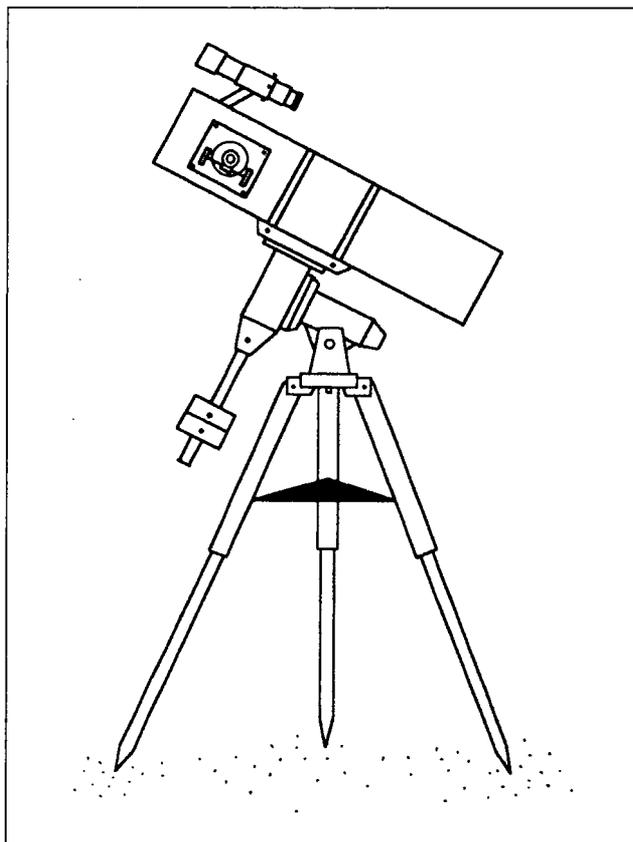


Fig. 2 — Aspecto típico de um telescópio reflector de Newton.

vidros não têm qualidade óptica suficiente e impedem uma boa focagem. Podem-se fazer observações astronómicas com telescópios à janela (aberta), apenas com baixas ampliações, se a diferença entre a temperatura interior e a exterior não exceder $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ e, mesmo assim só no caso de instrumentos de abertura modesta, pois nos telescópios de maior calibre são mais penalizadoras as perturbações que as correntes de convecção provocam nas imagens observadas. Por isso, idealmente o telescópio deverá estar no exterior e em equilíbrio térmico com o ambiente, o que requer uma ou duas horas. É claro que nos podemos interrogar relativamente aos grandes telescópios (cujas aberturas que se medem em metros) abrigados nas cúpulas dos observatórios, pois parecem constituir um paradoxo. Nesses casos tomaram-se rigorosas precauções quanto à capacidade térmica da cúpula, que é reduzida ao mínimo possível, adoptando-se também técnicas especiais de ventilação e de uniformização da temperatura, pois é óbvio que não seria possível levar para fora da cúpula um monstro de centenas de toneladas.

7. Como escolher um telescópio

Um mau telescópio é uma falsa economia: tarde ou cedo teremos de comprar outro melhor, e o custo final acabará por ser sempre superior ao de uma compra inicial acertada.

Ao escolher um telescópio é conveniente evitar os aparelhos de qualidade francamente má, tanto óptica como mecânica, e aqueles em que a poupança de custos de produção conduziu a soluções inadmissíveis. Assim evitam-se algumas decepções futuras. Indicam-se seguidamente alguns aspectos a ter em atenção.

A boa aparência

Nunca se deve comprar um telescópio pela sua estética. Este é um dos casos em que as aparências iludem realmente: um bonito telescópio pode não ser um bom telescópio. E um mau telescópio não se revela imediatamente. Por isso não se deve fazer uma compra de impulso. É uma boa ideia pedir a alguém mais experiente que inspeccione e experimente o aparelho.

O preço demasiado baixo

Um telescópio pode ser *bom*, ou ser *barato*. Porém, é praticamente impossível ter ambas as coisas ao mesmo tempo: a qualidade paga-se. Não é possível apreciar a qualidade óptica de um telescópio experimentando-o à janela da loja onde o vamos comprar, observando um edifício distante. Um dos processos mais efi-

cazes consiste na observação de uma estrela, não demasiado brilhante nem demasiado débil, próxima do zénite, numa noite de atmosfera calma (estrelas quase sem cintilar), num local de céu escuro. Nestas condições, com uma ampliação relativamente elevada (umas 15x por cada centímetro de abertura), e após uma boa focagem, a estrela aparecerá como um pequeno disco minúsculo. Se as imagens parecem alongadas, ou irregulares (numa noite calma), o telescópio deverá ser rejeitado. O pequeno disco atrás referido é consequência da difracção da luz na objectiva do telescópio e não corresponde ao disco (imagem) da estrela.

Também não se deve adquirir um telescópio por catálogo, sem ser experimentado pelo utilizador, pois é uma situação de risco a evitar. Desconhece-se a qualidade do produto e as informações são com frequência demasiado optimistas. Pode-se ter sorte ou, o que é mais provável, uma desilusão.

Telescópio especificado pela amplificação

A peça mais crítica (e mais cara) de um telescópio é a sua objectiva. A amplificação máxima que um telescópio admite é de cerca de 20x *por cada centímetro* de diâmetro útil (abertura) da objectiva, e mesmo assim, para isso, esta terá de ser de muito boa qualidade. Um telescópio de 80 mm de abertura com a indicação "600x" como argumento de venda é um perfeito disparate ou, visto de outro modo, uma armadilha comercial. Se a sua objectiva for muito boa podem-se esperar imagens satisfatórias com $20 \times 8 = 160x$, numa noite de atmosfera calma (poderemos até admitir, com alguma condescendência, as 190x); se a objectiva for de qualidade mediana, fiquemo-nos pelas 120x a 150x; se for de fraca qualidade, as 100x já poderão revelar-se uma autêntica decepção.

Abertura insuficiente

Dado que a abertura é o parâmetro mais significativo na avaliação das possibilidades de um telescópio, este deverá ter, *no mínimo dos mínimos*, 60 mm de abertura (no caso dos *refractors*), ou 100 mm no caso dos *reflectores*. No entanto, se possível, será vantajoso considerar como mínimos 80 mm e 150 mm, respectivamente.

Abertura efectiva inferior ao que parece

Alguns fabricantes montam uma objectiva de diâmetro interessante, mas de fraca qualidade, e colocam um diafragma interno de tal modo que só a parte central da objectiva é que vai ser utilizada. Assim, uma luneta de 60 mm poderá ter uma abertura, de facto, não superior

a 40 mm, ou até menos, embora à primeira vista não pareça. Um telescópio de Newton poderá ter um espelho primário de bom tamanho, mas ter um secundário intencionalmente muito pequeno, de modo a só utilizar a parte central do espelho primário (objectiva). Assim, terá as mesmas possibilidades que um aparelho muito menor. A sua aquisição não vale a pena: o peso e tamanho serão desnecessariamente elevados, para além da qualidade óptica possivelmente baixa. O espelho secundário terá tamanho suficiente se, *grosso modo*, ao colocar um dos olhos no tubo porta-oculares (sem nenhuma ocular montada) for possível ver todo o primário.

Montagem demasiado frágil

Se a montagem é frágil o telescópio oscilará com a mais leve brisa, quando acabamos de o apontar ou até enquanto se retoca a focagem, o que torna as observações cansativas e incómodas. Atenção, portanto, aos tripés frágeis e às montagens demasiado franzinas, que vibram ao menor toque e se mantêm a vibrar durante demasiado tempo. As montagens sobre pedestal são extremamente firmes e proporcionam observações confortáveis.

8. Conclusão

Com os recursos disponíveis, que geralmente são muito limitados, não só nos aspectos económicos como também nas condições em que será instalado, não é possível (e alguma vez seria?) adquirir o telescópio ideal. Portanto, o objectivo é essencialmente o de adquirir um aparelho *satisfatório* e adequado ao tipo de observações que se pretende fazer. Num bom telescópio concentramo-nos geralmente no prazer da observação e quase nos esquecemos da parte instrumental.

As considerações anteriores apontam para um telescópio de Newton, com montagem equatorial sólida e boa qualidade óptica. Nas escolas do interior, onde o céu nocturno é magnífico, será proveitoso dispor de uma abertura maior, digamos 15 a 20 cm. Dentro das cidades, a abertura de 11 cm será uma boa escolha. Se possível, o telescópio deverá ter motorização no eixo polar, para que se mantenha apontado para o mesmo alvo durante vários minutos, de modo a permitir que várias pessoas observem sucessivamente o mesmo alvo. Um telescópio refractor (luneta) de qualidade razoável, com 60 mm de abertura (melhor ainda se for de 80 mm), será um complemento útil para as observações da Lua e dos planetas. Consegue-se assim aproveitar melhor o tempo de que os alunos dispõem para observação.

