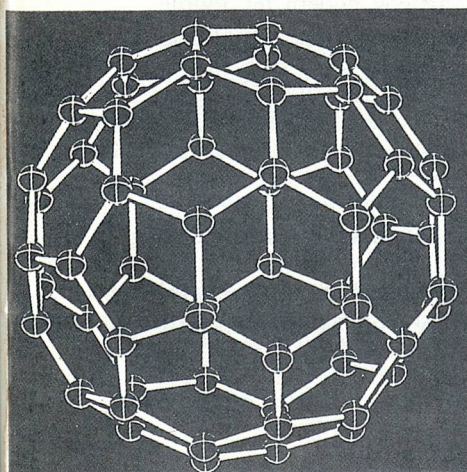


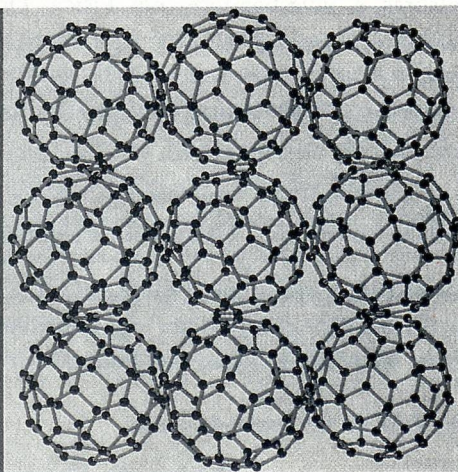
# GAZETA DE FISICA

SOCIEDADE PORTUGUESA DE FISICA



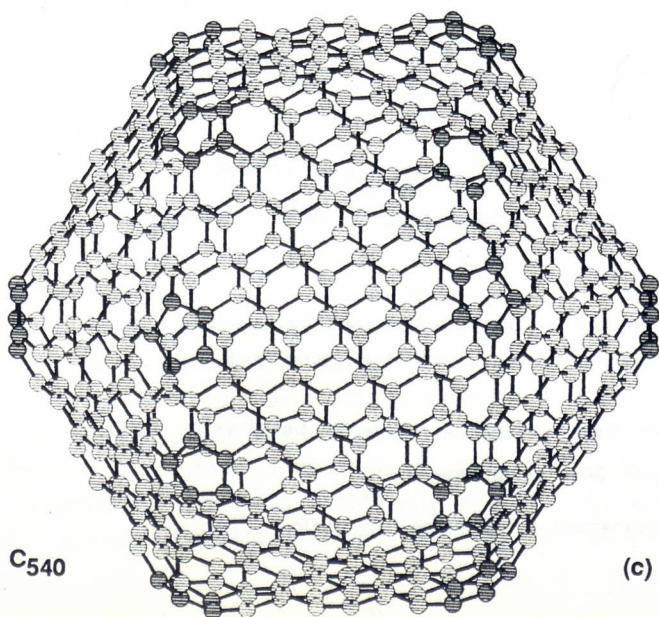
$C_{60}$

(a)



$[C_{60}]_n$

(b)



$C_{540}$

(c)

VOL. 15, FASC. 1

Publicação Trimestral

Jan. a Março de 1992

A nova Física e Química do Carbono:  
das moléculas gigantes (a, c) aos  
sólidos moleculares de carbono (b).

# GAZETA DE FÍSICA

Fundada em 1946 por A. Gibert

Propriedade e Edição: Sociedade Portuguesa de Física

*Directores:* Filipe Duarte Santos  
João Bessa Sousa

*Comissão de Redacção e Administração:* Manuel F. Thomaz, Carlos Matos Ferreira, Armando J. P. L. Policarpo, Ana Maria Eiró, Margarida C. Martins da Cruz, Maria Fernanda Cristóvão da Silva, Adriano Pedroso de Lima, José Manuel Monteiro Moreira.

*Endereço:* Sociedade Portuguesa de Física, Av. da República, 37-4.º — 1000 Lisboa

---

A **Gazeta de Física** publica artigos, com índole de divulgação, considerados de interesse para estudantes, professores e investigadores em Física. 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 S.P.F.

A **Gazeta de Física** deverá constituir também um espaço de informação para as actividades da S.P.F., nomeadamente as suas Delegações Regionais e Divisões Técnicas.

Os manuscritos deverão ser submetidos para publicação em duplicado, dactilografados a dois espaços. Figuras ou fotografias deverão ser apresentadas em folhas separadas e prontas para reprodução, com eventual redução de tamanho.

Toda a correspondência deverá ser enviada para

**Gazeta de Física**  
Sociedade Portuguesa de Física  
Av. República, 37-4.º — 1000 LISBOA

A **Gazeta de Física** é enviada gratuitamente a todos os Sócios da S.P.F. no pleno uso dos seus direitos.

**Preço de assinatura: país 1500\$00; estrangeiro US\$25.**

**Preço do fascículo avulso (sede e delegações da SPF): 400\$00.**

---

Publicação subsidiada pelo Instituto Nacional de Investigação Científica  
e pela Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica

Publicação periódica n.º 107 280 (Min. Com. Social) • Depósito Legal n.º 51 419/91

Tiragem: 2400 exemplares

Composição, Impressão e Acabamento — *Imprensa Portuguesa* — Porto

## Atitudes de alunos do 9.º ano em relação à Tecnologia

ANABELA MARTINS

Royal Danish School of Educational Studies

*Neste artigo descreve-se um estudo piloto desenvolvido com a aplicação de um questionário a 541 alunos do 9.º ano de 13 escolas secundárias portuguesas para identificação de atitudes em relação à tecnologia e ao nível de compreensão do conceito de tecnologia. As recolhas de dados foi feita por 25 orientadores de estágio que participaram no verão de 1990 numa Workshop Internacional para a Formação Contínua de professores de Física e Química das Escolas Secundárias, sob o tema «Energia, Radiação e Ambiente», organizada pela autora e por professores dinamarqueses, realizada no Departamento de Educação da Faculdade de Ciências de Lisboa e subsidiada pela Direcção-Geral do Ensino Básico e Secundário e pelo Projecto ERASMUS em Bruxelas. O questionário utilizado neste estudo (PATT — Pupils Attitudes Towards Technology) foi desenvolvido pela Universidade Técnica e Pedagógica de Eindhoven na Holanda e aplicado em cerca de 14 países da Europa, América e África, na versão original ou modificada conforme os contextos. Os resultados completos foram apresentados pela autora deste artigo na «PATT 5 Conference: Technology Education and Industry», em Eindhoven, 18-24 Abril 1991.*

### 1. INTRODUÇÃO

A educação tecnológica tem merecido pouca atenção no nosso país. A extinção das Escolas Comerciais e Industriais em 1974, cujo princípio educacional e social estava correcto tendo em atenção as idades dos alunos ao terem de optar pela via vocacional ou pelo «liceu», teve consequências desastrosas quer para a educação (10.º, 11.º e 12.º anos) secundária e superior (excessivo afluxo de estudantes às universidades por falta de alternativas), quer para a economia do país na área da preparação de técnicos especializados com cursos médios superiores. A criação de uma pretensa educação tecnológica — as áreas vocacionais desde o 7.º ano de escolaridade — não foi sufi-

ciente para colmatar este vazio, tal como se pode ler no relatório do GEP, Ministério da Educação, elaborado por Mourão, C. e Rainho, C. em 1988 sob o título «Educação Tecnológica na Escolaridade Obrigatória».

Não é possível hoje um professor de Física ou de ciências em geral, ensinar convenientemente os seus alunos, sem a introdução de um ensino integrado de ciência e tecnologia. A Física, por exemplo, é uma ciência que continua a ser considerada como muito abstracta, difícil e não relacionada com a vida do dia a dia. A escola desenvolve esta imagem, criando uma cultura do mundo físico que nada tem a ver com a realidade e faz afastar os alunos. Cientistas e tecnólogos necessitam de ser capazes de interrelacionar as suas dis-

ciplinas e estas, por sua vez, com outros aspectos do seu ambiente cultural e social. Esta ideia, cada vez mais desenvolvida no mundo fora da escola, entre universidades e outras instituições superiores de investigação, a indústria e o ambiente de trabalho profissional, não teve no entanto reflexos visíveis nas nossas escolas do ensino básico obrigatório até 1988. O recente reaparecimento das escolas vocacionais e profissionais é um passo positivo nesta direcção, se o Ministério da Educação considerar como prioridades paralelas o re-equipamento dos laboratórios das escolas e a formação de professores de ciências e tecnologia, quer contínua quer inicial. Por outro lado, embora os novos programas tenham as melhores intenções e objectivos, o seu desenvolvimento está longe de satisfazer a sua adaptação aos desenvolvimentos e tendências nas áreas da educação científica e tecnológica, quando comparados com outros desenvolvimentos curriculares em vários países da Europa. Não pretendo aqui defender a ideia de que a escola deve seguir em tudo o desenvolvimento económico e social e os valores de uma sociedade. Mas se a escola não assume o seu importante papel como veículo de informação actualizada e integração dos alunos na sociedade em que vivem, então corremos o risco de falhar na educação geral dos nossos jovens como futuros cidadãos numa sociedade que caminha para a democratização e integração numa comunidade com uma ética, economia e regras de relação social completamente novas. A «era tecnológica» assim chamada, está longe da era industrial e pós-industrial. Vivemos na época áurea do desenvolvimento científico e tecnológico, cujas implicações totais são ainda desconhecidas, como por exemplo, a aplicação prática de certos microprocessadores. É uma era caracterizada por viagens espaciais, por comunicações via satélite, correio electrónico e espantosos avanços na ciência dos computadores e robótica, medicina e química. De que forma está isto reflectido nos novos currículos?

Os processos, os materiais, a informação, as relações de trabalho e o tipo de profissões, a forma de viver e até os sistemas políticos estão a mudar num ritmo tão acelerado e

diferente, que tem necessariamente que influenciar a educação em geral. Mas se fizermos uma análise dos resultados referidos na literatura internacional, nas investigações sobre o interesse dos alunos em ciência e tecnologia, não poderemos afirmar que essa época áurea tenha chegado também para a educação científica e tecnológica nas escolas primárias e secundárias. Em tal fase de desenvolvimento científico e tecnológico (e do seu impacto na sociedade), parece de extrema necessidade e relevância que todos os alunos tenham programas obrigatórios de estudos tecnológicos, como uma componente importante da sua educação geral básica, quer numa perspectiva interdisciplinar quer independente. Para isso, é necessário começar desde já:

— a investir em massa numa formação actualizada, contínua e inicial de professores de ciências e tecnologia;

— num desenvolvimento curricular de ciências e tecnologia bem fundamentado, que tenha em consideração as componentes referidas e ainda dados sobre os conhecimentos e ideias que os alunos já trazem com eles para as actividades e experiências tecnológicas.

Os professores de Física e Química estão conscientes disso ao indicarem como prioridade na sua formação a actualização tecnológica e experimental. Parece-me extremamente importante a inserção de diversos aspectos do desenvolvimento tecnológico nos currículos de Física, como por exemplo a «Electrónica».

O objectivo final do meu trabalho é desenvolver um programa de formação contínua coerente para professores de Física e Química das escolas secundárias, considerando todas as áreas necessárias para uma formação actualizada em relação aos desenvolvimentos no domínio da Ciência, Tecnologia e suas interacções com a sociedade e, simultaneamente, adequada às necessidades dos professores nas escolas com vista à melhoria da qualidade de ensino. Considera-se que durante a formação contínua é essencial manter um diálogo constante com os professores, constituindo este

aspecto uma das componentes fundamentais deste projecto.

Uma avaliação extremamente positiva da workshop realizada no Verão de 1990 (ver *Resumo*), da parte dos participantes, apontava para a realização de actividades de «*follow-up*», quer com os participantes quer com os seus estagiários e alunos das escolas onde aqueles trabalhavam, a fim de avaliar os resultados de tal acção de formação e desenvolver outras actividades futuras relevantes para os seus interesses e necessidades. Duas das áreas de actualização mais referidas pelos professores foram a «Electrónica» e «Computadores no Ensino da Física» e, ainda, actividades experimentais em geral. Uma nova workshop de carácter essencialmente experimental sobre «Electrónica» realizou-se em Julho de 1991, durante a qual um dos aspectos mais interessantes e dinâmicos foi a interacção entre professores de Física e das Áreas Vocacionais, principalmente de Eletrotécnica, devido à diferente formação profissional básica.

### **O conceito de tecnologia, o conceito de atitude e a educação científica e tecnológica**

O estudo das mudanças tecnológicas e técnicas pode apenas ser feito através de uma análise epistemológica. Situa-se na interface das ciências sociais e das ciências naturais devendo consequentemente ser relevante para uma discussão sobre a «unidade da ciência» (Elster, 1983). Por outro lado, estabelece a ponte entre o vazio que por vezes existe entre a ciência pura e a vida do dia a dia e poderá ajudar a compreender como é que o conhecimento teórico se relaciona com o mundo observável.

A mudança tecnológica e técnica — a manufactura e modificação de ferramentas — tem desempenhado um papel importante, ao longo dos séculos, na evolução da vida inteligente na Terra, comparável ao papel desempenhado pela linguagem. Durante a história da humanidade, instituições sociais aparecem e desaparecem em grande parte devido a mudanças de tecnologias

produtivas ou destrutivas. Tentar explicar as mudanças tecnológicas levará mais tarde ou mais cedo ao paradoxo de transformar a criatividade numa variável dependente. É difícil prever o futuro, embora existam diversas teorias explicativas das mudanças tecnológicas (Elster, 1983), que não vamos discutir neste artigo.