Por último, convém recordar que não se deve exagerar na ampliação, sobretudo no caso dos alvos fracamente luminosos. Há uma velha máxima, aplicável às

observações astronómicas deste tipo, com que finalizo este artigo:

"se estivermos num quarto escuro e precisarmos de ver os objectos que nele se encontram, faz-nos mais falta uma lanterna [bom poder de captação de luz e pupila de saída não demasiado pequena] do que uma lupa [ampliação substancial, só pela ampliação]".

BIBLIOGRAFIA

- [1] FERREIRA, Máximo e ALMEIDA, Guilherme de — *Introdução à Astronomia e às Observações Astronómicas*, Plátano Editora, 4.ª edição, Lisboa, 1997 (edição revista).
- [2] ALMEIDA, Guilherme de — *Roteiro do Céu*, Plátano Editora, Lisboa, 1996.
- [4] ALMEIDA, Guilherme de — *As Observações Astronómicas e os Novos Programas de Física*, Gazeta de Física, Vol. 17, Fasc. 4, 1994, págs. 2 a 6.
- [5] ALMEIDA, Guilherme de — *Binóculos e Observações Astronómicas*, Gazeta de Física, Vol. 19, Fasc. 3, 1996, págs. 2 a 7.
- [6] BOURGE, L. e LACROUX, J. — *À l'Affût des étoiles*, Dunod, Paris, 1997.
- [7] BROWN, Sam — *All About Telescopes*, Edmund Scientific Co., 4th edition, Barrington, 1979

Guilherme de Almeida é professor efectivo do 4.º grupo-A da Escola Secundária Marquês de Pombal. Autor de vários livros sobre iniciação à Astronomia e observações astronómicas, realizou diversas acções de formação para professores e é formador do projecto FOCO para as áreas de Astronomia e Física.

QUOTAS DA SPF

Sócios efectivos — 6000\$00

Estudantes — 3000\$00

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, podem 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.

Estas regalias e o envio das revistas apenas terão lugar para os sócios com as suas quotas regularizadas.

OLIMPIADAS DE FÍSICA

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



1 - NOTÍCIAS BREVES DAS OLIMPIADAS

1. De acordo com o estabelecido no protocolo entre a SPF e os Ministérios da Educação e da Ciência e da Tecnologia foram entregues nestes Ministérios, no passado mês de Outubro, os relatórios de actividades e de contas relativos às Olimpíadas de Física (nacionais e participação nas Olimpíadas Internacionais). Na ocasião foi também entregue o plano de actividades relativo às Olimpíadas para o corrente ano lectivo.

2. Estão marcadas as provas das fases regional e nacional das Olimpíadas de Física. As provas regionais terão lugar, como habitualmente, em Lisboa, Porto e Coimbra no dia 9 de Maio de 1998. As provas nacionais serão organizadas pela Delegação Regional do Centro da SPF, e terão lugar em Coimbra nos dias 19 e 20 de Junho de 1998. O apuramento para as Olimpíadas Internacionais de Física (IPhO) do próximo ano, que se

disputam na Islândia de 2 a 10 de Julho, terá lugar na segunda quinzena de Maio. As actividades de preparação dos oito alunos pré-seleccionados já começaram.

3. O Anexo ao Regulamento das Olimpíadas de Física, que é fixado anualmente, encontra-se publicado noutra local desta Secção (o Regulamento das Olimpíadas foi publicado na *Gazeta de Física* 19 fasc. 1 (1996) 24-25). De acordo com esse Regulamento estão a ser enviados para as escolas os convites para a participação dos alunos dos 9.º ao 11.º anos nas Olimpíadas de Física 1997/98. Com o intuito de captar mais jovens elaborou-se um cartaz, da autoria do Arq.º José Carlos Cantante, que está também a ser enviado a todas as escolas do 3.º ciclo do ensino básico e secundárias do país.

ANEXO AO REGULAMENTO DAS OLIMPIADAS DE FÍSICA 1997/98

1. No ano lectivo 1997/98 as Olimpíadas Regionais decorrerão no dia 9 de Maio de 1998, em Lisboa, Porto e Coimbra. A Olimpíada Nacional, cuja organização está a cargo da Delegação Regional do Centro da SPF, decorrerá em Coimbra, a 19 e 20 de Junho de 1998.

2. Em 1997/98 a Comissão Nacional das Olimpíadas é constituída por:

- Secretário-Geral da S.P.F., Prof. Carlos Matos Ferreira
- Secretário-Adjunto para os Assuntos Nacionais, Prof.ª Teresa Peña
- Presidente da Delegação Regional do Norte, Prof.ª Fátima Pinheiro
- Presidente da Delegação Regional do Centro, Prof. Carlos Fiolhais
- Presidente da Delegação Regional do Sul e Ilhas, Prof. João Pires Ribeiro
- Representante da Divisão Técnica de Educação, Dr.ª Maria Natália Cruz
- Prof.ª Ana Eiró (Dep. Física, FCUL)
- Prof. Manuel Fiolhais (Dep Física, FCTUC)
- Prof. José António Paixão (Dep. Física, FCTUC)

3. Aos oito alunos apurados no escalão B será ministrada uma preparação suplementar em 1998/99 com vista à participação na IPhO'99 que se realizará em Julho de 1999, em Veneza, Itália. O apuramento final referido no número III do Regulamento será efectuado até 31 de Maio de 1999.

II

Programa para as Olimpíadas de Física 1997/1998

- No escalão A, a Fase Regional compreende o programa do 8.º e 9.º anos. A Fase Nacional inclui também o programa do 10.º ano.
- No escalão B, a Fase Regional compreende o programa do 10.º ano. A Fase Nacional inclui também o programa do 11.º ano.

2 — XXVIII OLIMPIÁDA INTERNACIONAL DE FÍSICA

A XXVIII Olimpíada Internacional de Física (IPhO) decorreu no Canadá, em Sudbury, no estado de Ontário, de 13 a 21 de Julho de 1997. De ano para ano assiste-se a um aumento do número de países participantes, tendo sido agora estabelecido um novo máximo: estiveram presentes delegações de 62 países (dos quais 6 como observadores), havendo um total de 400 participantes entre alunos, "team leader", observadores, guias, membros das equipas de realização e de correcção das provas e organizadores. A representação de Portugal, foi constituída pelos alunos Gonçalo Sardinha Cunha Dias, da Esc. Sec. D. Pedro V, Lisboa; Rui Miguel Salvador Bento, da Esc. Sec. D. Pedro V, Lisboa; Miguel Pais Matos Cunha, da Esc. Sec. da Maia; Prem Gopal Griffith, da Esc. Sec. Maria Lamas, Torres Novas; Sérgio Oliveira Marques, da Esc. Sec. José Macedo Fragateiro, Ovar; e ainda pelos Profs. Manuel Fiolhais e Adriano Lima na qualidade de "team leaders". A viagem iniciou-se de forma atribulada: voos cancelados por greve dos pilotos, mudança de companhia, novos cancelamentos de voos, mudança para uma terceira companhia e finalmente chegada ao destino mas sem parte das bagagens... Nada de grave, porém, e até muito boa disposição!

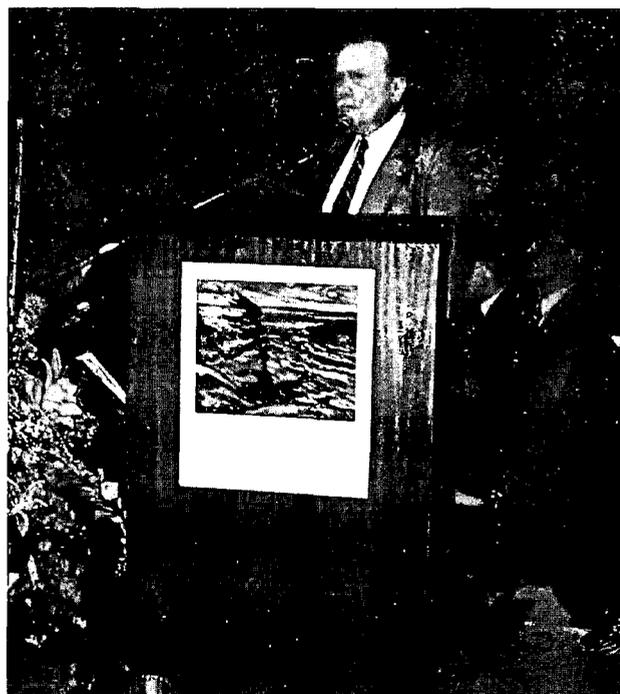
As provas e as reuniões do International Board da IPhO bem como as cerimónias de abertura e de encerramento decorreram em instalações da Laurentian University / Université Laurentienne. O Director Executivo da XXVIII IPhO foi o Prof. John Wylie, professor de Física da Toronto French School.