Neste estudo adoptou-se a definição de Tecnologia estabelecida pela UNESCO (ver *Gazeta de Física, Vol. 14, Fasc. 1 e 2, 1991*).

«Tecnologia é o «saber como» e o processo criativo que pode utilizar ferramentas, recursos e sistemas para resolver problemas, de modo a desenvolver controlo sobre o ambiente natural e criado pelo homem, num contexto propício ao desenvolvimento da melhoria da condição humana».

Os elementos chave de qualquer conceito residem nos postulados ou subconceitos contidos na definição:

- validade do conceito;
- base para construção de instrumentos de medida adequados;
- base ou justificação teórica;
- variáveis mensuráveis.

No caso do conceito de Tecnologia os subconceitos chave podem ser resumidos em 4 dimensões:

• *Tecnologia e Sociedade* — A tecnologia é determinada e controlada pelo homem e influencia toda a sociedade; a tecnologia é tão velha como a humanidade e não está apenas relacionada com equipamentos e máquinas.

• *Tecnologia e Ciência* — Existe uma relação biunívoca entre a tecnologia e a ciência em geral e as ciências naturais em particular. As ciências naturais influenciam a tecnologia e esta contribui para o desenvolvimento das ciências.

• *Tecnologia e Capacidades* — Existe um aspecto processual na tecnologia, isto é, não são só os produtos que contam, mas também os processos de manufactura e a maneira como estes processos são usados. Planear, desenhar, habilidades manuais e práticas, criatividade,

imaginação e saber manusear equipamento são consideradas como capacidades técnicas.

• *Tecnologia e os seus Pilares* — A era da informação define o período em que vivemos presentemente. Sem dúvida que a *informação* é um pilar importante da tecnologia, mas a *matéria* (os recursos naturais e fabricados) e a *energia*, são pelo menos igualmente importantes para a tecnologia do presente.

No conceito de atitude há duas componentes fundamentais, além da *componente cognitiva*:

- a) *Componente afectiva* — o grau de avaliação individual que determina um comportamento;
- b) *Norma subjectiva* ou a influência social no comportamento individual.

No caso do conceito de *Atitude* (conhecimento e avaliação) os subconceitos chave (Shrigley, 1983) são:

- as atitudes são adquiridas, aprendidas;
- as atitudes ajudam a prever comportamentos;
- a influência social afecta as atitudes;
- as atitudes são uma capacidade de resposta humana;
- as atitudes são avaliativas (há emoção envolvida).

Tem sido um desafio para os investigadores das ciências sociais, identificar os factores e processos de ensino que possam influenciar a mudança de atitudes e, conseqüentemente, desenvolver planos de acção nesse sentido. É fácil medir variáveis do domínio cognitivo, mas o mesmo não se passa com variáveis do domínio afectivo. Sendo a atitude considerada, pela maioria dos investigadores naquela área, como centro da acção humana e forma de exprimir os nossos valores (mais estáveis do que aquelas), parece haver um acordo em que as atitudes não são inatas, mas sim adquiridas; então, a aquisição de conhecimentos e informação deve ser central no estudo da mudança de atitudes. No caso específico das atitudes, a aquisição de informação (Shrigley, 1983),

pode ser feita fundamentalmente através das teorias da aprendizagem e do comportamento social:

- dinâmica de grupo;
- comunicação persuasiva;
- dissonância ou discrepância cognitiva;

com a finalidade de estabelecer modelos teóricos para mudar atitudes em relação à ciência e à tecnologia.

Se por um lado os resultados da investigação sugerem que a aquisição de conhecimentos (caso do conhecimento científico) determina ou influencia a mudança de atitudes, também sugerem por outro que sem a consideração do aspecto afectivo, aquela pode ser contraproducente e pode determinar diminuição do interesse e motivação em relação à ciência (Lehke, 1984), ou o aparecimento de atitudes negativas (Shrigley, 1983). Para que uma mudança de atitudes ocorra efectivamente é então necessário, além da mensagem informativa, que esta seja correcta, precisa, gratificante e útil, comunicada por especialistas e, fundamentalmente, que seja aceite e integrada.

Com base na psicologia da motivação e enfatizando a influência social na mudança de atitudes, Tan (1981) sugere três etapas necessárias à integração de uma mensagem informativa determinante da mudança de atitudes:

1. *Cumplicidade* — Aceitação pública sem empenhamento privado (por exemplo, um aluno estuda ou memoriza com medo da nota do professor).

2. *Identificação* — Empenhamento público e privado de forma a obter uma relação satisfatória com o agente informativo (por exemplo, um aluno estuda porque isso contribui para uma boa relação com o professor).

3. *Internalização* — Empenhamento na mudança porque o comportamento é intrinsecamente gratificante (por exemplo, um aluno estuda e actua com comportamentos positivos para além da influência do professor, na sua vida diária).

A mudança de atitudes é geralmente acompanhada de mudança de comportamento visível. Por exemplo, um indivíduo que tenha internalizado o conceito de conservação de energia, compreende a necessidade de poupança de energia e actua em conformidade, tentando provavelmente isolar as paredes da sua casa, calafetar portas e janelas, pôr o termostato do aquecedor no mínimo durante a noite, compor imediatamente uma torneira que pinga, utilizará mais os transportes públicos, utilizará lâmpadas de menor potência em locais de menor utilização, etc. O comportamento do professor na aula será neste caso uma determinante importante no desenvolvimento da mudança de atitudes do aluno em relação a problemas energéticos.

Por vezes, atitudes competitivas podem controlar o comportamento até que uma delas prevaleça sobre a outra e a dissonância desapareça; é o caso, por exemplo, da poupança de energia (economia) e segurança ou comodidade: investir num carro pequeno de baixo consumo pode ter menos força do que manter um carro familiar e seguro mas com maior consumo energético. É também o caso do importante papel desempenhado pelos conflitos existentes entre o desenvolvimento tecnológico e as suas implicações para a sociedade e o meio ambiente.

A escolha de um questionário para medir atitudes em relação à Tecnologia tem muitos inconvenientes, se não for complementado com outros processos de avaliação. No caso presente, a aplicação deste questionário de atitudes serviu fundamentalmente como estudo pré-piloto para a sua validação. Tendo em atenção todas as considerações feitas sobre os conceitos de tecnologia e atitude, deve ainda referir-se que deve ser dada a máxima atenção à redacção das questões, evitando palavras que originem atitudes diferentes daquelas que desejamos e sejam apenas determinadas pelo assunto central em estudo.

As questões devem ser de carácter:

- egocêntrico — natureza individual da atitude
- social — influência social
- activo — consistência (internalização)

A identificação de atitudes dos alunos em relação à tecnologia pode ter pelo menos duas funções importantes: conhecer as ideias prévias dos alunos para o estabelecimento de um desenvolvimento curricular apropriado e, através da revelação de factores que afectam as atitudes, dar indicadores sobre como ensinar e desenvolver essas atitudes.

## Objectivos

Neste estudo pretendia-se investigar, além dos objectivos já referidos na introdução:

1. As atitudes dos alunos da escolaridade básica para com a Tecnologia.
2. O conceito de Tecnologia desses mesmos alunos.
3. As relações entre atitudes e conceito de Tecnologia.
4. Os factores que possam eventualmente influenciar as atitudes em relação à tecnologia, tais como: sexo, idade, escola, experiência nas aulas de tecnologia, área vocacional escolhida no 3.º ciclo do ensino secundário ou área de estudos nos 10.º, 11.º e 12.º anos, auto-conceito de tecnologia, ambição e motivação pessoal, ambiente familiar, profissão dos pais, atitudes dos professores de ciências e Tecnologia, etc.
5. Uma comparação entre o conceito de Tecnologia de alunos portugueses e alunos de de outros países.
6. Obter dados que pudessem servir de base para a planificação de uma investigação mais alargada no sentido de poder vir a contribuir para um desenvolvimento curricular adequado às necessidades e interesses dos alunos nas disciplinas tecnológicas e científicas da educação geral básica.

Por limitações de vária ordem, apenas os três primeiros factores foram estudados.

## 2. MÉTODOS

### 2.1. Amostra

A amostra deste estudo não foi escolhida aleatoriamente e por essa razão não poderemos fazer aqui generalizações para a população de alunos dos 7.º, 8.º e 9.º anos do 3.º ciclo da Escolaridade Obrigatória. Os alunos do estudo pertenciam a turmas leccionadas pelos orientadores de estágio (ou pelos seus estagiários) que assistiram à workshop mencionada no *Resumo*. Participaram no estudo quinhentos e trinta e nove alunos de 21 turmas do 9.º ano, pertencentes a 13 escolas distribuídas por 5 distritos de Portugal: Porto, Coimbra, Braga, Aveiro e Lisboa. Os níveis etários desta amostra, constituída por 249 (46 %) rapazes e 290 (54 %) raparigas eram: 258 (48 %) alunos com 13-14 anos; 202 (37 %) alunos com 15-16 anos e 79 (15 %) alunos com 17-20 anos.

### 2.2. Instrumento

O questionário utilizado nesta investigação, conhecido internacionalmente por TAS (Technology Attitude Scale) ou PATT (Pupils Attitudes Towards Technology) foi desenvolvido, aplicado e validado por Marc de Vries e Falco de Klerk Wolters, ambos professores na Universidade de Tecnologia de Eindhoven, uma cidade no sul da Holanda. O questionário faz parte de uma investigação internacional organizada por investigadores de diversas áreas do conhecimento de diversos países, com a finalidade de estudar e lançar uma rede ou associação para o desenvolvimento da educação tecnológica. O questionário tem sido utilizado em várias versões, quer em estudos piloto para sua validação, quer em estudos empíricos para descrição de atitudes dos alunos em relação à tecnologia quer, ainda, como estudos de avaliação de efeitos de programas de educação tecnológica como pré e pós-teste. A resposta a este questionário não necessita de conhecimentos ou experiência em tecnologia; já foi aplicado a alunos de todas as idades escolares e de todos os cursos e até a professores, embora

a faixa etária mais aconselhável seja dos 10-18 anos.

O questionário (ver Nota final, neste Artigo) era constituído por duas partes:

PARTE I: Identificação de *atitudes em relação à tecnologia*.

Constituída por 26 questões agrupadas em seis sub-categorias:

1. Interesse pela tecnologia (1, 7, 13, 19, 24);
2. Padrão por sexo (2, 8, 14, 20);
3. Consequências da tecnologia (3, 9, 15, 21, 25);
4. Dificuldade da tecnologia (4, 10, 16);
5. Tecnologia no currículo escolar (5, 11, 17, 22);
6. Carreiras ligadas à tecnologia (6, 12, 18, 23, 26).

PARTE II: Identificação do *conceito de tecnologia*.

Constituída por 28 questões agrupadas em quatro subcategorias:

1. Tecnologia e Sociedade (1, 5, 7, 10, 13, 16, 18, 20, 23, 25);
2. Tecnologia e Ciência (2, 6, 11, 14, 19, 26);
3. Tecnologia e Capacidades (3, 8, 12, 15, 17, 22, 27);
4. Os Pilares da Tecnologia (4, 9, 21, 24, 28).

Para cada item da parte I do questionário, era possível escolher 5 respostas — *concorda totalmente, concorda, não sabe ou não tem a certeza, discorda e discorda totalmente* — correspondentes aos valores 1, 2, 3, 4 e 5 para os itens formulados na forma positiva e 5, 4, 3, 2, 1 para os itens formulados na forma negativa.

Para cada item da parte II, era possível escolher 3 respostas — *concorda* (1), *discorda* (2) *ou não sabe* (3) — classificadas apenas com os valores 1 para as respostas correctas e 0 para as respostas incorrectas ou não sabe.

No caso da avaliação de *atitudes em relação à tecnologia*, os alunos com mais baixo resultado final em cada categoria são aqueles com atitudes mais positivas; no caso do *conceito de tecnologia*, os alunos com mais alto resultado final são aqueles que evidenciam mais conhecimentos sobre tecnologia.



### 2.3. Análise dos dados

A computação dos resultados do questionário compreendia o cálculo de um resultado global individual para as atitudes e para o conceito de tecnologia, assim como resultados individuais e de grupo para cada uma das dez categorias. Determinou-se o coeficiente de Cronbach,  $\alpha$  (alfa), para cada categoria individualmente, para estudo do coeficiente de fidelidade ou grau de confiança (*reliability*). Foram também calculadas as correlações para cada item (*item-total correlation*) tratando o resultado de cada subcategoria como total. Calcularam-se as médias e desvios padrão para o total da amostra, global e por categoria, assim como para os subgrupos sexo, escola e idade. Utilizou-se o t-teste para estudar as diferenças significativas, e o produto-momento de Pearson para estudar as correlações entre atitudes e conceito. Utilizou-se também a análise factorial (*factor-analysis*), para identificação de novas variáveis ou redução das existentes e a análise de regressão múltipla para determinar a contribuição de cada uma das subcategorias do conceito de tecnologia na variância dos resultados totais da escala de atitudes.

Como estudo suplementar pensa-se transformar a escala de intervalos em escala ordinal e aplicar métodos de estatística não paramétricos como o  $\chi^2$  e o coeficiente de correlação de Kendall,  $\tau$ .

### 2.4. Metodologia proposta para futuras investigações

Em estudos realizados com o TAS em outros países, utilizaram-se como métodos complementares de investigação, entrevistas e desenhos que representassem a tecnologia, pois em muitos casos verificou-se que dois alunos com o mesmo resultado final, quer nas atitudes quer no conceito de tecnologia, atribuíam significados diferentes a diferentes itens.

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Resumo da estatística global descritiva

Os resultados globais das atitudes e do conceito de tecnologia para o total da amostra estão representados na Tabela 1. Para todas as categorias a média aproxima-se do valor central, mostrando que a maioria das atitudes dos alunos está dentro daqueles valores.

O baixo valor de alfa, nas categorias Dificuldade, Tec&Capacidades e Tec&Pilares, sugere talvez uma reformulação das questões dessas categorias, mas sobretudo uma clarificação junto dos alunos dos conceitos subjacentes.

### 3.2. Diferenças por escola

Foram encontradas diferenças significativas entre as escolas nas atitudes dos alunos em relação ao Interesse em Tecnologia, ao Padrão por sexo, em querer mais Tecnologia no Currículo e no interesse pelas Carreiras ligadas à Tecnologia; e também no conceito de Tecnologia, no que se refere às relações entre Ciência e Tecnologia e Tecnologia e os seus Pilares.

### 3.3. Diferenças por idade

A aplicação do t-teste às médias globais dos 3 grupos etários mostrou que não existem diferenças significativas entre os três grupos etários excepto para o grupo de alunos com 13-14 anos que:

- a) Compreende melhor a relação entre Tecnologia e Ciência e a Tecnologia e os seus Pilares (informação, matéria e energia) do que os seus colegas com 15-16 anos e 17-20 anos;
- b) Tem atitudes mais positivas em relação à Tecnologia no Padrão por Sexo do que os seus colegas com 15-16 e 17-20 anos.

TABELA 1 — Resumo da Estatística dos resultados globais obtidos na escala de Atitudes em relação às Atitudes e ao Conceito de Tecnologia.

Categorias	N.º de itens	Alcance da escala		Média (N=541)	Desvio Padrão	Alpha (Cronbach)
		Mínima	Máxima			
<i>Atitudes</i>						
Interesse	5	10	48	26.39	7.01	0.71
Sexo	4	10	50	19.51	7.82	0.70
Consequências	5	10	40	19.62	5.77	0.64
Dificuldade	3	10	50	25.26	5.90	0.39
Curriculum	4	10	45	23.13	6.44	0.63
Profissões	5	10	44	26.11	6.52	0.69
<i>Conceito</i>						
Tec&Sociedade	11	0	10	5.43	1.87	0.55
Tec&Ciência	6	0	10	5.21	2.73	0.58
Tec&Capacidades	7	0	10	5.97	2.14	0.44
Tec&Pilares	5	0	10	5.42	2.35	0.26

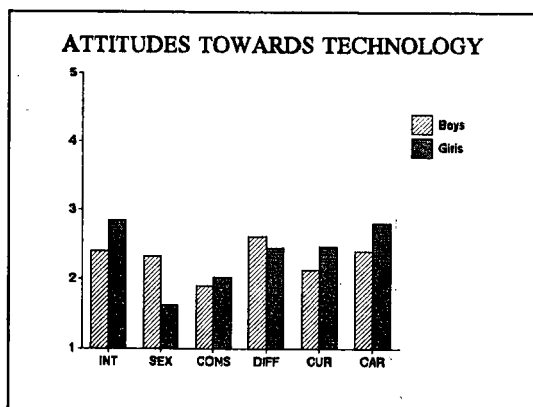


Fig. 1 — Comparando as atitudes em relação à Tecnologia de rapazes e raparigas.

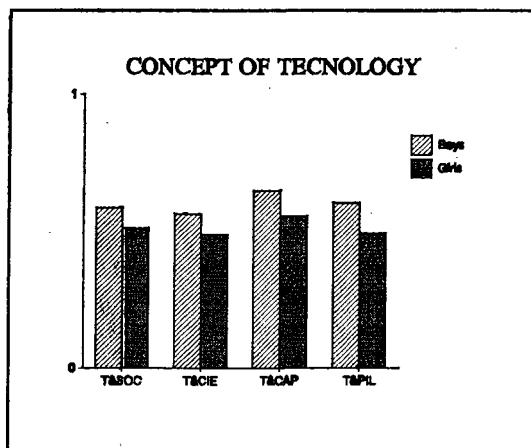


Fig. 2 — Comparando o conceito de Tecnologia de rapazes e raparigas.

### 3.4. Diferenças por sexo

As Figuras 1 e 2, mostram as diferenças de atitudes e de conceito de tecnologia entre os rapazes e as raparigas deste estudo.

- Os rapazes têm mais conhecimentos ou têm um conceito mais correcto de Tecnologia do que as raparigas em todas as dimensões do conceito de Tecnologia, principalmente no que se refere às relações entre a Tecnologia e as Capacidadee Técnicas e os Pilares da Tecnologia.

- As raparigas mostram atitudes mais positivas do que os rapazes no Padrão por Sexo e em relação à Dificuldade da Tecnologia.

- Os rapazes têm atitudes mais positivas em relação ao Interesse em Tecnologia, Consequências da Tecnologia, em ter Tecnologia no Currículo e na escolha de Carreiras ligadas à Tecnologia.

### 3.5. Correlações entre as atitudes e o conceito de Tecnologia

- O conceito de tecnologia está negativamente correlacionado com o interesse em tecnologia na escola e fora da escola, com as consequências da tecnologia e com a escolha

TABELA 2 – Coeficientes de correlação do Produto-momento de Pearson para as dez categorias do TAS.

	Int	Sex	Cons	Diff	Curr	Car	T&So	T&Sc	T&Sk	T&Pil
Int	1,000									
Sex	-.0788	1,000								
Cons	.2033**	.0471	1,000							
Diff	.0515	.1751**	.0738	1,000						
Curr	.7351**	.0106	.2028**	.0475	1,000					
Car	.7818**	-.0457	.2396**	.0635	.6736**	1,000				
T&So	-.2759**	-.0456	-.2422**	-.1484**	-.2284**	-.2992**	1,000			
T&Sc	-.1872**	-.0728	-.2393**	-.0580	-.1517**	-.2336**	.3440**	1,000		
T&Sk	-.2112**	0.224	-.2467**	-.0611	-.1633**	-.2264**	.3240**	.2735**	1,000	
T&Pil	-.2215**	-.0099	-.1072	-.0654	-.1864**	-.2097**	.3642**	.3355**	.3334**	1,000

N=539,

\* .01; \*\* .001

de profissões técnicas, isto é, conceito e atitudes estão negativamente correlacionadas.

• A relação entre tecnologia e sociedade está negativamente relacionada com a dificuldade da tecnologia tal como esta é experimentada na escola, e esta está positivamente relacionada com o padrão por sexo.

• O interesse em tecnologia está positivamente relacionado com as consequências e importância da tecnologia, curriculum escolar e escolha de carreiras técnicas.

• Atitudes mais positivas em relação à importância e consequências da tecnologia para o mundo em geral estão relacionadas positivamente com o querer mais tecnologia na escola e com a escolha de carreiras técnicas.

Usando análise de regressão múltipla, determinou-se o grau de dependência linear dos resultados na escala de atitudes dos resultados das 4 variáveis independentes da escala do conceito de Tecnologia.

A Tabela 3 indica a percentagem de resultados das atitudes dos alunos que apareciam se cada uma das 4 subcategorias do conceito de Tecnologia fossem incluídas na equação.

Todos os valores de F são significativos, isto é há uma dependência linear entre atitudes em relação à Tecnologia e as 4 categorias do conceito de tecnologia. Isto sugeriu que seria importante explorar a percentagem de variân-

cia nas atitudes que pudesse ser atribuída ao conceito de tecnologia dos alunos.

TABELA 3 – «F-ratios» para cada uma das 4 subcategorias do conceito de Tecnologia nas atitudes.

Conceito	B	Beta	Erro Padrão	F-ratio
Tec&Sociedade	1.65	.338	.199	69.18**
Tec&Ciência	1.59	.221	.302	27.58**
Tec&Capacidade	1.37	.242	.236	33.54**
Tec&Pilares	1.506	.244	.259	33.86**

B=coeficiente de regressão não normalizado

Beta=coeficiente de regressão normalizado

\*\* .01

A Tabela 4 indica essas percentagens para o total da amostra e para os grupos, rapazes e raparigas.

TABELA 4 – Variância, R<sup>2</sup>, devida a cada uma das 4 subcategorias do conceito de Tecnologia por regressão dos resultados obtidos na escala de atitudes.

Conceito	Amostra	Rapazes	Raparigas
Tec&Sociedade	.114	.112	.005
Tec&Ciência	.049	.023	.064
Tec&Capacidade	.059	.045	0.51
Tec&Pilares	.059	.081	.026

TABELA 5 – Atitudes em relação à Tecnologia de rapazes e raparigas em diversos países (\*).

Países	N	Sexo	Int		Cons	Dific	Curric	Carr
U.K.	173	rapazes	2.3	2.3	2.4	—	2.4	2.6
		raparigas	2.9	2.0	2.6	—	2.7	3.2
França	234	rapazes	2.3	2.3	2.5	2.7	2.6	2.7
		raparigas	2.7	1.8	2.6	2.6	2.9	3.1
Dinamarca	152	rapazes	2.3	2.4	2.5	2.8	2.6	2.5
		raparigas	2.7	1.8	2.7	2.8	2.8	2.8
Bélgica	190	rapazes	2.3	2.8	2.3	2.8	—	—
		raparigas	2.7	2.2	2.5	2.4	—	—
Holanda (1)	2469	rapazes	2.3	2.5	2.3	2.3	—	—
		raparigas	3.0	2.2	2.5	2.4	—	—
Holanda (3)	2050	rapazes	2.3	2.0	2.3	2.3	2.1	2.0
		raparigas	3.0	1.6	2.4	2.4	2.6	2.6
Polónia	1257	rapazes	2.4	3.1	2.2	2.9	2.9	2.4
		raparigas	2.1	1.9	2.5	2.9	3.1	3.1
USA	999	rapazes	2.4	3.0	2.3	3.0	2.8	2.8
		raparigas	2.7	2.8	2.1	3.0	2.8	3.1
Portugal (**)	10349	rapazes	2.5	2.3	2.0	2.7	—	—
		raparigas	3.0	1.7	2.1	3.0	2.8	3.1
Holanda (2)	541	rapazes	2.4	2.3	1.9	2.6	2.1	2.4
		raparigas	2.8	1.6	2.0	2.4	2.5	2.8

(\*) Bame, 1991

(\*\*) as médias foram divididas por 10

TABELA 6 – Conceito de Tecnologia de rapazes e raparigas em diversos países(\*)

Países	N	Sexo	TEC& Sociedade	TEC& Ciência	TEC& Capacidade	TEC& Pilares	TOTAL
Bélgica	190	rapazes	.48	.34	.80	.49	.53
		raparigas	.40	.32	.88	.42	.51
Holanda (1)	2469	rapazes	.50	.48	.75	.57	.57
		raparigas	.36	.33	.65	.45	.45
Holanda (2)	2050	rapazes	.40	—	.70	—	.55
		raparigas	.29	—	.63	—	.46
Holanda (3)	1257	rapazes	.62	.75	.72	.70	.70
		raparigas	.52	.71	.71	.63	.63
França	234	rapazes	.49	.39	.59	.60	.51
		raparigas	.42	.34	.59	.49	.46
Dinamarca	152	rapazes	.46	.46	.76	.46	.54
		raparigas	.40	.43	.73	.35	.48
Itália	566	ambos	.34	.36	.47	.55	.43
Polónia (1)	321	ambos	.63	.65	.56	.48	.48
Polónia (2)	678	rapazes	.66	.60	.60	.61	.62
		raparigas	.61	.69	.68	.55	.63
Nigéria	303	ambos	.43	.56	.51	.39	.47
Índia	625	rapazes	—	—	—	—	.60
		raparigas	—	—	—	—	.61
USA	10349	rapazes	—	—	—	—	.50
		raparigas	—	—	—	—	.67
Portugal (**)	541	rapazes	.58	.56	.65	.60	.60
		raparigas	.51	.49	.55	.49	.51

(\*) Bame, 1991

(\*\*) as médias foram divididas por 10

Para o total da amostra, 11 % da variância nas atitudes é devida aos aspectos do conceito relacionados com a Tecnologia e a Sociedade e 5 % e 6 % é devida aos outros 3 subconceitos de Tecnologia.

A análise factorial permitiu identificar 3 factores comuns; a rotação destes factores confirmou este resultado. A maior parte das variâncias das 10 categorias do TAS podem resumir-se a 3 *novas variáveis*:

- F<sup>(1)</sup> Ênfase no interesse em ter mais actividades de tecnologia na escola e fora da escola e na escolha de carreiras ligadas à tecnologia ou *Interesse em Tecnologia*.
- F<sup>(2)</sup> Ênfase no conceito de tecnologia como uma escala única, sem distinção entre as 4 dimensões ou *Conceito Teórico de Tecnologia*.
- F<sup>(3)</sup> A tecnologia tal como é experimentada na escola é considerada «menos difícil» pelas raparigas do que pelos rapazes, ou *a tecnologia não é só para pessoas inteligentes tal como é percebida pelas raparigas que se consideram aptas a desempenhar tarefas técnicas*.