O exame foi constituído por uma parte teórica (com três questões) e por uma parte experimental. Conforme estabelecido nos Estatutos da IPhO, os enunciados das provas são propostos ao International Board (constituído por todos os "team-leaders" de todas as delegações). Depois de discutidos e aprovados formalmente esses enunciados são traduzidos pelos "team-leaders" para a língua materna dos alunos participantes. Apresenta-se noutra parte desta Secção o enunciado e uma proposta de resolução do primeiro problema teórico. O segundo problema teórico foi sobre Física Nuclear e o terceiro sobre mecânica, envolvendo também conceitos de hidrodinâmica (tratou-se, fundamentalmente, do estudo do movimento de um avião). Tal como na edição do ano anterior, na parte experimental recorreu-se unicamente a uma única montagem laboratorial. Tratava-se de estudar os efeitos mecânicos da aplicação de campos eléctricos a uma bilâmina de materiais piezoeléctricos e eram necessários conhecimentos de mecânica, de electricidade e de óptica.

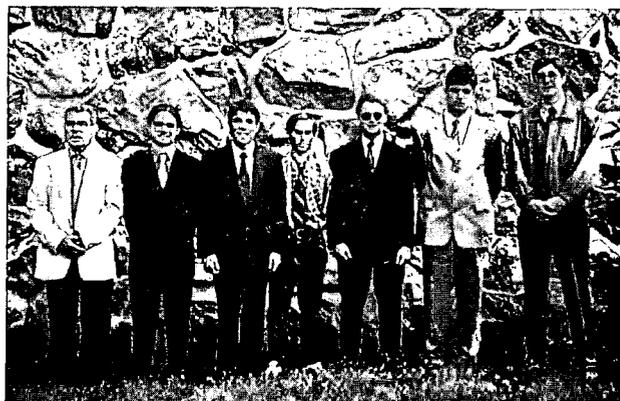
Este ano houve uma alteração radical nos procedimentos de correcção das provas, um ponto sempre muito sensível para a organização. Assim, logo após a conclu-



O Miguel, o Gopal, o Rui, o Gonçalo e o Sérgio, muito bem dispostos, ladeados pelos "team leaders" Manuel Fiolhais e Adriano Lima. Nesta altura ainda não sabiam que os voos iriam ser anulados mas nem isso os fez perder a boa disposição!



Bertram Brockhouse, prémio Nobel da Física de 1994, durante a sua alocação na cerimónia de encerramento da XXVIII IPhO.



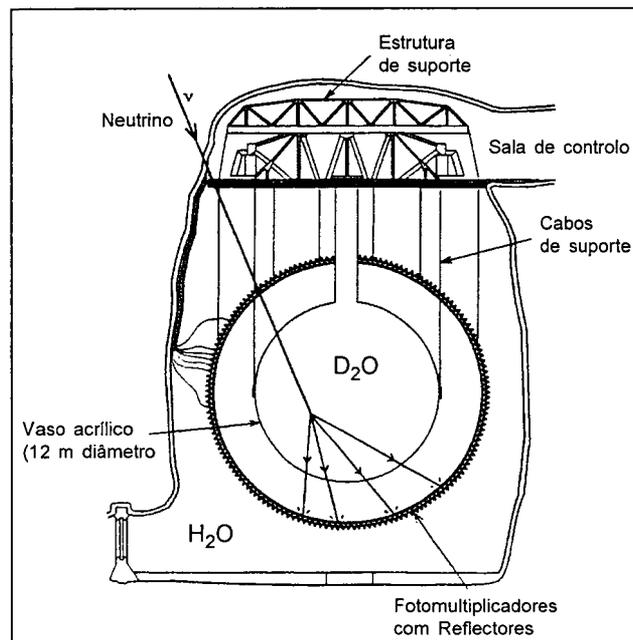
A delegação portuguesa à saída da cerimónia de encerramento.

são de cada prova, a organização entregou aos "team-leaders" de cada país fotocópias das provas realizadas para serem eles próprios a corrigi-las de acordo com os critérios fixados no International Board. E só depois desta sua correcção é que o júri efectuou a sua. Houve depois, e para cada problema, sessões de "moderação" entre elementos do júri e os "team-leaders" de cada delegação para derimir eventuais discordâncias nas classificações atribuídas. A introdução deste novo método foi uma medida acertada, pois contribui para uma maior transparência do sistema, embora obrigasse os "team-leaders" a uma sobrecarga de trabalho. (Anteriormente cabia apenas ao júri corrigir as provas, sendo a correcção verificada pelos "team-leaders".)

O desempenho dos nossos estudantes relativamente à edição do ano passado foi inferior mas foi superior ao das anteriores edições em que Portugal participou. O nosso melhor estudante foi o Sérgio Marques cuja classificação não permitiu obter qualquer prémio (representantes de 10 países não obtiveram qualquer prémio nestas olimpíadas). A dificuldade das provas pode ser atestada pelo facto de alguns dos nossos representantes terem obtido classificações de 19 e até de 20 valores no Exame Nacional de Física do 12º ano (1ª chamada) 1996/97. Estamos pois perante situações de estudantes que são considerados excelentes no nosso sistema de ensino mas que falham quando são confrontados com as situações atípicas das provas da IPhO. O vencedor absoluto destas Olimpíadas foi um estudante do Irão. Só um grande esforço de preparação exterior à Escola pode permitir melhorar os resultados dos nossos representantes. Mas este esforço não pode perder de vista o facto de os alunos se encontrarem a frequentar um ano muito importante para a definição do seu futuro, tendo de se sujeitar a exames nacionais do 12º ano a todas as disciplinas.

Para além da actividade académica, a participação IPhO é uma ocasião para os estudantes travarem conhecimento com jovens da sua idade de variadíssimas regiões do globo. Este convívio vai-se desenvolvendo ao longo da semana em que decorrem as olimpíadas atingindo o apogeu no jantar de encerramento, numa altura em que é possível assistir a actividades de entretenimento criadas pelos próprios estudantes. Houve também várias visitas de interesse cultural e conferências sobre temas de ciência. Refira-se a visita ao parque *Science North* que é uma exposição interactiva permanente de ciência e tecnologia destinada à promoção da cultura científica sobretudo junto dos jovens, e a visita às minas de níquel (as maiores do mundo) nos arredores de Sudbury. É no fundo de uma dessas minas que está a ser construído um novo detector de neutrinos que muito pode vir a dar que falar no domínio do nosso conhecimento relativamente à dinâmica estelar (do Sol, em par-

ticular). A organização promoveu, para os "team leaders", uma conferência sobre este novo laboratório que foi proferida pelo director do projecto.



Esquema do detector de neutrinos que está a ser instalado a 2 km de profundidade nas minas de níquel em Sudbury.

A cerimónia de encerramento da XXVIII IPhO contou com a presença do físico canadiano Bertram Brockhouse, galardoado com o prémio Nobel da Física de 1994 pelos seus estudos sobre difracção de neutrões. Foram nessa altura distribuídos os prémios aos alunos vencedores e anunciado oficialmente o local e a data da próxima IPhO (Reiquejavique, Islândia, em Julho de 1998).



XXIX INTERNATIONAL
PHYSICS OLYMPIAD

Logotipo da XXIX IPhO a realizar em 1998, na Islândia.

EDUCAÇÃO EM FÍSICA

Centro de Formação de Professores da Sociedade Portuguesa de Física

A actual direcção da Divisão Técnica de Educação recebeu, em Novembro de 1996, da anterior direcção, o processo ainda não completo da acreditação da SPF como entidade formadora junto do Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua e da criação do Centro de Formação de Professores da Sociedade Portuguesa de Física. A mudança de legislação relativa ao regime jurídico da Formação Contínua, ocorrida na mesma altura, os diversos contactos que têm sido necessários, a elaboração e discussão do Regulamento Interno do Centro de Formação para aprovação em reunião do Conselho Directivo da Sociedade Portuguesa de Física, são algumas das causas que levam a que o processo não esteja ainda completo. Esperamos que em breve o possamos apresentar aos sócios.

Inquérito aos sócios

Durante o final do ano lectivo passado foi enviado aos sócios da SPF, inscritos na

Com a nova secção "Educação em Física" pretende-se dispor de um espaço regular para a publicação de notícias com interesse para o ensino de Física, nomeadamente sobre experiências inovadoras em curso, projectos, cursos e acções de formação, conferências especializadas, actividades de DTE, entrevistas, cartas de leitores, aspectos curriculares e avaliação, etc.

Oportunamente será designado um representante da DTE para a dinamização permanente da Secção, recolha de material e respectiva coordenação.

Num outro plano, espera-se incentivar o aparecimento de artigos de qualidade sobre o Ensino de Física, a nível dos ensinós básico, secundário e superior, dentro dos critérios habituais de tratamento dos manuscritos submetidos para publicação na Gazeta de Física.

"Educação em Física" é uma nova secção da Gazeta de Física, criada e a desenvolver em colaboração com a Divisão Técnica de Educação (DTE).

Divisão Técnica de Educação e Professores do 3.º ciclo do Ensino Básico e do Ensino Secundário, um questionário que pretendia fazer um levantamento de necessidades de formação sentidas por aqueles bem como recolher sugestões para otimizar a ligação entre a DTE e as Escolas.

Um agradecimento, desde já, a todos aqueles que nos responderam.