### 3.6. Resultados obtidos noutros países

Recolheram-se os dados em todos os artigos de investigação com a aplicação do questionário TAS em diversos países e foram resumidos nas Tabelas 4 e 5. Alguns dados não aparecem porque os métodos de investigação e análise de resultados utilizados foram diferentes de estudo para estudo. Por isso não é possível tirar conclusões ou fazer generalizações, uma vez que os dados não foram normalizados (*standard scores*) de forma a permitir comparações concludentes entre países. O grupo PATT está neste momento a trabalhar no sentido de reunir os dados obtidos até aqui, com a finalidade de obter um instrumento válido em todos os países de acordo com certas modificações específicas.

## 4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O valor da consistência interna ou fidelidade Cronbach ( $\alpha$ ,  $\alpha$ ) tem o valor de cerca de 0,6 ou mais para 7 das 10 categorias; este valor é aceitável para escalas de atitudes usadas com grupos. O baixo valor de «alpha» para as categorias Dificuldade, Tecnologia&Capacidades e Teconologia&Pilares, sugere que ou as questões ou o conceito subjacente não são satisfatórios; no entanto, no caso da categoria Dificuldade, este valor não é surpreendente, uma vez que o conceito de dificuldade de um objecto pode ser argumentável como representando a atitude de um indivíduo em relação ao objecto ou o conhecimento e experiência desse indivíduo, i.e., o conceito de objecto. Por outro lado, o pequeno número de questões (3) incluídas nessa categoria, poderá também explicar aquele valor. Nas outras categorias poderá ser atribuído ao facto de os alunos não terem um conceito correcto de Tecnologia e portanto estas questões serem difíceis de responder.

O relativamente alto valor de «alpha» para as categorias Interesse, Padrão por Sexo e Carreiras ligadas à Tecnologia está de acordo com os resultados obtidos com os outros processos da análise estatística.

O cálculo das correlações totais para cada item sugere que a questão 12, «Não é necessário ser um técnico para inventar uma peça de equipamento» (com valor negativo), da categoria Tec&Capacidades, seja retirada ou reformulada. A maior discrepância aparece para os itens da categoria Dificuldade e itens 17 da categoria Currículo e 21 da categoria Consequências. Em relação à questão 17 («Não devia haver mais educação tecnológica»), é natural que os alunos não tenham respostas concludentes, uma vez que o seu conhecimento sobre Tecnologia é insuficiente ou por não gostarem muito do currículo das opções; o baixo valor da correlação total da questão 21 «A Tecnologia trouxe mais coisas más do que boas à Humanidade», também não é um valor surpreendente, admitindo a dificuldade em responder a esta questão, se não se pensou

bastante sobre ela, e apesar da tendência dos alunos para uma marcada atitude positiva. De uma maneira geral, a validade das questões da escala do Conceito de Tecnologia é baixa, o que, como já referimos anteriormente, poderá atribuir-se à dificuldade de certas questões.

A conjugação da fidelidade e validade sugere uma reformulação do questionário em função do contexto local de aplicação e dos objectivos do investigador (Moore, 1989, Prime, 1991), uma vez que em Portugal tal como em outros países, os alunos nunca tiveram uma verdadeira e independente educação tecnológica; a inserção de mais questões em algumas categorias poderá aumentar o grau de consistência interna. Neste estudo, deu-se mais importância à validade das questões, pois uma das principais finalidades era a discriminação de atitudes.

Parece que os alunos tendem a perder compreensão sobre a relação entre Ciência e Tecnologia com a idade. A diferença de atitudes em relação à Tecnologia, entre rapazes e raparigas, está bem estabelecida na idade dos 13-14 anos, mas os alunos mais novos têm atitudes mais positivas em relação ao padrão por sexo e um conceito mais correcto das relações entre Ciência e Tecnologia e os Pilares da Tecnologia «Matéria, Energia e Informação». Todos os alunos tiveram até este nível disciplinas de ciências e opções vocacionais e, um tal declínio nas atitudes reflecte, de certo modo, um aspecto negativo da educação científica e tecnológica em Portugal. Gardner e Fairbairn (Lehrke, 1984, p. 15 e p. 265) referem uma diminuição do interesse dos alunos pelas disciplinas científicas, em concordância com os resultados deste estudo, ao mesmo tempo que referem que a Ciência adquire uma imagem menos masculina, com a idade, o que está em contradição com os resultados deste estudo. Em outros estudos (de Klerck Wolters, 1989, Moore, 1989, Prime, 1991, Bame, 1991) refere-se, no entanto que, as diferenças de atitudes em relação à Tecnologia, entre rapazes e raparigas, são resistentes à mudança, o que outros factores, como o tipo de ensino, o ambiente em casa, as profissões dos pais, o

ambiente social onde estão inseridos, a existência de computador e brinquedos ou jogos técnicos em casa e, possivelmente, ainda outros factores, estão envolvidos..

As raparigas deste estudo apresentam atitudes muito mais positivas do que os rapazes em relação à dificuldade da Tecnologia, apesar do seu relativamente baixo interesse em Tecnologia (65 % das raparigas não estão interessadas em Tecnologia) e das suas baixas expectativas em relação à escolha de carreiras ligadas à Tecnologia (86 % das raparigas referem que não escolheriam ou não sabem se escolheriam uma carreira técnica, apesar de cerca de 83 % acharem que são capazes de aprender Tecnologia e 80 % acharem que trabalhar com Tecnologia deve ser interessante). Outro factor importante a ter em atenção é a diferença de respostas a questões de carácter egocêntrico e de carácter social. Enquanto que cerca de 92 % de todos os alunos deste estudo acham que «Uma rapariga pode muito bem ter uma carreira técnica», na realidade 86 % das raparigas referem que «Eu não vou escolher ou não sei se vou escolher uma carreira técnica».

Poderemos interpretar este aparente paradoxo, como a existência de uma alta auto-estima ou sentimento de defesa por parte das raparigas ou a sua auto-confiança na capacidade das raparigas enquanto grupo em geral, para a realização de tarefas técnicas, mas enquanto indivíduo, o mesmo não se passa, i.e., a atitude social; há uma intenção positiva mas não internalizada.

«A Tecnologia não é apenas para pessoas brilhantes» ou «Os rapazes sabem mais sobre Tecnologia do que as raparigas» ou «As raparigas podem muito bem ser mecânicas de automóvel», são questões às quais as raparigas respondem *não* às duas primeiras e *sim* à última, e os rapazes respondem *sim* a todas. A análise do conceito de Tecnologia mostrou que de facto os rapazes sabem mais do que as raparigas sobre Tecnologia em geral e, talvez por essa razão, se apercebiam melhor da sua dificuldade, mas parece que as raparigas não admitem esse facto. Por outro lado, as raparigas

têm atitudes mais positivas em relação à dificuldade da Tecnologia, mas não entendem muito bem as relações daquela com a Sociedade, melhor entendidas pelos rapazes. De Klerk Wolters (1989) refere que, através do questionário, os alunos de 12-14 anos (e muito mais as raparigas) dizem que a Tecnologia não é um assunto difícil, mas através de entrevistas todos consideram que a Tecnologia é muito difícil. Isto mostra o carácter relativo deste tipo de questionários. Saber as razões destas atitudes discrepantes entre rapazes e raparigas e, dentro de cada grupo, deverá ser uma motivação para os professores. Quer no ensino quer na sociedade há que rever as atitudes que determinam tais atitudes nas raparigas. Sørensen (1991), refere que, aumentando os graus de liberdade na educação científica e tecnológica das raparigas, lhes permitirá uma atitude mais positiva e uma participação mais activa e igualitária nas aulas e no desenvolvimento da sociedade tecnológica, de carácter marcadamente masculino até agora.

As atitudes em relação ao Interesse em Tecnologia, em ter mais Tecnologia no Currículo Escolar e aos conhecimentos sobre ou a escolha de Carreiras ligadas à Tecnologia são uma e a mesma categoria, i.e., medem apenas o Interesse em Tecnologia. Os alunos mais interessados em Tecnologia são, logicamente, aqueles que estão interessados em ter mais educação tecnológica e em escolher carreiras ligadas à Tecnologia. Os rapazes compreendem melhor a importância e consequências de Tecnologia do que as raparigas, mas para ambos os sexos as atitudes são muito positivas, o mesmo se verificando em outros países (Tabela 5). O contexto tecnológico em que os alunos vivem e a informação dos «Mass Media» é uma variável importante a considerar, uma vez que, se os alunos têm um conceito pouco desenvolvido sobre as relações entre a Tecnologia e a Sociedade (em termos de conhecimentos adquiridos), a aquisição de atitudes positivas em relação às consequências do desenvolvimento tecnológico da sociedade só pode ser explicada pela influência de outros factores que não a escola (ponto 3.2, resultados).

Os alunos não distinguem os quatro subconceitos do conceito de Tecnologia, mostrando um conceito global pouco correcto de uma maneira geral. Em 12 questões (n.º 1, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 14, 17, 19, 26 e 27) relativas ao conceito de Tecnologia, a percentagem de respostas erradas é superior à percentagem de respostas correctas. Estes resultados podem dar indício de *ideias alternativas* dos alunos sobre Tecnologia, nas dimensões:

#### **Sociedade**

- A Tecnologia relaciona-se principalmente com máquinas, equipamento e computadores (73 %).
- A Tecnologia é um assunto recente (74 %) e só os técnicos estão a cargo da Tecnologia (63 %).

#### **Ciência**

- Ciência e Tecnologia são uma e a mesma coisa (69 %).
- A Biologia e a Química não têm nada a ver com a Tecnologia (63 %).
- Para 45 % das raparigas, *conhecimentos de Física raramente são usados em Tecnologia* e para cerca de 50 % de todos os alunos *a Tecnologia raramente é usada em Física*.

#### **Capacidades**

- Apenas os técnicos podem inventar novos equipamentos (83 %).
- Embora cerca de 70 % dos alunos concordem que em Tecnologia se pode usar a imaginação, cerca de 60 % pensam que em Tecnologia raramente se usa a criatividade individual.
- Em Tecnologia há pouca oportunidade para fazer coisas manuais (40 %).

#### **Pilares**

- O processamento de materiais não faz parte da Tecnologia (58 %).
- Os programas de computadores não são um produto da Tecnologia (40 %), mas apenas os computadores.
- A Tecnologia tem pouco a ver com problemas energéticos (40 %).

O conceito dos alunos sobre Tecnologia está negativamente correlacionado com o interesse em ter Tecnologia no Currículo Escolar e fora da escola e com a escolha de carreiras técnicas no futuro. Então, teremos que admitir que quanto mais os alunos sabem, mais negativas são as suas atitudes em relação à Tecnologia. Esta conclusão contradiz uma das teorias de aquisição de atitudes ou será que o contacto com as disciplinas mais ou menos ligadas à educação tecnológica das opções vocacionais dadas na escola, contribui para o desinteresse dos alunos?

A forte abordagem teórica utilizada nas escolas, por falta de recursos, poderá ser uma causa? Ou apesar de um conceito pouco correcto, os alunos continuam interessados em Tecnologia devido a uma informação extra-escolar mais forte e relevante para eles do que a que recebem na escola? De Klerk (1989) refere que os alunos que pensam que sabem bastante sobre Tecnologia (auto-conceito) são aqueles que têm mais interesse em estudar tecnologia. Por outro lado, uma causa também possível para este resultado, poderá ser o facto de os alunos *não distinguirem entre Ciência e Tecnologia*, devido à sobreposição de programas ou a um ensino pouco experimental e diferenciado naquelas disciplinas? De Klerk Wolters (PATT, 1989, p. 327) refere, por exemplo, que muitos alunos dificilmente reconhecem formas de tecnologia na sua vida diária e a quase totalidade dos alunos de 12-14 anos entrevistados, não foi capaz de mencionar uma profissão técnica. Esta falta de ligação entre a escola e vida, aliada a um conceito pouco claro de Tecnologia, poderá ser também uma causa para o desinteresse dos alunos pela educação científica e tecnológica.

Mourão e Rainho (1988) referem que uma percentagem razoável de alunos dos 8.º e 9.º anos não podem seguir a opção vocacional que escolheram por razões de vária ordem. Será que este factor poderá influenciar as atitudes dos alunos em relação à Tecnologia? Qual é então o papel da educação científica e tecnológica?

O facto de as atitudes dos alunos variarem de escola para escola, indica que as escolas podem ter também influência na aquisição de atitudes. Mas é necessário identificar os factores que produzem tal efeito e aprender a reproduzi-los em outras escolas. Neste estudo, as escolas onde os alunos demonstram atitudes mais negativas em relação à Tecnologia situam-se em zonas bastante industrializadas da zona costeira do centro e no norte do país.

Se analisarmos as Tabelas 5 e 6, as contradições, lacunas e questões não respondidas aparecem ainda mais salientes, quando comparamos as atitudes e conceito de Tecnologia de alunos de países desenvolvidos e em vias de desenvolvimento, ou países onde o ensino da Tecnologia faz parte do currículo geral da escola e países onde tal ensino não existe. Os resultados obtidos com alunos portugueses são comparáveis aos dos alunos de outros países e, de uma maneira geral, podemos dizer que os alunos estão interessados em Tecnologia e reconhecem a sua importância para a Sociedade em que vivem, os rapazes mais do que as raparigas. Mas ao contrário de outros países, e embora o conceito dos alunos portugueses esteja dentro da média para a grande maioria de outros países, aquele parece deteriorar-se com a idade.

#### *Resumindo:*

- Há necessidade de obter dados de investigação como base para o desenvolvimento de currículos de Tecnologia adequados ao contexto português.

- Dado que a natureza da actividade tecnológica varia de contexto para contexto, o conceito subjacente a este questionário pode ter uma aplicabilidade reduzida em certos contextos.

- Os dados obtidos neste questionário mostram, no entanto, que é possível equacionar alguns aspectos importantes para futuras investigações e para aqueles professores de Física interessados em inovar e melhorar o seu ensino.

- A mudança de atitudes em relação à Tecnologia é necessária e fundamental, e deve ocorrer durante toda a escolaridade básica,



tendo em consideração as *ideias alternativas dos alunos* nesta áreas e todos os factores educacionais (escola e formação de professores) e sociais (sociedade) que possam influenciar tal mudança de atitudes, para uma inserção dos alunos na vida do dia a dia e do ambiente de trabalho e desenvolvimento tecnológico da sociedade em que vivem.

- O nível tecnológico do ambiente em casa, o facto de possuírem computador ou jogos tecnológicos em casa, as profissões dos pais, o tipo de educação tecnológica recebida na escola, o ambiente tecnológico onde vivem e o auto conceito de Tecnologia, são factores que influenciam as atitudes em relação à Tecnologia e que necessitam ser também investigados, além da idade, sexo e escola onde os alunos estão inseridos.

- É clara a diferença de atitudes e de conceito de Tecnologia entre rapazes e raparigas.

- É necessário um ensino técnico mais experimental e centrado na resolução de problemas da vida do dia a dia, com interesse para os alunos.

- Muitas respostas ficam por clarificar com um estudo deste tipo.

## 5. IMPLICAÇÕES PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

- Da perspectiva da formação de atitudes é importante começar com a educação tecnológica e científica o mais cedo possível. Isto significa que é importante dar especial atenção à formação inicial dos professores do ensino primário e secundário e/ou à sua formação contínua.

- Os professores devem usar métodos de ensino centrados na descoberta, leitura, demonstrações individuais e em grupo de alunos, auto-aprendizagem, discussão em pequenos grupos, resolução de problemas ligados à vida real e sociedade, ensino assistido por computadores, visitas a fábricas com visível desenvolvimento tecnológico.

- É necessário criar mais clubes de ciência e tecnologia nas escolas, para desenvolvimento de projectos úteis para a vida diária dos

alunos, construindo objectos de uso pessoal (Mourão, 1988), consertando aparelhos electrodomésticos, construindo aparelhos de utilidade para as aulas de Física (por exemplo, uma fonte de alimentação barata), etc.

- Deve desenvolver-se o gosto pela leitura de jornais e revistas tecnológicas e assistência a programas de TV sobre Ciência e Tecnologia.

- Deve dar-se a máxima atenção à escolha de estratégias de ensino que motivem e permitam às raparigas um maior envolvimento nas aulas de Física e Tecnologia, dando-lhes oportunidade e encorajamento para transferirem a sua elevada auto-estima para um interesse real nas aulas de tecnologia.

- Sugere-se que se convidem, algumas vezes por ano, mulheres e homens que trabalham com Tecnologia ou são técnicos ou tecnólogos, para mostrarem aos alunos o que é de facto trabalhar em tecnologia.

- Deve dar-se informação aos alunos sobre carreiras e profissões ligadas à Tecnologia, quer nos seus aspectos mais simples (*light technology*) — jardinagem, carpintaria, construção, electricidade, cozinhar, mecânica de automóveis, fabrico automático, etc., quer nos seus aspectos mais sofisticados (*information on high technology*) — computadores, comunicações, centrais de produção de energia, energia nuclear, aparelhos digitais e electrodomésticos, microprocessadores, robots, engenharia genética, etc.

- Deve ensinar-se aos alunos um conceito lato de Tecnologia. Um conceito lato de Tecnologia, significa ensinar os diferentes aspectos da Tecnologia, dos quais a sua relação com a Sociedade é o mais importante. É necessário que os alunos experimentem, trabalhem em actividades tecnológicas, de forma a compreenderem que Tecnologia não é só equipamento, máquinas e computadores. É importante que os alunos entendam que a Tecnologia está presente em quase tudo na sua vida diária, dando-lhes a possibilidade de lidarem quer com os produtos da Tecnologia quer com os processos de produzir Tecnologia, desenvolvendo assim as suas capacidades técnicas e manuais. É importante que os alunos entendam que a Tecnologia não é só para os técnicos

e que não são só estes que podem *inventar coisas*. Isto ajudará também a desmitificar o grau de dificuldade de diversas tarefas tecnológicas, a compreender o seu carácter criativo e interdisciplinar e a desenvolverem atitudes mais críticas em relação à Tecnologia.

• A escola tem de ser vista como uma instituição em mudança. Este processo de mudança, onde a democratização joga um papel primordial na sociedade portuguesa, tem de ser visto em várias dimensões, onde a escola e a sociedade, potencialmente, actuam e reagem uma sobre a outra, paralelamente à reciprocidade entre Tecnologia e Sociedade.

• É importante dar aos alunos «1001» exemplos de aplicações práticas as quais possam ser integradas nos currículos existentes e, reapetrechar os laboratórios e oficinas das escolas.

• Deve discutir-se com os alunos a História da Tecnologia, analisando paralelamente as consequências positivas e negativas do desenvolvimento tecnológico ao longo da história da humanidade, quer nas sociedades quer no meio ambiente.

#### AGRADECIMENTOS

Aos professores e orientadores de estágio que tão prontamente responderam com a sua colaboração gostaria de deixar aqui os meus agradecimentos e dedicar este artigo, esperando que ele possa ser útil para o ensino dos seus alunos, que tão seriamente responderam a este questionário.

NOTA: O questionário utilizado neste estudo poderá ser enviado aos professores interessados, se for pedido à autora, através da SPF. O mesmo não pôde ser publicado neste número devido à extensão do artigo.

#### BIBLIOGRAFIA

- AFIFI, A., et al. (1972) — *Statistical Analysis: a Computer Oriented Approach*. Academic Press, New York.
- BAME, A. (1991) — *PATT-USA: Report of Findings*. PATT V—Conference, Eindhoven, The Netherlands.
- Basic Principles of School Technology* (1988) — Report PATT-3 Conference Proceedings, Pedagogical Technical University of Eindhoven, The Netherlands.
- BRYAN, C. (1991) — *The overselling of science education in the eighties, SSR*, March 1991, 72 (260).
- DE KLERK WOLTERS (1989) — *A PATT Study among 10-14 years old*, Report PATT-4 Conference Proceedings, Eindhoven Pedagogical Technical University, p. 324.
- ELSTER, J. (1983) — *Explaining Technical Change*, Cambridge University Press, UK.
- GUILFORD, J. P. (1978) — *Fundamental Statistics in Psychology and Education*, McGrawHill Inc., London.
- LEHRKE, M., et al. (1984) — *Interests in Science and Technology Education*, 12<sup>th</sup> IPN Symposium, Kiel West Germany.
- MAINLY, B. (1986) — *Multivariate Statistical Methods: a primer*, Chapman and Hal Ltd, London.
- MARTINS, A. (1990) — *In Service Teacher Training for Physics and Chemistry Teachers in Portugal*, Relatório de Tese de Doutoramento não publicado, Royal Danish School of Educational Studies, Copenhagen, Denmark.
- MOORE, J. (1989) — *A Study of Lower Secondary School Pupils' Attitudes to Technology and Technology Lessons*, University of Hull, Department of Education, UK.
- MOURÃO, C., RAINHO, J. (1988) — *A Educação Tecnológica na Escolaridade Obrigatória*, Gabinete de Estudos e Planeamento, ME, Lisboa.
- PRIME, G. (1991) — *The Attitudes and Concepts of Trinidad and Tobago Secondary Schools Students towards Technology*, Paper presented at PATT-5 Conference, Eindhoven, The Netherlands.
- SIEGEL, S. (1965) — *Non-parametric Statistics for Behavioural Sciences*, McGraw Hill Co, USA.
- SØRENSEN, H. (1990) — *Fysik og Kemi Undervisning for både Piger og Dreng: en Pædagogisk Udfordring for Læreren (O Ensino da Física e da Química para rapazes e raparigas: Um desafio Pedagógico para o Professor)*. Tese de Doutoramento não publicada, Royal Danish School of Education Studies, Dinamarca.
- TAN, A. (1981) — *Mass Communication Theories and Research*, Columbus Ohio Grid Publishing Co, USA.
- Teacher Education for Technology* (1989) — PATT-4 Conference Proceedings, Eindhoven Pedagogical Technological University, Eindhoven, The Netherlands.
- THWAITES, B., et al. (1983) — *Education 2000: A consultive Document on Hypothesis for Education in AD 2000*, Cambridge University Press, UK.
- TUCHMAN, B. (1978) — *Conducting Educational Research*, 2<sup>nd</sup> Ed., Harcourt Brace Jovanovich, Inc, New York.

# Eclipse total do Sol — 11 de Julho de 1991

## ○ eclipse do século

MÁXIMO FERREIRA

Departamento de Física da F.C.U.L.

De todos os fenómenos naturais, talvez tenham sido os eclipses do Sol e da Lua aqueles que mais impressionaram, ao longo dos séculos, os habitantes das regiões em que a sua observação se tornava possível. Embora a acumulação de conhecimentos e o contínuo aperfeiçoamento dos recursos técnicos e teóricos tenham afastado definitivamente os deuses e forças ocultas que, em pleno dia, escondiam o Sol ou, numa noite de luar, devoravam a Lua, ainda hoje uma estranha sensação se apodera daqueles que experimentam a felicidade de presenciar tal espectáculo.

Apesar de, em média, ocorrerem tantos eclipses da Lua como do Sol, as dimensões dos três astros intervenientes — Sol, Terra e Lua — e as distâncias entre eles, determinam que, para um mesmo local, o número de eclipses solares observáveis seja muito menor que os lunares. De facto, o nosso satélite natural orbita a Terra a uma distância média de  $3,84 \times 10^5$  km o que corresponde a uma distância quatrocentas vezes inferior àquela que nos separa do Sol. Coincidência feliz a de tal relação ser traduzida por um valor próximo do que relaciona os diâmetros respectivos e, por isso mesmo, dando aos dois astros o mesmo diâmetro aparente, quando vistos da Terra.

A órbita lunar não coincide exactamente com o caminho aparente do Sol na esfera celeste (a *eclíptica*) apresentando uma inclinação de  $5^\circ$  apenas, valor quase insignificante mas suficiente para que a Lua surja no céu quase sempre a norte ou a sul da eclíptica. Apenas em dois pontos da sua trajectória ela

se encontra simultaneamente sobre aquela linha, posições essas designadas por *nodos*. Obviamente, se a elipse que representa a trajectória da Lua mantivesse uma orientação invariável no espaço, verificar-se-ia uma das duas condições extremas de nunca ocorrerem eclipses ou, em oposição, acontecerem todos os meses em ocasião de lua cheia (eclipses lunares) e na fase de lua nova (eclipses do Sol). No entanto, devido à precessão dos nodos, estabelece-se uma lei bem diferente para a sequência do fenómeno, o qual só poderá ocorrer quando o Sol passa sobre um deles.

A retrogradação dos nodos (Fig. 1) processa-se à razão de  $1,565^\circ$  de arco por mês, o que corresponde a cerca de três diâmetros lunares. Deste facto resulta que cada nodo

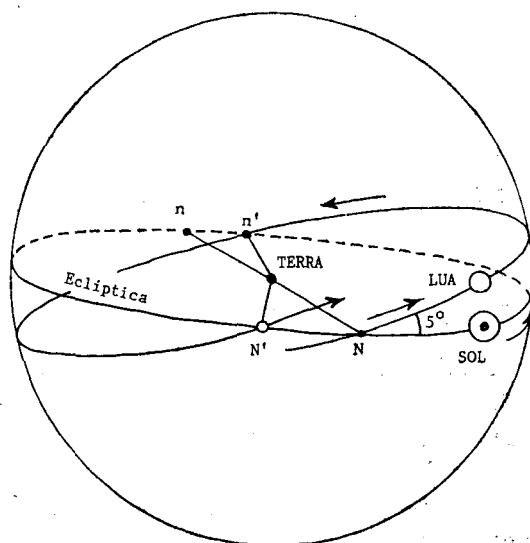


Fig. 1 — Retrogradação dos nodos lunares (N e N1, nodos ascendentes consecutivos)

complete uma volta pela eclíptica em cerca de 18 anos, valor que estabelece a mais importante periodicidade dos eclipses — o *saros*.

Mais rigorosamente, o *saros* é um período de 6585 dias, ou seja, 18 anos e 10 a 11 dias, ao fim do qual os eclipses se repetem pela mesma ordem e com características muito semelhantes.

O *saros* comporta 38 estações de eclipses que aparecem aproximadamente todos os seis meses, ocorrendo em cada estação pelo menos dois eclipses (do Sol e da Lua). Os eclipses do Sol, só possíveis na fase de lua nova, podem ser parciais ou totais consoante a Lua passa ligeiramente «fora» da eclíptica, ou exactamente sobre ela. Esta última circunstância pode ainda ocorrer com a Lua a maior ou menor distância, a ponto de o seu diâmetro aparente apresentar variação considerável proporcionando assim eclipses *anulares* ou *totais*, respectivamente. Para além disso, a duração de um eclipse total será tanto maior quanto mais próxima a Lua se encontrar.