A direcção da Divisão Técnica de Educação está a finalizar a análise dos dados recolhidos e apresentará, em breve, na Gazeta de Física, os seus resultados e uma reflexão sobre os mesmos.

1.ª Escola de Verão em Física Atómica e Molecular

Organizada em colaboração com as Divisões Técnicas de Física Atómica, Física Nuclear e Partículas e de Educação, realizou-se a 1.ª Escola de Verão em Física Atómica e Molecular. Decorreu em Lisboa, de 8 a 12 de Setembro de 1997, nas instalações do Museu da Ciência e do Instituto Nuclear de Sacavém, e participaram 28 Professores de várias Escolas Básicas 2,3 e de Escolas Secundárias de todo o país.

A receptividade e a apreciação positiva desta actividade levam a pensar na vantagem de se repetirem iniciativas semelhantes que proporcionem aos Professores ocasiões de actualização em vários domínios da Física.

Reflexão sobre Currícula no Ensino Secundário

Na sequência do pedido de colaboração feito pelo Departamento do Ensino Secundário à Sociedade Portuguesa de Física, como a outras sociedades científicas, para **Encontros no Secundário — Revisão Participada do Currículo**, a Direcção da DTE tem feito uma reflexão interna sobre o tema e dinamizado encontros com Sócios/Professores do Ensino Secundário e alguns do Ensino Superior, convidados a dar o seu contributo: em Lisboa, nos dias 23 e 24 de Outubro, na sede da SPF, em

Coimbra, no dia 10 de Novembro, na Escola Secundária José Falcão, e no Porto, no dia 19 de Novembro. O Currículo do Ensino Secundário, em geral, e o de Física em particular, é um tema que preocupa os Professores, onde surgem propostas diferenciadas e sobre o qual é preciso reflectir muito para tomar decisões que possam conduzir a uma melhor qualidade da formação dos jovens.

Está em fase final de elaboração pela Direcção da DTE um documento a apresentar ao DES com os resultados dessa reflexão. Dela daremos conta oportunamente.

Respostas a solicitações de sócios e de várias instituições

Em colaboração com o Secretariado da SPF tem-se respondido, o melhor possível e sempre que os prazos são razoáveis, a pedidos apresentados por sócios bem como a pedidos de colaboração feitos por instituições que se dirigem à SPF enquanto Sociedade Científica, tais como o Instituto de Inovação Educacional e os Departamentos do Ensino Básico e do Ensino Secundário.

7.º Encontro Ibérico para o Ensino da Física (Las Palmas, Set. Out. 97)

Organizado conjuntamente pelas Real Sociedad Española de Física e Sociedade Portuguesa de Física (Divisão Técnica de Educação), decorreu em Las Palmas de Gran Canária, em simultâneo com a XXVI Bienal de Física, de 29 de Setembro a 3 de Outubro de 1997.

Participaram, representando a SPF, o Prof. Carlos Matos Ferreira, Secretário Geral, a Prof.ª Maria Odete Valente, que integrou a Comissão Científica, e Maria Natália Cruz, vogal da DTE, que integrou a Comissão Organizadora, num total de 17 participantes portugueses.

Num contexto da Reforma Educativa em Espanha e em Portugal, o Encontro reflectiu a preocupação com as mudanças introduzidas ou a introduzir no ensino da Física, como se pode ver pela indicação sumária de algumas das principais actividades do programa científico:

1.ª Conferência Plenária (comum à Bienal): "*Somos muy conservadores en la enseñanza de la Física?*", pelo Prof. Marcelo Alonso, do Florida Institute of Technology, bem conhecido de várias gerações que estudaram Física pelos seus livros. À sua pergunta o próprio responde "... muchos profesores de física son mas conservadores que las leys de la conservacion".

O mesmo Professor orientou o seminário "*La actualización de algunos conceptos del Curso de Física*".

Outras conferências plenárias comuns à Bienal: "*Superfluidity in helium three: The discovery through the eyes of a graduate student*" pelo Prof. Douglas D. Osheroff, da Stanford University, prémio Nobel de Física em 1996; "*Solitons in deep water*", pelo Prof. Michael Longuet-Higgins, da University of California.

Também do programa comum à Bienal constaram duas mesas-redondas com participação de físicos e representantes de vários sectores da sociedade: "*Medio Ambiente*" e "*Energias para el próximo siglo*".

No âmbito específico do 7.º Encontro para o Ensino da Física, destacam-se:

Conferências convidadas: "*Las prácticas de laboratorio en la formación del estudiante como futuro investigador*", pelo Professor Manuel Yustre Llandres, da UNED; "*Física Moderna no Secundário?*", pela Prof.ª Maria Helena Caldeira, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra; "*Museus da Ciência: sua importância na formação da cultura científica*", pelo Prof. Fernando Bragança Gil, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa; "*La Física moderna en el horizonte del 2001*", pelo Prof. Jordi Solbes

Mesa-redonda: "*La enseñanza de la Física en los sistemas portugués e español: Características y problemas*", em que intervieram três professores espanhóis e três portugueses (Doutor Matos Ferreira, Doutora Helena Caldeira e Natália Cruz).

Das 21 comunicações orais, 3 foram contributos de professores portugueses: "*Ciência para o cidadão e as físico-químicas no ensino básico*" de A.J. Bustorff e M.C. Sequeira; "*O ensino da astronomia a nível introdutório com base no conceito estruturante de interacção gravítica*", de M.H. Caldeira, N. Costa, N. Cruz, H. Pedrosa e I. Martins; "*A astronomia no ensino básico e secundário em Portugal*", de M. Ferreira. Alguns dos títulos das outras comunicações orais: "*El desarrollo del currículo de Física de Bachillerato a través de los criterios de evaluación*", "*Física y química útil en preguntas abiertas*", "*Un currículo para el estudio de la Historia de la Ciencia en Secundaria*", "*El desarrollo del currículo de Física de Bachillerato con un enfoque que contemple las relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad*", "*Las ideas de lo alumnado de Secundaria sobre ondas, sonido y ruido. Diseño y diagnostico inicial y orientaciones para su enseñanza y aprendizaje*".

Foram também apresentados alguns "posters" (11) dos quais um de autores portugueses, "*Utilização de planetários portáteis no ensino da Astronomia*", de A. J. Costa, A.M.R. Costa e M. Ferreira.

Actualização de ficheiros

A DTE tem tentado verificar a presença de todos os sócios nas listas de "mailing". Temos consciência que tem havido falhas no envio de alguns documentos. Pedimos a todos os sócios da SPF que desejam pertencer à DTE o favor de fazerem a respectiva inscrição, bastando que o declarem, por carta ou por FAX, para o secretariado. Agradecemos a todos os que já o fizeram, aos que têm actualizado quotas e nos têm feito chegar algumas sugestões de organização.

EXAMES NACIONAIS DO 12.º ANO

RELATÓRIO DO CNEES: PROVAS DE FÍSICA, 1.ª FASE/97

Informação às Escolas sobre o exame de Física e prova-modelo

Relativamente ao ano transacto verificou-se uma melhoria da qualidade da informação sobre o exame de Física bem como do momento escolhido para a difundir. Foi durante o primeiro período que o GAVE deu a conhecer, através da informação n.º 14/96, as características da prova, o material que podia ser utilizado durante a mesma, sua duração, etc. O facto de o exame de Física contemplar uma questão que avaliava competências relativas à actividade experimental terá causado uma certa apreensão junto de alguns professores e alunos, embora seja importante sublinhar que as provas do ano lectivo 1995/96 para a rede escolar de amostragem tinham já incluído questões deste tipo. A situação não foi, portanto, inopinada. No parecer elaborado sobre a prova-modelo apoiou-se esse tipo de questões mas chamou-se a atenção para a necessidade

O Conselho Nacional de Exames do Ensino Secundário (CNEES) divulgou publicamente, em finais de Outubro, o seu Relatório de apreciação da qualidade científica e pedagógica das provas das duas chamadas da primeira fase dos exames nacionais do 12.º ano de 1997.

Os membros do CNEES, representantes de sociedades científicas e de associações de professores das diversas áreas em que se realizam os exames do 12.º ano, já se tinham pronunciado sobre estas mesmas provas, no próprio dia da sua realização. Tratava-se, então, de elaborar um primeiro parecer com a finalidade de chamar a atenção para aspectos a considerar na correcção, caso necessário.

Em Relatório também divulgado publicamente, em Março de 1997, tinha sido feita a apreciação das provas-modelo. O Relatório sobre a prova-modelo de Física encontra-se publicado na *Gazeta de Física* 20, fasc. 20, p. 61 (1997).

Apresenta-se nesta secção o Relatório da disciplina de Física, cujo relator foi o vogal do CNEES Prof. Dr. Manuel Fiolhais, do Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, representante da SPF nesse Conselho.

de elaboração muito cuidadosa a fim de não comprometer a sua futura inclusão nas provas de exame. Em particular, essas questões em caso algum poderiam colocar em desigualdade alunos pertencentes a escolas mal equipadas do ponto de vista experimental ou onde a prática laboratorial ficasse aquém do exigido. Julga-se que a prova-modelo terá contribuído sobremaneira para caracterizar esse tipo de questões e, conseqüentemente, diminuir a possibilidade de uma surpresa nas provas reais. Faltou, na nossa opinião, a elaboração de uma "resposta-modelo" à questão III da prova-modelo. A inclusão de respostas de escolha múltipla nas provas de exame de Física foi também inovadora e deve aqui ser destacada. Essas questões, quando bem elaboradas permitem avaliar conhecimento e compreensão de uma forma justa e segura para além de simplificarem extraordinariamente o trabalho de correcção. Quer na prova-modelo quer nas duas provas 115/1 e 115/2, as questões de escolha múltipla estiveram globalmente bem.

Regista-se também que a matriz utilizada para a prova-modelo foi respeitada nas provas reais.

Análise das provas

Em nenhum dos enunciados se verificou a ocorrência de erros verdadeiramente graves que pudessem comprometer a validade das provas¹. Registaram-se contudo algumas imprecisões na formulação de certas questões. Passamos a referir esses casos.

No que diz respeito à prova 115/1, afirma-se na questão II.1 que o choque é perfeitamente inelástico. Este dado não é utilizado na resolução do problema já que é fornecida a velocidade do centro de massa. A situação, que não põe em causa a correcta interpretação do problema, merece reparo na medida em que, por norma, não devem ser fornecidos dados a mais nos enunciados (a redundância da informação pode confundir alguns alunos). Na questão II.3.1 depara-se uma situação mais grave, pois falta, de facto, um dado para se

poder responder cabalmente à questão. A velocidade da partícula não fica univocamente determinada com os dados fornecidos mas apenas a sua componente x . Segundo o eixo y a componente da velocidade fica indeterminada. Assim, o valor apresentado nos critérios de correcção/cotações para a velocidade não é único. Chamou-se a atenção para este aspecto no relatório sucinto enviado no próprio dia da prova 115/1. Desconhece-se qualquer informação do Júri Nacional de Exames aos professores-correctores a este respeito. Espera-se que os professores-correctores tenham lidado de forma adequada com esta ambiguidade no enunciado. Não chegou ao nosso conhecimento qualquer sinal de insatisfação com o enunciado da questão o que leva a supor que a grande maioria dos alunos admitiu, tal como os autores, mas sem que isso estivesse explícito ou implícito no enunciado, que a velocidade da partícula e o campo magnético eram perpendiculares. A ambiguidade referida pode eventualmente ter causado algum embaraço, especialmente aos bons alunos.

Quanto à prova 115/2, na questão I.4, na afirmação C, onde se lê "aceleração" deveria ler-se "módulo da aceleração" ou "valor da aceleração". É verdade que, por vezes, o módulo do vector se confunde com o próprio vector. No entanto, em provas de exame, uma tal liberdade de linguagem deveria ser evitada. Na afirmação B da mesma questão comete-se a mesma imprecisão com o termo "velocidade" mas aí o problema não é tão importante pois a afirmação está, de qualquer modo, errada. Na questão II.1.2 a redacção, "...conserva-se imediatamente antes e imediatamente depois do choque?" não é feliz. Os autores queriam dizer "...conserva-se durante o choque?". Na questão II.2.1, quando se pede o momento resultante das forças, deveria indicar-se o ponto em relação ao qual esse momento deveria ser calculado. De acordo com os critérios de correcção, o objectivo da questão era mostrar que o momento era nulo em relação ao ponto P e faltou, portanto, indicar isso com toda a clareza no enunciado. Porém, a questão que merece reparo mais veemente é a II.3.2. Os autores pretendiam, na realidade, inquirir qual o módulo do campo eléctrico que existia na região antes de se colocarem lá as esferas carregadas, uma vez que a presença das esferas altera (distorce) as linhas do campo. Ora, quando se formula a questão II.3.2 as esferas carregadas já estão na região onde se quer saber o campo e contribuem para este. Portanto, o campo que, de facto, é pedido não é o inicial! O cálculo do novo campo seria um exercício mais complicado que sai fora do programa do 12.º ano, e requer o conhecimento da natureza das esferas (se são condutoras, se são dieléctricas, etc.), do seu tamanho e da própria distribuição das cargas no seu interior. Uma tal complexidade terá levado os alunos a considerar que a questão se referia ao campo inicial mas, na realidade, a sua redacção não é isso que expressa. Estranha-se também a distinção que os autores fazem, nos critérios

de correcção da questão II.3, entre "força devida à lei de Coulomb" e "força do campo eléctrico". Ambas as forças têm a mesma natureza física e ambas são obtidas a partir da mesma lei física: a lei de Coulomb. Se existe campo electrostático numa dada região do espaço é porque, algures, há distribuições estáticas de cargas que o originam. A força a que uma partícula carregada fica sujeita quando é colocada na região onde há um campo eléctrico é a força de Coulomb produzida sobre ela pelas cargas que são a fonte desse campo.

As questões III de ambas as provas foram bem elaboradas, embora a da prova 115/2 pareça mais adequada para um exame.

Os graus de dificuldade das provas reais e da prova-modelo são semelhantes.

Comentários finais

Neste primeiro ano, em que entraram generalizada-mente em vigor os novos programas de Física do 12.º ano, os exames foram algo diferentes dos do ano anterior. Foram inovadores, sobretudo no que diz respeito às questões de escolha múltipla e à inclusão de questões que directamente têm a ver com a actividade experimental. Crê-se que este último aspecto poderá catalisar a consecução de uma prática experimental no ensino da Física nas escolas secundárias. Mas para se conseguir este objectivo outros factores são necessários: laboratórios equipados, professores bem treinados na prática laboratorial e motivados, etc.

Se a estrutura da prova esteve bem, há aspectos, no seu conteúdo, que têm de ser melhorados, sobretudo no que tem a ver com a clareza dos enunciados, nomeadamente a necessidade de estes serem inambíguos. É nestes aspectos, que têm directamente a ver com a indispensabilidade de um conhecimento aprofundado das matérias por parte de quem produz as provas, que devem ser dados passos para melhorar os exames. De outro modo há o risco de virem a ocorrer falhas de grandes proporções.

Os aspectos relativos às informações sobre o exame de Física, o momento escolhido para a disponibilização da prova-modelo e o calendário das provas de Física não merecem reparo.

Manuel Fiolhais

Representante da SPF no CNEES

¹ Nos próprios dias da realização das provas de exame foram enviados ao Presidente do CNEES pareceres preliminares sobre as mesmas. Foi relator do parecer da prova 115/2 o Prof. Dr. José António Paixão, do Departamento de Física da Universidade de Coimbra, indicado para o efeito pela Sociedade Portuguesa de Física, por motivo de ausência no estrangeiro do vogal do CNEES.

DELEGAÇÃO CENTRO

ACÇÕES DE DIVULGAÇÃO

Como vem sendo hábito, a Delegação Regional do Centro da SPF propõe-se realizar palestras de divulgação sobre vários temas de Física nas Escolas Secundárias e acções de formação de professores. Os temas propostos para o ano lectivo de 1997/98 são os seguintes:

"A água, o ar e o levantar dos aviões"
Prof. Doutora Maria José B. Almeida

"A Física da Cor"
Prof. Doutor Luís Alte da Veiga

"A Física das partículas cem anos depois da descoberta do electrão"
Prof. Doutor Manuel Fiolhais

"A Física Quântica numa perspectiva histórica"
Prof. Doutor João da Providência

"Análise de materiais por fluorescência de raios X"
Prof. Doutor Carlos Alberto Nabais Conde

"Aplicações da hidrostática e hidrodinâmica: circulação sanguínea, movimento dos barcos à vela e outros exemplos"
Prof. Doutor Luís Alte da Veiga

"A radioactividade e seus efeitos biológicos"
Prof. Doutor Paulo Mendes

"Bases experimentais da Física Quântica"
Prof. Doutor Adriano Pedroso de Lima

"Da magia da electricidade e do magnetismo à descoberta das ondas electromagnéticas"
Prof. Doutora Lucília Brito

"Estabilidade, decaimento e reacções nucleares"
Prof. Doutor Adriano Pedroso de Lima

"Experiências fundamentais em Física"
Prof. Doutor Armando Policarpo

"Física no Desporto"
Prof. Doutor Adriano Pedroso de Lima

"Lasers e Holografia"
Prof. Doutor João de Lemos Pinto

"Microscópios de resolução atómica"
Prof. Doutor Carlos Alberto Nabais Conde

"Nanotecnologia"
Prof. Doutor Carlos Fiolhais

"Nós e o Universo" (8.º ano)"
Prof. Doutor Carlos Fiolhais

"O Enigma dos neutrinos solares"
Prof. Doutor Carlos Alberto Nabais Conde

"Onde está a Antimatéria?"
Prof. Doutor José Pinto da Cunha

"Peso, massa e gravitação na vida quotidiana"
Prof. Doutor João da Providência

"Princípios de conservação e as leis da mecânica"
Prof. Doutor Luís Alte da Veiga

"Radiações? Sim, obrigado!"
Prof. Doutora Maria Salete Leite

"Simetrias, princípios de conservação e leis da natureza"
Prof. Doutor João da Providência

"Termodinâmica: Princípios, meios e fins"
Prof. Doutor Manuel Fiolhais

"Universo e Partículas: do infinitamente grande ao infinitamente pequeno"
Prof. Doutor Manuel Fiolhais

"Viagem ao centro do Sol"
Prof. Doutor José Pinto da Cunha

* Apenas os pedidos efectuados nos anos lectivos de 1995/96 e 1996/97.