Naturalmente, a possibilidade de disfrutar, em pleno dia, de alguns minutos de ocultação do Sol, permitindo observar apenas o limbo deixado livre pelo disco lunar, excita cientistas e simples amadores, levando a que, aos milhares (e por vezes milhões) se deslocem dos mais variados pontos do globo, em direcção a locais situados na faixa predeterminada para a passagem da sombra lunar.

O tempo de observação em cada lugar está também relacionado com a latitude. Na verdade a Lua move-se, em relação à Terra, de oeste para leste, à velocidade de 3200 km/h, deslocamento igual ao que apresentará a sua sombra projectada sobre a superfície terrestre, em ocasião de eclipse (Fig. 2). No entanto, em consequência da rotação do nosso planeta, a velocidade linear de cada ponto é função da latitude e, para se obter a verdadeira velocidade a que a sombra lunar «varre» a superfície terrestre, há que subtrair aqueles dois valores. Assim, para a região equatorial, com velocidade linear próxima de 1600 km/h, a sombra da Lua varre a Terra a 1600 km/h, ao passo que à latitude de Lisboa (velocidade de 1300 km/h)

ela viaja já a 1900 kms<sup>-1</sup>. Nas regiões polares quase se atinge o valor extremo de 3200 kms<sup>-1</sup>. Neste caso, em que a duração da fase de totalidade é sempre muito curta, é dedicada especial atenção aos fenómenos provocados na atmosfera terrestre, nomeadamente a ruptura brusca do equilíbrio de temperaturas e ventos consequentes, bem como alterações da condutibilidade e ionização do ar.

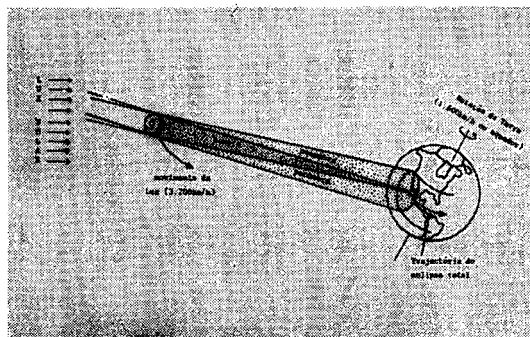


Fig. 2

O eclipse de 11 de Julho de 1991 apresentou a sua maior duração (6 minutos e 53 segundos) em lugares de latitude norte muito próxima de 20° e a faixa, com cerca de duzentos e sessenta quilómetros de largura, apresentou

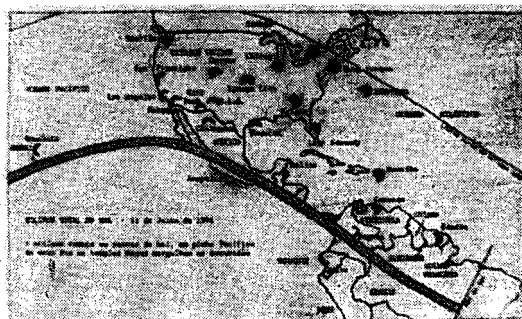


Fig. 3

uma extensão de quase dezassete mil quilómetros, estendendo-se da ilha Hawai até ao norte do Brasil (Fig. 3). A parte central dessa longa faixa situava-se um pouco a oeste da península da Baja Califórnia Sur (México), sendo esta a região que reunia as melhores condições para a observação, não só porque a duração da totalidade ultrapassava seis minutos e meio e ainda porque o fenómeno ia ocorrer perto do meio dia e, por isso, com

o Sol quase no zénite. Na ocasião previa-se que cerca de cinco milhões de interessados se dispersariam por toda a região propícia à observação, uma boa parte dos quais por toda a parte sul do deserto da Baja Califórnia. Na Universidad Autónoma de Baja Califórnia Sul, na cidade de la Paz, instalaram-se vários grupos de investigadores de França, Japão, Coreia, União Soviética e Estados Unidos, com equipamentos que demoraram algumas semanas a preparar para a recepção ao eclipse do século. Para além de cientistas, centenas de operadores, repórteres e jornalistas, de estações de rádio e de televisão — a que se juntaram muitos ama-

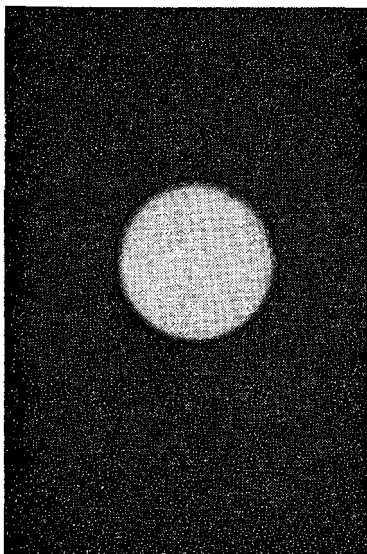


Fig. 4-A

dores — mantiveram, dia e noite, bem agitada a vida da Universidade, então em período de férias escolares.

Vinte e três minutos depois das 10 horas ocorria o *primeiro contacto* (Fig. 4a), designação atribuída ao instante em que o bordo leste da Lua «toca» o limbo solar. Continuando a sua progressão para leste, o disco lunar fazia diminuir, lentamente, a luz do dia, enquanto os telescópios, equipados com máquinas fotográficas e filtros apropriados à fixação de imagens e observação directa simultânea, registavam um número considerável de manchas solares (Fig. 4b), testemunhos da ainda notável actividade solar cujo máximo (teórico) havia sido atingido no início do ano.

Alguns segundos depois das 11 horas e 47 minutos locais, com o Sol por sobre as cabeças dos observadores, iniciava-se a fase de totalidade antecedida pelas instantâneas mas espectaculares «contas de Baily». Depois de alguns momentos de expressões de entusiasmo,

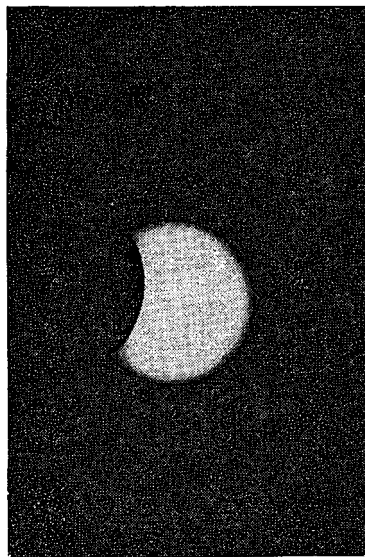


Fig. 4-B

seguiu-se um silêncio quase completo, apenas perturbado pelos «cliques» das máquinas ou por palavras trocadas entre elementos dos grupos de investigadores, na operação dos instrumentos que controlavam. Mesmo com equipamento modesto, era fácil apreciar várias protuberâncias solares, uma das quais apresentava aspecto magnífico (Fig. 4c).

Na curta «noite» de pouco mais de seis minutos, a atmosfera difundia ainda alguma luz que «apagava» as estrelas de menor brilho. No entanto, lá no alto, o Sol parecia emplumado numa região do céu em que se observava um grande número de astros notáveis, nomeadamente as estrelas mais brilhantes das constelações Cocheiro, Touro, Oriente, Gémeos, Cão Maior e Cão Menor. Para além de Capela, Aldebarã, Belatrix, Betelgeuse, Rígel, Castor, Sírio e Procion, eram ainda visíveis, na constelação do Leão, os planetas Vénus, Marte e Júpiter. Mercúrio, à data também numa direcção próxima, não era observável dado o seu pequeno brilho e a pequena separação angular do Sol.

Às 11 horas e 54 minutos terminava a fase de totalidade, com a Lua a «sair» pelo bordo leste do Sol que, oitenta e cinco minutos depois, mostrava já o disco completo.

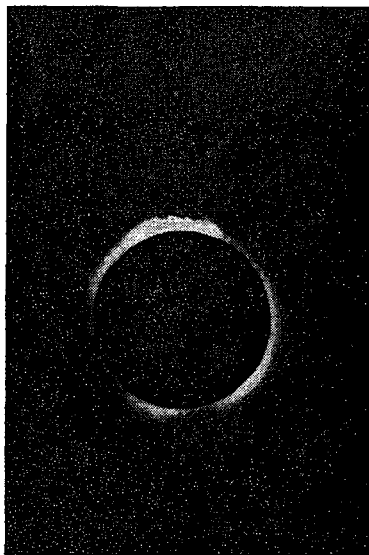


Fig. 4-C

Com o abandono progressivo das instalações da Universidade, as centenas de curiosos e investigadores terão trazido consigo elementos valiosos, desde as simples fotografias aos mais complexos espectros da radiação solar, obtidos em fases diferentes do fenómeno.

Naturalmente, para os dotados de interesses e possibilidades, este eclipse total do Sol, apesar de ter sido o mais interessante deste século, não terá esgotado o desejo e a necessidade de futuras observações em idênticas condições.

Dos cinco eclipses deste ano (três do Sol e dois da Lua), apenas o total da Lua, na noite de 9-10 de Dezembro, será visível de Portugal. Quanto aos do Sol, ocorreu já um (anular), em 4-5 de Janeiro, e o total, a 30 de Junho, só será observável em pleno Oceano Atlântico Sul.

#### BIBLIOGRAFIA

- PAUL COUDERC — *Os Eclipses*. Europa América, 1971.  
NECIA APFEL & ALLEN HYNEK — *Architecture of the Universe*. Benjamin/Cummings, 1972.  
MÁXIMO FERREIRA — *Carta Celeste*. Gradiva, 1991.

## INTRODUÇÃO À FÍSICA NUCLEAR E DAS PARTÍCULAS

*Primeira Escola organizada pela Divisão de Física Nuclear e das Partículas para professores do ensino secundário e alunos dos 11.º e 12.º anos.*

Na sequência de um inquérito aos membros da Divisão, de uma série de contactos e dois encontros na sede da Sociedade, a Divisão de Física Nuclear e das Partículas da Sociedade Portuguesa de Física está em condições de anunciar a organização de um curso intensivo sobre os temas abaixo indicados de 13 a 17 de Julho de 1992.

O curso destina-se a professores do ensino secundário e alunos seleccionados dos 11.º e 12.º anos. Na organização do curso temos em atenção a componente experimental não obstante as dificuldades, quer em laboratórios quer em equipamento, com que os organizadores e professores do curso terão que enfrentar. O curso terá lugar em Lisboa e admitirá como número máximo 30 participantes que para frequentar o curso terão de ter disponibilidade total entre as 9 e as 17 horas de 13 a 17 de Julho de 1992.

Os 5 temas seleccionados para este primeiro curso são:

1. Da Constante de Planck à Mecânica Quântica.
2. A Radioactividade.
3. Cisão e Fusão Nucleares.
4. Das Partículas Elementares às Interações Fundamentais e História do Universo.
5. Algumas Aplicações da Física Nuclear.

Cada um dos temas acima mencionados será tratado por uma equipa que tentará preparar um texto para ser discutido durante o curso e que servirá de documento de base do curso.

A organização de um curso desta natureza exige a fixação do seguinte calendário:

1. Pré-inscrição: 31 de Maio de 1992.
2. Inscrição definitiva até 15 de Junho de 1992 mediante o pagamento de 5000\$00 por pessoa. A taxa de inscrição não será reembolsável e destina-se a cofinanciar as despesas de organização do Curso. Para estudantes e alguns professores a Divisão de Física Nuclear e Partículas poderá atribuir algumas bolsas após apreciação do pedido por um júri. Para isso deve-nos ser enviado um «curriculum vitae» e respectiva justificação.
3. Seguir-se-á a ordem de inscrição no caso do número de pessoas inscritas exceder o número de 30.

Para mais esclarecimentos e sugestões é favor contactar por escrito a Direcção da Divisão de Física Nuclear e Partículas da Sociedade Portuguesa de Física.

# A Radiação de Sincrotrão e sua Utilização

## Uma síntese de perspectivas; acções em Portugal

MARIA TERESA RAMOS

Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa

É hoje bem conhecido e aceite que a radiação de sincrotrão teve um enorme impacto em áreas das Ciências da natureza como a Medicina, Biologia, Bioquímica e Biofísica e também em Química, Química-Física, Ciências dos Materiais, Física Atómica, Molecular e do Estado Sólido, Catálise, etc.

A radiação de sincrotrão é radiação electro-magnética emitida por partículas carregadas, electrões ou positrões, acelerados a velocidades próximas da da luz. É produzida em anéis aceleradores com diâmetros que variam desde 30 m a cerca de 300 m e onde a energia a que as partículas são aceleradas varia de 600 MeV a 6 GeV, respectivamente, obtendo-se nestas últimas radiação emitida de menores comprimentos de onde que nas primeiras.

Nas últimas décadas, cientistas de todo o mundo desenvolveram técnicas experimentais baseadas na radiação produzida em sincrotrões, aproveitando as suas características únicas:

— Um espectro contínuo e muito intenso, desde o infravermelho até à zona dos raios X.

— Um alto grau de colimação; a divergência do feixe é tipicamente de 0.1 a 1 mm por metro.

— Polarização linear da radiação no plano do acelerador e elíptica acima e abaixo desse plano.

— Brilho (fluxo emitido por unidade de área e de ângulo sólido) muito elevado.

— Radiação pulsada, permitindo intervalos para medições com duração de 100 picosegundos.