CURSOS DE FORMAÇÃO

"A cinemática e a dinâmica com base experimental"
Prof. Doutor Luís Alte da Veiga

"A Física Quântica numa perspectiva histórica"
Prof. Doutor João da Providência

"Campos eléctricos e magnéticos"
Prof. Doutor Adriano Pedroso de Lima

"Detectores para radiações ionizantes"
Prof. Doutor Carlos Nabais Conde

"Fundamentos de Termodinâmica"
Prof. Doutor Manuel Fiolhais

"Física das Partículas"
Prof. Doutor Manuel Fiolhais

"Física Moderna — da Teoria da Relatividade aos nossos dias"
Prof. Doutor Manuel Fiolhais

"INTERNET para o ensino da Física"
Prof. Doutor Carlos Fiolhais

"O apogeu da Física clássica, os seus falhanços e o advento da Física Moderna."
Prof. Doutor Luís Alte da Veiga

"Partículas, sistemas e campos de forças"

Prof. Doutora Maria José B. Almeida

"Sensores e interfaces no ensino experimental da Física"

Prof. Doutor José António Paixão e
Prof. Doutor Francisco Campos Gil

"Simetrias, princípios de conservação e leis da natureza"

Prof. Doutor João da Providência

"Teoria da relatividade: uma nova visão do tempo e do espaço"

Prof. Doutor Pedro Vieira Alberto

Cópia desta lista foi enviada a todas as Escolas Secundárias e C+S da Região Centro. Estas acções serão realizadas, na medida das disponibilidades, por solicitação das Escolas à Delegação que encaminhará os pedidos para os professores responsáveis pelas acções.

Aproveita-se a oportunidade para agradecer a disponibilidade dos professores que colaboram nesta iniciativa.

"CIÊNCIA A BRINCAR"

Foi apresentado ao Concurso "Ciência Viva" do Ministério da Ciência e Tecnologia um projecto de divulgação de Ciência dirigido a crianças dos 4 aos 8 anos das escolas da região de Coimbra designado "Ciência a Brincar". O projecto está centrado na realização de um conjunto de 10 experiências de fácil execução e interpretação, que serão distribuídas às escolas na forma de um *kit* com um conjunto de notas explicativas.

ENSINO DA FÍSICA

Em representação da SPF, foi apresentada pelo Prof. Dr. José António Paixão a comunicação "New Technologies in Physics Education in Portugal" no XXXVI Congresso Nazionale da Associazione per l'Insegnamento della Fisica que teve lugar em Scalea, Itália, de 5 a 8 de Novembro de 1997.

DELEGAÇÃO NORTE

"CIÊNCIA VIVA"

A Delegação Norte da SPF concorreu ao Programa "Ciência Viva" do Ministério da Ciência e da Tecnologia, com um projecto destinado ao ensino da Óptica no ensino básico.

Aproveitando as características motivacionais desta área científica, o projecto propõe que se inicie o Programa de Física do 8º ano pela unidade "Luz e Visão", utilizando uma metodologia assente no trabalho experimental feito pelos alunos, complementado com o necessário apoio conceptual.

Caso seja aprovado, este projecto permitirá equipar 10 escolas, dispersas por toda a região norte, com material de grande qualidade que poderá igualmente servir para outros anos lectivos e também para as Técnicas Laboratoriais de Física.

FORMAÇÃO DE PROFESSORES — 12.º ANO

Em breve estará disponível equipamento adequado para formação de professores na componente experimental do 12.º ano de Física.

PALESTRAS PARA ESCOLAS DOS ENSINOS BÁSICO E SECUNDÁRIO

A Delegação Norte da SPF comunica que se mantém disponível o seguinte conjunto de palestras:

A Física e o Ambiente.

A dinâmica da atmosfera; sismos (causas e efeitos); campo geomagnético.

J. Fernando Montenegro (U. Porto)

Lasers e Holografia.

Como funciona o laser; tipos de lasers; obtenção de hologramas; demonstrações experimentais.

Luís Miguel Bernardo (U. Porto)

Simetria e Leis de Conservação.

Que abordagem ao nível do Ensino Secundário?

José Manuel Moreira (U. Porto)

Avaliação de Actividades Experimentais em Física.

Objectivos a avaliar; instrumentos de avaliação.

Maria Lucinda Oliveira, Adriano Sam-paio e Sousa (E.S. Fontes P. de Melo)

Radiações Ionizantes e Não Ionizantes.

Fundamentos. Aspectos de segurança.

João Ferreira (U. Minho)

Óptica e Visão.

Borges de Almeida (U. Minho)

Forças Conservativas.

Campos de potencial.

Rafaela Prata Pinto (U. Porto)

Revolução da Física no início do séc XX. Aspectos experimentais. (várias sessões)

— Quantificação de energia (interacção entre radiação electromagnética e matéria: sistemas atómicos).

— Quantificação da orientação espacial (spin).

— Dualidade onda-corpúsculo (difracção e interferência).

— Princípio da incerteza de Heisenberg.

— Electrão no átomo.

Isabel Ferreira (U. Minho), *Fátima Mota* (U. Porto), *Fátima Pinheiro* (U. Porto)

Exploração Didáctica do Osciloscópio.

Princípio de funcionamento; modo de utilização; demonstrações práticas.

M. Barros (U. Porto)

Introdução à Electrónica.

Utilização de amplificadores operacionais; díodos e transistores. Realização de experiências.

M. Barros (U. Porto)

Da Física das Partículas à Cosmogenia.

Fátima Mota (U. Porto)

Massa e Peso.

Abordagens clássica e relativista.

João Lopes dos Santos (U. Porto)

Segundo Princípio da Termodinâmica.

Entropia: definição clássica e interpretação estatística.

Fátima Pinheiro (U. Porto)

Mecanismos de Condução Eléctrica.

Condutores metálicos e não metálicos.

Fátima Pinheiro (U. Porto)

Física e Cognição.

Deficiências do desenvolvimento cognitivo dos alunos dos ensinos básico e secundário; actividades favoráveis a esse desenvolvimento.

Adriano Sampaio e Sousa (E.S. Fontes P. de Melo)

Resolução de Problemas em Física.

Aplicações na sala de aula.

Regina Gouveia (E. S. Carolina Michaëlis)

Informática no Ensino da Física.

J. Manuel Brochado (U. Porto)

Superfluidez. Supercondutores. Aplicações.

J. Ferreira da Silva (U. Porto)

Pede-se aos colegas interessados o favor de escreverem para:

Delegação Norte da SPF — Departamento de Física, R. Campo Alegre, 687 4150 PORTO

17th EPS Gen. Conference of Condensed Matter

The 1998 General Conference (CMD - EPS 17) of the Condensed Matter Division of the European Physical Society will be held in Grenoble on 25-29 of August. It will be coupled with the 6èmes "Journées de la Matière Condensée. (JMC 6) The aim is to provide a forum where scientists, mostly from Europe, can present their research work in condensed matter physics such as:

— semiconductors and insulators; — low temperature physics; — magnetism; — superconductors; — nanostructures; — surface and interfaces; — soft matter and statistical mechanics; — physics for biology.

It will follow mainly the scheme chosen for the "Journées de la Matière Condensée de la Société Française de Physique" with is based on a large diversity of colloquia selected after a survey among physicists.

Junior scientists are encouraged to participate. Grants will be given to waive fees and to cover housing expenses. A job advertisement space will be provided.

The conference will be organised in the Grenoble University Campus at Saint Martin d'Hères.

All information and further announcements can be found on Internet:

<http://www.polycnrs-gre.fr/eps.html>

CONFERENCE SECRETARIAT

CMD17-JCM6 — The Secretary General, Laboratoire Louis Néel, BP 166 X, 38042 Grenoble cedex 6 FRANCE

e-mail: cmd17@labs.polycnrs-gre.fr — fax: 33 4 76 88 90 04

Ciência e Tecnologia de Filmes e Nanoestruturas Magnéticas

A Sociedade Portuguesa de Física, por delegação da EPS e em colaboração com o seu Grupo IGPD (Física para o Desenvolvimento), organizou a 3rd EPS Southern European School of Physics, sobre Science and Technology of Magnetic Films and Nanostructures. A Escola realizou-se no Departamento de Física da Universidade do Porto, de 30 de Junho a 11 de Julho 97, com a participação de 56 estudantes (mestrado, doutoramento e jovens investigadores), da França (13), Irlanda (3), Bélgica (2), Ucrânia (3), Rússia (1), Grécia (1), Itália (5), Espanha (3), Alemanha (1), Polónia (1), Roménia (2), Suécia (1) e Portugal (20).

Estas Escolas EPS proporcionam formação avançada e treino experimental em tópicos de Física de grande actualidade e impacto tecnológico, tendo-se realizado anteriormente em Madrid (1991; Modern Spectroscopies and Applications) e em Creta (1994; Lasers and Applications).

O tema da Escola do Porto constituiu uma opção natural, graças ao papel central que os filmes e nanotecnologias desempenham hoje nas tecnologias avançadas, especialmente nas áreas da informação e do hardware computacional. Durante décadas esses desenvolvimentos incidiram sobretudo nos filmes semicondutores (Microelectrónica), só tendo emergido recentemente o campo dos filmes e nanoestruturas magnéticas. Novos fenómenos físicos e funções para manipular os fluxos electrónicos originaram o fascinante domínio da magnetoelectrónica. Sensores magnetoresistivos, dispositivos de spin e híbridos (magneto-opto-electrónicos), memórias magnéticas avançadas, transístores de spin, são exemplos das novas potencialidades neste campo.

A organização da Escola contou com a colaboração de dois grupos portugueses de I&D em filmes e nanoestruturas magnéticas: no INESC, Lisboa, liderado pelo Prof. P. Freitas, e no IFIMUP, Porto, liderado pelo Prof. J. B. Sousa.

A parte teórica da Escola incluiu 35 sessões, a cargo dos professores: R. Miranda (Madrid), R. Allenspach (Zurich), J. Miltat (Orsay), J. Chapman (Glasgow), C. Sá (CEMUP, Porto), K. Temst (Leuven), J.C. Soares (CFNUL, Lisboa), P.P. Freitas (INESC/IST, Lisboa), S.B. Palmer (Warwick), C. Chappert (Orsay), R.A. Cowley (Oxford), P. Grünberg (Jülich), V.S. Amaral (IFIMUP/FCUP, Porto), M.S. Rogalski (FCUP, Porto), A. Fert (Orsay), J.B. Sousa (IFIMUP/FCUP, Porto), Y. Bruynseraede (Leuven), A. Lourenço (INESC, Aveiro), H.U. Habermeier (Stuttgart), G. Prinz (Washington), J. Ferré (Orsay), J.P. Lazzari (Silmag, Grenoble), L. Melo (INESC/IST, Lisboa).

As sessões foram agrupadas em seis cursos de formação, sobre: Crescimento e Morfologia de Filmes (7 sessões), Preparação de Filmes e Estrutura (3), Magnetismo de Filmes Finos (9), Fenómenos de Transporte (4), Magnetoresistência Gigante (GMR) e Colossal (CMR) (6), Perspectivas Tecnológicas e Industriais (7). Cada curso encerrou com uma sessão de Discussão, de carácter tutorial.

Em complemento houve quatro blocos laboratoriais, sobre: Deposição de Filmes por Ablação Laser (M. Rogalski, J.

Mendes) Caracterização de Filmes Finos por Difractometria de Raios X (B. Almeida, K. Temst), Propriedades de Transporte de Filmes Nanoestruturados (M. Azevedo, J. Moreira), Magnetometria de Filmes Finos (V. S. Amaral, M. A. Sá).

Na última semana foram oferecidos dois programas de treino experimental, um realizado no IFIMUP/CEMUP, Porto (42 estudantes), dedicado às técnicas de preparação e caracterização de filmes (X-ray diffraction of nanostructured filmes, Atomic force/electron scanning microscopy; Magnetoresistance measurements, Conversion Electron Mössbauer Spectroscopy, VSM/SQUID measurements), e o outro realizado no INESC-Lisboa (14 estudantes), dedicado às Microtecnologias de filmes finos e dispositivos nanoestruturados (Deposition, Microlithography, Etching, Ion Milling, Passivation, Wire Bonding/interconnection Technology; GMR, VSM, MOKE Techniques). Estes programas contaram ainda com a colaboração da Siemens GmbH (A. Iberl, difractometria de raios X) e da Parks Scientific (P. Paton, Microscopia Atómica).

Durante a Escola realizaram-se sessões de posters, com exposição de trabalhos realizados pelos participantes nos seus laboratórios de origem. Estiveram expostos 30 posters, tendo sido atribuídos prémios para os dois trabalhos de melhor qualidade e conteúdo científico.

A Comissão Organizadora dispõe de um conjunto completo das lições proferidas nesta Escola EPS.

A organização da Escola agradece o apoio financeiro das seguintes entidades:

Comunidade Europeia, Sociedade Europeia de Física (CMD, IGPD, Solidarity Fund), JNICT, Reitoria U. Porto, Dep. Física FCUP, Instituto de Física de Materiais da U.P., CEMUP, Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento, M.T. Brandão, Criolab, Siemens, Parks Scientific, Porto Convention Bureau, Instituto do Vinho do Porto, UNICER, Caves Ferreira, Delta, Dan Cake.

Director of School

J. B. Sousa, IFIMUP and FCUP, Porto

Coordinator of Scientific Programme

P. P. Freitas, INESC and IST, Lisbon

ORGANIZING COMMITTEE

J. B. Sousa, Chairman (IFIMUP and FCUP, Porto)
P. P. Freitas, Co-Chairman (INESC and IST, Lisbon)
V. S. Amaral, Co-Chairman (IFIMUP, Porto)
M. S. Rogalski (IFIMUP and FCUP, Porto)
C. M. Sá (CEMUP, Porto)
A. Lourenço (INESC, Porto)
L. Melo (INESC and IST, Lisbon)
T. Plaskett (INESC, Lisbon)
R. P. Pinto, Treasurer (IFIMUP and FCUP, Porto)
F. Teixeira, Secretary (SPF, Porto)

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

HOMENAGEM A JOÃO DE ALMEIDA SANTOS

A 8 de Abril de 1997 realizou-se uma sessão de homenagem ao Doutor João Rodrigues de Almeida Santos, que faleceu a 19 de Novembro de 1975. Homenagem tardia, embora há muito projectada! Mas duas décadas atrás, o ambiente perturbado não era propício a recordações saudosistas, que não tivessem significado político, e o Doutor Almeida Santos nunca se dedicara à política; era integralmente um universitário, e para mais de uma extrema modéstia e discrição, nunca se impondo ostensivamente.



A autoridade que lhe reconheciam provinha menos do prestígio do cargo de Director do Laboratório de Física da Universidade de Coimbra, e do estatuto de professor, do que da eficiência com que desempenhava um e outro, e da sua estatura moral e intelectual. E à medida que os anos foram correndo, mais a perspectiva restabeleceu a verdadeira grandeza da personagem.

Esta justíssima homenagem teve lugar no local certo, no celebrado Anfiteatro de Física do Pombalino Colégio de Jesus, onde ele proferiu a maior parte das suas lições, examinou quase todos os seus alunos, prestou muitas das suas provas académicas, recebeu numerosos

conferencistas portugueses e estrangeiros, em suma, que durante um quarto de século foi o seu Anfiteatro, e que voltou a sê-lo naquele dia 8 de Abril, em que se encheu e transbordou, como raramente acontecera; vieram sobretudo os alunos, muitos deles agora catedráticos prestigiosos, alguns colegas, velhos funcionários da Física, além de membros da família e de amigos.

Nessa sessão foi recordada a biografia do homenageado, nascido em Viseu a 9 de Março de 1906, Assistente da Universidade de Coimbra desde 1926, quando ainda era aluno da Licenciatura em Físico-Químicas (e da de Matemática); de 1930 a 1935 bolseiro em Manchester, onde se especializou em Cristalografia de Raios X sob a orientação do famoso Sir William Lawrence Bragg, Prémio Nobel da Física em 1915, e onde se doutorou, após ter publicado, só ou em colaboração, vários trabalhos em revistas da especialidade.

Regressado a Coimbra, e apesar do intenso serviço docente, conseguiu prosseguir a sua investigação e preparar a dissertação que apresentou no Concurso para Professor Extraordinário (1947).

Mas em 1947 a vida do Laboratório de Física foi repentinamente alterada: o seu Director, Doutor Mário Augusto da Silva foi compulsivamente afastado do serviço em Junho e depois aposentado; o cargo de Director passou a ser exercido, interinamente, por um professor catedrático de outra Secção (o Laboratório de Física tinha então dois lugares de catedrático, um o do Doutor Mário Silva e o outro vago). Além do Doutor Almeida Santos o corpo docente ficou reduzido a 2 Segundos Assistentes, em vésperas de sair por completarem o tempo legal de serviço para não doutorados, e ao Primeiro Assistente, Doutor J. L. Rodrigues Martins, que no início de 1949 regressaria à sua terra natal, Lourenço Marques, rescindindo o contrato com a Universidade de Coimbra.