Com radiação de sincrotrão é possível realizar estudos de Espectroscopia de raios X, como espectroscopia de absorção X, XAS, e com considerável desenvolvimento devido às características específicas desta radiação, estudos de EXAFS, XANES, SEXAFS, REFLEXAFS. Assim, têm sido realizadas análises de novos materiais como vidros e materiais cerâmicos, minerais e materiais compostos, semicondutores e também supercondutores, estudos de coordenação de compostos metálicos não cristalinos, de características técnicas de superfícies, de filmes finos, etc.

No âmbito da Física Atómica e Molecular também a radiação de sincrotrão trouxe enormes vantagens, permitindo a análise de estruturas finas até então não possíveis de detectar em instrumentos laboratoriais.

A natureza pulsada da radiação de sincrotrão permitiu realizar estudos de topografia de raios X de processos periódicos que foram sincronizados com os impulsos da radiação incidente — uma técnica designada por estroboscopia; tem importantes aplicações em estudos de monocristais de materiais utilizados na indústria electrónica.

Experiências de Espectroscopia de fotoemissão, fluorescência e de fotoelectrão são usadas para analisar a estrutura electrónica de átomos, moléculas, sólidos e superfícies. As características especiais de polarização, intensidade, brilho e variabilidade de energia do feixe, permitindo uma particular sensibilidade a superfícies, tornam a radiação de sincrotrão especialmente vocacionada para este tipo de estudos.

Difracção de raios X é uma técnica muito usada e com aplicação de importância única na determinação das coordenadas dos átomos que existem em malhas unitárias, que por repetição a três dimensões formam cristais, ou seja em estudos estruturais. Para este tipo de determinações, a elevada intensidade e colimação do feixe da radiação de sincrotrão são de importância ímpar. Em particular, estudos estruturais de moléculas complexas com muitos átomos, como proteínas, enzimas e vírus só são possíveis, nalguns casos, com radiação de sincrotrão. Por outro lado foi também possível obter difracção de microcristais, estendendo assim a possibilidade deste tipo de estudos a compostos difíceis de cristalizar. A observação da difracção magnética de raios X em materiais magnéticos — que só as características da radiação de sincrotrão tornam possível — deve o seu impacto ao facto de permitir a observação de materiais altamente absorventes para os neutrões e a separação das contribuições orbital e de spin para o momento magnético.

Uma das conquistas mais espectaculares da radiação de sincrotrão é, no entanto, a utilização da natureza pulsada da radiação para efectuar estudos em tempo real. Aplicações envolvem o método de tempo de vôo (time of flight) e também estudos de fluorescência resolvidos no tempo, sendo possível seguir reacções químicas, caracterizando intermediários instáveis e com tempo de vida muito curto. Estudos em tempo real em sólidos cristalinos ou em fibras, músculos ou outras amostras de interesse biológico, por exemplo, só são viáveis devido à natureza pulsada da radiação de sincrotrão.

Nesta altura, há na Europa, em funcionamento, sete instalações de radiação de sincrotrão: uma na Dinamarca, uma em França, três na Alemanha, uma em Itália, uma na Suíça, uma na Grã-Bretanha e duas na URSS, estando sete em fase de construção, uma em França (instalação Europeia), uma em Itália, duas na Holanda, e três na ex-URSS.

Quatro das instalações em funcionamento pleno, Daresbury na Grã-Bretanha, BESSY e

HASYLAB na Alemanha e LURE na França, estão envolvidas num projecto subsidiado pela CEE, um projecto sobre grandes instalações — LSI. Este projecto tem como objectivos melhorar as condições instrumentais nas respectivas instalações, *promovendo e financiando integralmente o acesso de grupos de novos utilizadores*, sobretudo de países periféricos como Portugal. No nosso País o número de projectos, 10, e investigadores, 20, envolvendo radiação de sincrotrão é ainda extremamente reduzido, sobretudo quando comparado com Espanha, por exemplo, onde há já mais de 200 investigadores utilizadores desta radiação.

É finalidade deste artigo sensibilizar e despertar em mais investigadores portugueses o interesse e a formalização de projectos que possam ser submetidos aos directores das quatro referidas instalações. A descrição acima dada não pretendeu ser exaustiva, mas apenas exemplificativa, de algumas das áreas e técnicas que usam com enorme vantagem a radiação de sincrotrão.

Há já, a nível nacional, uma comissão representativa dos utilizadores portugueses, constituída por:

Prof.<sup>a</sup> Maria Teresa Ramos, Centro de Física Atómica da FCUL, Complexo II, Av. Gama Pinto, 2, 1699 Lisboa Codex, telef. 01-7950790, fax 01-7965622.

Prof. Luís Alte da Veiga, Departamento de Física da Universidade de Coimbra, 3000 Coimbra, telef. 039-23675.

Prof.<sup>a</sup> Maria Arménia Carrondo, IST, Lisboa e CTQB, R. da Quinta Grande, 6, 2780 Oeiras, telef. 01-4426146, fax 01-4428766.

A Prof.<sup>a</sup> M. A. Carrondo é também a representante portuguesa numa Comissão nomeada pela DGXII, para apreciação e acompanhamento do projecto LSI.

Os investigadores que pretendam obter informações sobre o acesso a este projecto deverão contactar um dos elementos desta



comissão, ou então dirigir-se directamente aos directores das quatro instalações acima referidas:

Prof. R. Gomes  
Director o LURE  
LURE  
Bâtiment 209 D  
Université Paris-Sud  
91405 ORSAY Cedex  
FRANCE

Prof. Dr. W. Gudat  
Director BESSY  
BESSY I  
Lentzeallee 100  
D-1000 BERLIN 33  
GERMANY

Prof. G. Materlik  
Director DESY-HASYLAB  
Notkestr. 85  
D-2000 Hamburg 52  
GERMANY

Prof. J. Bordas  
Head SRS Daresbury  
Science & Engineering Research Council  
SERC  
Daresbury Laboratory  
Warrington, Cheshire, WA4 4AD  
U.K.

## Lista de Projectos Portugueses e respectivos responsáveis

### Ciências de Materiais

- «Structural difference between bridging and terminal anionic species in fluoride and oxide glasses» - BESSY (desde Setembro 1990).
- «Structural characterization of inorganic glasses by EXAFS and NEXAFS» - LURE (desde Setembro 1990).  
Prof. Rui Almeida, Complexo I, IST, Lisboa.
- «Chemical bonding in minerals» - BESSY (since May 1990).
- «Coordination of Titanium in Composites» - LURE (desde Setembro 1990).  
Prof. M. O. Figueiredo, IICT, Lisboa.
- «Analysis of the structure of glasses and glasses ceramics containing rare-earth oxides» - Daresbury (desde Setembro 1990).

- «Kinetics of nucleation of crystalline phase in glasses containing magnetic ions» - HASYLAB (desde 1992).

Prof. S. K. Mendiratta, Univ. Aveiro.

- «Photon and neutron scattering from magnetic materials» - Daresbury (desde Setembro 1990).

Prof. M. J. Almeida and M. M. R. Costa, Univ. Coimbra.

### Análise Elementar por Espectroscopia de Raios X

- «X-ray Fluorescence analysis of high technology metals on natural materials» - LURE (desde Março 1990).

Prof. M. T. Ramos, FC, Univ. Lisboa.

### Física Atómica e Molecular

- «Determination of the Auger  $\alpha_2$  parameters for the krypton transitions  $M_{45}N_1$ ,  $N_{23}$ ,  $^3p_1$  and  $^3p_2$ » - BESSY (desde 1991).

Prof. J. P. Ribeiro, FC, Univ. Lisboa.

- «Inner shell excitation and soft X-rays induced dynamics of isolated molecules. Experiment and theory» - LURE (desde 1991).

Prof. I. Nenner, LURE e L. F. Aurélio Ferreira, FC, UL, Lisboa.

- «The structure of the first coordination shell of the yttrium ion in concentrated aqueous solutions of  $YBr_3$  and  $YCl_3$ » - LURE (desde 1990).

Prof. M. Alves Marques, Complexo II, IST, Lisboa.

### Cristalografia de Proteínas

- «Structural studies of iron-sulphur proteins» - Daresbury (desde Setembro 1990).

- «Three-dimensional structures of some cytochromes  $c_3$ » - DESY/HASYLAB (desde 1992).

Prof. M. A. Carrondo, CTQB, IST, Lisboa.

- «Structural studies of mutants of human transthyretin» - Daresbury (desde 1991).

Prof. A. M. Damas, Instituto Abel Salazar, Porto.

### Cristalografia de Micro-cristais

- «Structural studies of unidimensional conductors» (desde 1991).

Prof. M. T. Duarte, CQE, IST, Lisboa.

# Descrições de curvas de luz de estrelas variáveis e suas aplicações

CARLOS MANUEL BERNARDINO

Aluno do Dep. Física da Faculdade de Ciências de Lisboa

*Usa-se um meio quantitativo de descrição de curvas de luz de estrelas cefeidas, apresentado em 1981 por Simon e Lee, para um conjunto de 3000 observações fotométricas de 82 estrelas, todas provenientes da mesma fotometria (Moffet e Barnes, 1984). Sugere-se uma aplicação deste método para comparação de previsões de modelos teóricos, e para classificação de estrelas de calibração da relação período-luminosidade-cor.*

## INTRODUÇÃO

Apesar de existirem vários tipos de *cefeidas*, estas podem ser descritas como estrelas pulsantes, massivas e super-gigantes, logo possuindo propriedades notáveis na teoria da evolução estelar.

O estudo da estrutura da cefeida pode ser introduzido simplificadaamente usando o modelo de Baker (1966).

A relação entre o período, ou períodos, de pulsação, com os possíveis estados de ressonância e outras características como amplitude, assimetria e coeficientes de Fourier, constitui um dos objectivos principais deste estudo.

O outro objectivo deste estudo é aplicar os resultados obtidos à escolha de estrelas para calibração da chamada relação P-L-C (Período-Luminosidade-Cor), e à comparação de diferentes curvas de luz.

## ANÁLISE DE DADOS

### Definições

A curva de luz, ou diagrama de variação da magnitude com o tempo, de uma estrela variável tem sido descrita quase sempre de uma forma qualitativa, pelo que se generalizaram termos como «*bumps*», «*humps*» ou «*shoulders*» para comparar ou descrever curvas de luz de

diferentes estrelas, notando-se sempre a falta de um método que fornecesse parâmetros quantitativos para essa função.

Em 1981 Simon e Lee (S&L) reintroduziram as técnicas de decomposição de Fourier, de há muito conhecidas mas nunca usadas para este propósito. Na realidade o método de S&L é uma variação das técnicas de Fourier, que só foi completado em 1986 por Petersen.

Não apresentarei demonstrações pelo facto deste método ser sobejamente conhecido. Darei apenas as definições usadas para o tratamento numérico usado e que será descrito mais adiante. Sabemos que a variação da magnitude no tempo pode ser descrita com uma decomposição de Fourier. No caso das estrelas escrevemos:

$$m(f) = m_0 + \sum_{k=1}^N [a_k \text{sen}(2\pi kf) + b_k \text{cos}(2\pi kf)]$$

sendo  $N$  a ordem de decomposição. Note-se que se efectua a decomposição de Fourier em ordem à fase  $f$ , e não ao tempo como é habitual noutros casos, porque as observações das estrelas são muito espaçadas no tempo tornando-se difícil obter mais do que duas medições dentro do mesmo ciclo, o que dificulta apreciavelmente a análise. Assim é necessário um tratamento numérico elaborado para calcular a fase correspondente a cada observação. Os resultados

desse tratamento encontram-se nas tabelas de Moffet e Barnes, de onde se retiram os dados da magnitude em ordem à fase correspondente.

Como se verifica a igualdade

$$a_k \sin(2\pi k f) + b_k \cos(2\pi k f) = R_k \cos(2\pi k f + \phi_k)$$

resulta

$$R_k^2 = a_k^2 + b_k^2, \quad \phi_k = \tan^{-1}(-a_k/b_k), \\ \cos \phi_k = b_k/R_k$$

Os parâmetros definidos por Simon e Lee baseiam-se nestes coeficientes,  $R_k$  e  $\phi_k$ , de cada uma dos termos harmónicos, sendo definidos pelas expressões:

$$R_{k1} = R_k/R_1, \quad \phi_{k1} = k\phi_1$$

O desvio-padrão do ajuste é dado por

$$\sigma = \sqrt{\frac{vv}{J-2N-1}}; \quad vv \equiv \sum_{j=1}^J v_j^2$$

onde  $J$  é o número de observações fotométricas da magnitude da estrela em causa no tempo e  $v_j$  é o desvio entre o valor medido e o valor dado pelo ajuste da medida  $j$ . Para além destes parâmetros derivados do ajuste de curvas através de senos e cossenos, existem outros que caracterizam também a curva de luz da estrela, como a *amplitude* e a *assimetria*:

$$\text{amplitude} \equiv m(f_{\text{máx}}) - m(f_{\text{mín}})$$

$$\text{assimetria} \equiv \frac{1 - f_{\text{máx}} + f_{\text{mín}}}{f_{\text{máx}} - f_{\text{mín}}}$$

## Tratamento de dados

Partindo da extensa fotometria de Moffet e Barnes, foram escolhidas 82 entre 112 estrelas apresentadas, usando como critério o número e espaçamento das observações por cada estrela. Fez-se o ajuste de curva de luz através de um

simples programa de computador que utilizou o método dos mínimos quadrados para determinar os coeficientes de Fourier, e imediatamente os parâmetros de S&L e todos os erros e indicadores de fiabilidade dos resultados.