Pode dizer-se que a fase de investigador de Cristalografia de Raios X do Doutor Almeida Santos ficou comprometida com estas alterações. Prestou provas públicas para Professor Catedrático e em Novembro de 1948 foi nomeado Director do Laboratório de Física; e Director do Instituto Geofísico de Coimbra em Janeiro de 1949.

No princípio de 1948 tinham sido contratados dois Assistentes, recém-licenciados em Físico-Químicas, e em 1949 mais uma. Como a Licenciatura em Físico-Químicas

sempre contou poucos alunos, em geral mais inclinados para a Química do que para a Física, o Doutor Almeida Santos lançou também a vista sobre brilhantes alunos de Preparatórios de Engenharia. Assim, em 1970 haveria no Laboratório de Física para cima de duas dezenas de docentes, muitos já doutorados, e alguns catedráticos.

Pois o Doutor Almeida Santos velava para que todos completassem a sua formação científica, conseguindo para eles bolsas de estudo, e enviando, a bem dizer em cada ano um, e por vezes mais, para instituições prestigiosas no estrangeiro. E tinha o cuidado de os enviar bem preparados, psicologicamente com a maturidade que oferece a experiência da docência, e cientificamente com um mínimo de preparação para o estudo que iam realizar, e que ele próprio planeava previamente com o futuro orientador. Pois, além de manter relações cordiais com os antigos professores e condiscípulos de Manchester, estabelecia contactos com as entidades susceptíveis de receber estagiários, aproveitando especialmente cada missão em que participava fora de Portugal.

E foram muitas essas missões na qualidade de membro da Comissão encarregada de planear as instalações da Faculdade de Ciências na Cidade Universitária de Coimbra, como membro da Comissão que elaborou os novos planos de estudo das Faculdades de Ciências, como vogal da Comissão de Estudos de Energia Nuclear, como Director do Centro de Estudos de Física Nuclear de Coimbra; numa dessas viagens ia especificamente incumbido de escolher o Acelerador de partículas a instalar num futuro Laboratório.

Pois também era a ele que competia apresentar os projectos deste complexo, para o que pediu a todos os docentes do Laboratório para que contribuíssem activamente, com eles reunindo periodicamente para melhorar as sucessivas plantas que os arquitectos iam apresentando. E não era fácil arrumar gabinetes, anfiteatros, laboratórios de ensino, oficinas, bibliotecas, e as instalações para as várias secções que se tinham criado desde 1947. Como se verifica, até quanto ao edifício o Doutor Almeida Santos faz figura de fundador do moderno Departamento de Física.

Assim em tudo se empenhava com a mesma persistência e competência, o mesmo rigor e mesma meticulosidade, que na preparação das aulas teóricas e práticas, nas quais brilhava a sua vivacidade e a agudeza do seu espírito, na execução dos textos para os exames escritos, nos interrogatórios em provas orais, nunca esquecendo que era o júri, e não ele só, que atribuía as notas. Era de facto o professor completo, sempre orientado pelo sentido de justiça, em relação ao aluno, e em relação à sociedade, à qual lhe competia informar do grau de preparação de quem a ia servir.

Luiz de Mello Vaz de Sampayo
Professor Catedrático Jubilado de Física

ÍNDICE DO VOLUME 20 DA GAZETA DE FÍSICA

Fasc. 1 (Janeiro a Março 1996)

Editorial	2
A epopeia do começo da Gazeta de Física (Lídia Salgueiro)	3
Como se mediu a carga do electrão (Rómulo de Carvalho)	6
Rómulo de Carvalho (Artur Marques da Costa)	10
Os meus livros preferidos de Rómulo de Carvalho (Carlos Fiolhais)	15
Meu caro Dr. Rómulo de Carvalho	18
Alguns poemas de António Gedeão	20
Pelo ensino experimental das Ciências	22
Uma aprendizagem da Física quatro décadas atrás (Cândido Marciano da Silva)	41
Museu de Física da Universidade de Coimbra	46
Olimpíadas de Física	47
Programa Nónio Século XXI	55
Física em acção	59
Exames do 12.º ano 1996/97	61
SPF na Internet	63

Fasc. 2/3 (Abril a Setembro 1996)

A Física e a Indústria (J. Lourenço Castro)	2
Aquisição de experiência nas observações astronómicas (Guilherme de Almeida, António Magalhães e João Clérigo)	10
Sugestões para um melhor aproveitamento da experiência da Ponte de Wheatstone (J. M. Ferreira, M. Duarte Naia e Wagner L. Truppel)	13
Cor, Óptica e Pintura (Laurinda Leite e Susana Sá)	17
Olimpíadas de Física	22

Fasc. 4 (Outubro a Dezembro 1996)

Recordando Thomas S. Kuhn (1922-1996) – Parte I – O Filósofo das Ciências (Margarida Fragoso, Ricardo Laranjeira, Olga Santo e Ana Simões)	2
O Arquivo Guido Beck e a História da Física Teórica em Portugal (Antonio Augusto Passos Videira)	7
Arrefecimento e aprisionamento de átomos com lasers (A. S. Rodrigues)	13
Telescópios e observações astronómicas (Guilherme de Almeida)	15
Olimpíadas de Física	21
Educação em Física	24
Exames Nacionais do 12.º Ano	26
Noticiário SPF	28
Homenagem a João de Almeida Santos	31

FÍSICA 98

Porto, 7 a 10 de Setembro
de 1998

Presidente

Maria de Fátima Pinheiro (FCUP)

Secretário

João Ferreira (UM)

Tesoureira

Rafaela Prata Pinto (FCUP)

OBJECTIVOS

A FÍSICA 98 engloba a 11.ª Conferência Nacional de Física e o 8.º Encontro Ibérico para o Ensino da Física.

Na sequência das iniciativas anteriores será um espaço de comunicação entre físicos. Pretende-se dar relevo aos aspectos científico, tecnológico e didáctico, bem como à problemática das saídas profissionais.

PROGRAMA CIENTÍFICO

Lições plenárias
Comunicações orais
Apresentação de posters
Debates
Oficinas
Exposições de material didáctico

ÁREAS TEMÁTICAS

Astrofísica
Computação em Física
Educação em Física
Física das Altas Energias e das Partículas
Física Atómica e Molecular
Física Experimental e Sistemas de Controlo
Física da Matéria Condensada
Física Médica e Biofísica
Física Nuclear
Física dos Plasmas
Física Tecnológica
Física da Terra e do Ambiente
História e Filosofia da Física
Óptica e Optoelectrónica

CONTACTOS

Secretariado da Física 98
Departamento de Física
Faculdade de Ciências da
Universidade do Porto
Rua do Campo Alegre, 687
4150 PORTO
Telef. (02) 6082709/640/641
Fax. (02) 6082679
E-mail: fisica98@fc.up.pt
http://www.fc.up.pt/fis/fisica98

FÍSICA 98

Porto, 7 a 10 de Setembro de 1998
Pré-inscrição (enviar até 15 de Fevereiro de 1998)

NOME _____

INSTITUIÇÃO _____

MORADA _____

LOCALIDADE _____ CÓDIGO POSTAL _____

TELEFONE _____ e-mail _____ Fax _____

TENCIONO APRESENTAR COMUNICAÇÃO sim não NA ÁREA _____

11.ª Conferência Nacional de Física

Comissão Organizadora

Adriano Sampaio e Sousa (ESFPM); Maria de Fátima Mota (FCUP); Maria Helena Amaral (FCUP); Rafaela Prata Pinto (FCUP); Sérgio Nascimento (UM).

Comissão Científica

Carlos Alberto Conde (FCTUC); Carlos António Varandas (IST); Carlos Fiolhais (FCTUC); Carlos Matos Ferreira (IST); Eduardo Ducla Soares (FCUL); Eduardo Lage (FCUP); Filipe Duarte Santos (IST); João Bessa Sousa (FCUP); Jorge Romão (IST); José Carvalho Soares (ITN); José Maria Moreira de Araújo (FCUP); José Mourão (IST); Luís Miguel Bernardo (FCUP); Manuel Fernandes Thomaz (UA); Margarida Ramalho Costa (FCTUC); Margarida Telo da Gama (FCUL); Maria Helena Nazaré (UA); Maria Solange Leite (UTAD); Maria Teresa Peña (IST); Mário Pimenta (IST).

8.º Encontro Ibérico para o Ensino da Física

Comissão Organizadora

Ana Sofia Armelino (ESCM); José António Costa Pereira (ESMC); Julieta Capelo (ESCA); Manuel Joaquim Marques (FCUP); Maria Lucinda Oliveira (ESFPM); Rafaela Prata Pinto (FCUP); 2 colegas espanhóis.

Comissão Científica

Adriano Sampaio e Sousa (ESFPM); Anabela Martins (ESDPV); João Lopes dos Santos (FCUP); Jorge Valadares (UAb); José António Costa Pereira (ESMC); Maria Natália Anes da Cruz (ESJF); Mariana Valente (UE); Nilza Costa (UA); 3 colegas espanhóis.

G A Z E T A D E

FÍSICA