O facto de todos os dados provirem da mesma fotometria garante uma certa homogeneidade, que dá algumas garantias de que podemos comparar os parâmetros de cada estrela com as suas congéneres.

Se a decomposição de Fourier é útil, levanta também problemas técnicos pois é extremamente sensível a erros intrínsecos de fotometria e ao espaçamento regular das observações. Outro problema é a escolha correcta do valor de  $N$ , a ordem de decomposição a utilizar.

Se  $N$  tem um valor demasiado elevado iremos fazer um ajuste ao «ruído» experimental, desviando-se da curva real de luz. Se  $N$  for demasiado pequeno vamos verificar que o ajuste é medíocre, não se adaptando a todos os pontos obtidos experimentalmente.

O melhor indicador para a escolha do valor de  $N$  é a autocorrelação  $\vartheta$ , definida por

$$\vartheta = \frac{\sum_{j=1}^J (|v_j| - |\bar{v}|) (|v_{j+1}| - |\bar{v}|)}{\sum_{j=1}^J (v_j - \bar{v})^2}$$

onde se define  $v_{j+1} = v_j$ , e  $|\bar{v}|$  é a média dos valores absolutos dos desvios. Verificamos que à medida que  $N$  cresce,  $\vartheta$  decresce. Quando  $\vartheta$  atinge aproximadamente um valor denominado  $\vartheta_{\text{cutoff}}$ , definido por

$$\vartheta_{\text{cutoff}} = [2(J-1)]^{-1/2}$$

é sinal de que atingimos uma ordem de decomposição máxima.

Por convenção, que não é usada por todos os autores, definiu-se a origem de fase no ponto médio do ramo ascendente da curva de luz, logo

$$f_0 = f[(M_{\text{máx}} + M_{\text{mín}})/2]$$

Este é outro dos pontos de sensibilidade da técnica descrita.

## RESULTADOS

Depois de calculados os coeficientes de Fourier tornou-se possível apurar os diagramas que relacionam estes coeficientes com outros parâmetros. De há muito que se sabe que o comportamento da curva de luz das estrelas variáveis está relacionada directamente com o seu período, logo parece lógico traçar diagramas com essa grandeza num dos eixos.

Nas figuras 1 - 3, os diagramas dos parâmetros de S&L ( $R_{kl}$ ) com o período mostram inequivocamente uma sequência principal, onde porém se observam dois grupos definidos *sobre* e *sob* a sequência principal (constituída grosso modo pelas estrelas cujos pontos caem entre as linhas contínuas assinaladas), na zona de períodos de 3-4 dias. Nestas figuras verifica-se

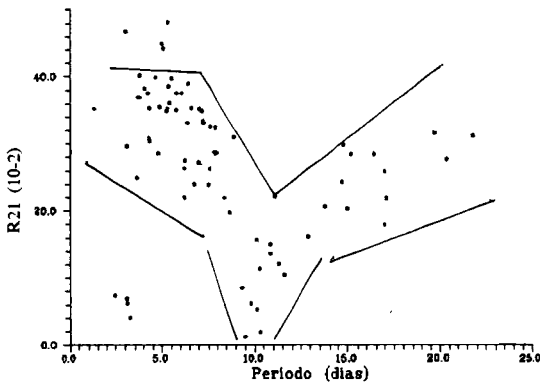


Fig. 1

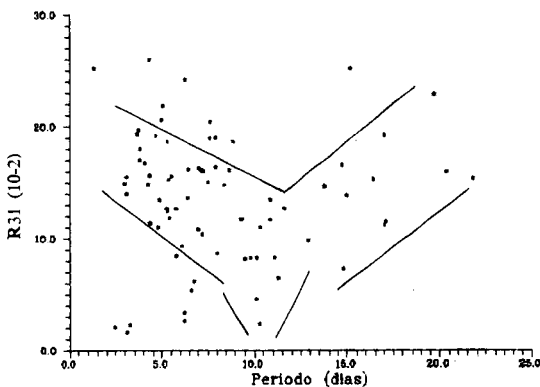


Fig. 2

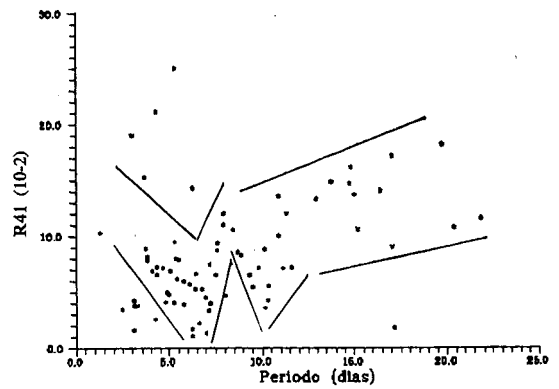


Fig. 3

um *mínimo* na zona dos 10 dias, tal como se previa, visto que as curvas de luz deste tipo de estrelas têm um traçado demarcado das suas congêneres com períodos diferentes. Estas estrelas são chamadas, na gíria, *bump cepheids*.

Estudando os coeficientes de cada uma das estrelas, verificamos que as componentes de cada um dos grupos que saem fora da sequência principal são estrelas que têm comportamentos bem diferenciados. O grupo que se encontra *sob* a sequência principal é composto por estrelas que estão, aparentemente, no modo de pulsação fundamental apresentando curvas de luz sinusoidais. O grupo de estrelas que se encontra *sobre* a sequência principal, mais visível nas figuras 3 e 4, é totalmente composto por *beat cepheids*, estrelas que têm uma

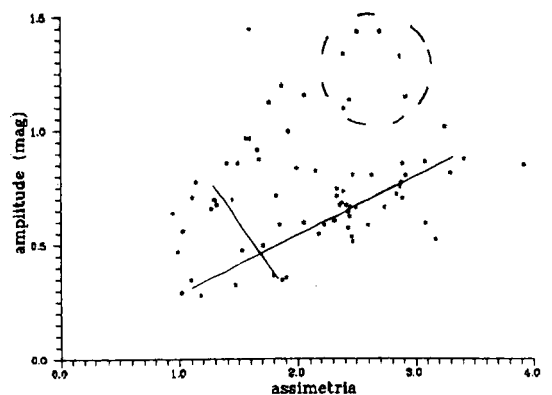


Fig. 4

curva de luz profundamente deformada, mesmo irreconhecível. Estas parecem ser estrelas que pulsam com vários períodos diferentes que por vezes provocam fenómenos de ressonância bastante curiosos.

Estudando individualmente cada uma das estrelas verifica-se que o diagrama amplitude-assimetria (figura 4) não fornece conclusões inequívocas para a identificação de cefeidas *sinusoidais* e de *ressonância*, visto que não inclui um dos grandes parâmetros identificativos dessas estrelas: o período. E para além disso, neste grupo emiscuem-se estrelas anómalas de outras naturezas. Assim os melhores diagramas para detectar estas estrelas são os que usam os parâmetros de S&L.

Os parâmetros de S&L derivados do factor de fase apresentam resultados similares aos acima descritos.

## APLICAÇÕES

Com este método podemos fazer facilmente uma comparação quantitativa entre as previsões de modelos teóricos. A figura 5 apresenta os

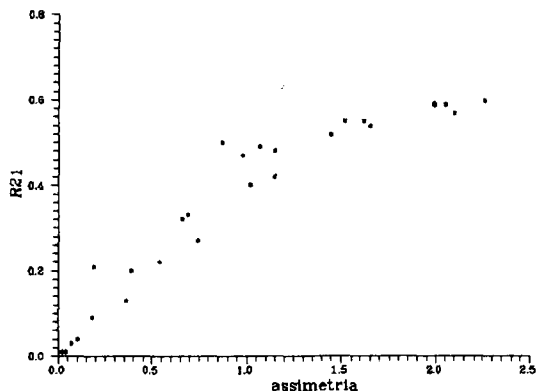


Fig. 5

pontos de uma previsão teórica de um modelo de Stellingwerf e Donohoe (1986) na zona que encontramos nas curvas de luz dos dados expe-

perimentais. Verificando estes pontos apercebemo-nos de que os seus valores são consistentes com os observados. No entanto este modelo prevê a correspondência de estrelas com características extremas que não são até ao momento conhecidas.

Outro ponto em que este método pode ser útil é para a escolha de estrelas para a correcta calibração da relação PLC já referida, que nos dá a distância a estas estrelas e logo a locais distantes da nossa galáxia e a outras galáxias, influenciando fortemente na calibração da constante de Hubble. Este método tem sido até hoje considerado dos mais seguros para a determinação das distâncias extragalácticas. No entanto a calibração da relação PLC está viciada pelo uso de cefeidas anómalas discretas para tal efeito, estrelas essas que podem ser justamente detectadas nos diagramas anteriormente apresentados. Casos exemplares são 3 estrelas usadas para este efeito que parecem ter comportamentos anómalos: EV Sct, cefeida sinusoidal; VY Per, cefeida da ressonância (?); UY Per, cefeida de ressonância (?).

## CONCLUSÃO

Este parece ser um método numérico que servindo ainda para comparar e quantificar convenientemente as curvas de luz, que representam afinal quase toda a informação que temos de cada uma das estrelas variáveis.

## BIBLIOGRAFIA

- BAKER — *Stellar Evolution*, 333 (1966).  
MOFFET & BARNES — *Astrophysical Journal Suppl.*, **55**, 389 (1984).  
PETERSEN — *Astron. & Astrophysical Journal*, **59**, 170 (1986).  
SIMON & LEE — *Astrophysical Journal*, **248**, 291 (1981).  
STELLINGWERF & DONOHUE — *Astrophysical Journal*, **306**, 183 (1986).

# Aristóteles, Galileu e a queda dos graves

CARLOS FIOLHAIS e JOÃO PAIVA

Departamento de Física da Universidade de Coimbra, 3000 Coimbra

Galileu opôs-se a Aristóteles na questão da queda dos graves e as suas ideias sobre esse tipo de movimento foram incorporadas nas ciências físicas que então nasceram. É, porém, notável que as opiniões de Aristóteles tenham persistido durante cerca de dois mil anos sem nunca terem sido alvo de qualquer crítica consequente. Acontece que, apesar de ridicularizada no século XVI por Galileu e esquecida hoje pelos manuais escolares de física, a doutrina de Aristóteles apresenta o mérito de corresponder de certo modo a muitos dados da observação corrente. Foi essa, afinal, a grande razão da sua longevidade.

Os escritos de Aristóteles sobre a queda dos corpos não são de modo algum claros. Vale, porém, a pena citar uma passagem mais transparente do volume «De Caelo»:

«O movimento para baixo de uma massa de ouro ou chumbo ou de qualquer outro corpo dotado de peso é tanto mais rápido quanto maior for o seu tamanho».

De facto, é precisamente isto o que se observa. Se se deixarem cair, no ar, dois corpos maciços de igual natureza e com a mesma forma (por exemplo, esférica), vê-se que o maior e, portanto, mais pesado chega primeiro ao chão. Aristóteles tinha e tem, neste ponto particular, razão.

Numa outra sua obra, «Physica», Aristóteles escreve:

«Vemos que corpos com maior tendência de peso ou de leveza, mas semelhantes em todos os outros aspectos, se movem mais rapidamente no mesmo espaço e isto na razão que tenham entre si os valores dessas tendências. Por isso mover-se-ão também no vazio com esta razão de velocidades. Mas tal é

impossível; porque deve um corpo ser mais rápido do que o outro?»

Os corpos com maior peso caíam, segundo Aristóteles, no ar mais rapidamente (no tempo dos gregos não havia bombas de vácuo nem se viajava no espaço, pelo que só no ar se podia observar a queda dos corpos!). A velocidade de queda, aparentemente constante, seria proporcional ao peso. Hoje sabe-se que a velocidade de queda de um corpo no ar aumenta até acabar, eventualmente, por atingir um valor constante — e que esta velocidade é, realmente, tanto maior quanto maior for o peso do corpo. Não é directamente proporcional ao peso, como presumia Aristóteles, mas sim, para um objecto esférico, proporcional à raiz quadrada do peso (o peso, por sua vez, só é directamente proporcional ao tamanho se por tamanho se entender o volume do corpo e não qualquer dimensão linear). Não é inversamente proporcional à força de resistência do meio, como Aristóteles noutro passo dá a entender, mas tem, de facto, a ver com essa força. A velocidade terminal é inversamente proporcional à raiz quadrada da secção transversa de um objecto esférico, que é uma medida da resistência experimentada durante o movimento no ar.

Repare-se que Aristóteles acha natural que os corpos mais pesados caiam mais rapidamente do que os mais leves não só no ar como também no vazio, mas encontra logo aí uma questão: «porque deve um corpo [, no vazio,] ser mais rápido do que o outro?». Não encontra nenhuma boa razão para tal e, com base neste paradoxo, conclui um pouco mais adiante que não existe vazio. É o «horror ao vácuo» dos antigos! Um tal horror ajudaria de resto, segundo alguns seguidores de Aristóteles, a explicar a queda dos graves no ar:

quando uma pedra cai tenderia a criar vazio atrás de si e, como a natureza tem repulsa pelo vácuo, o ar precipitar-se-ia rapidamente atrás da pedra, impulsionando-a na sua queda. A pedra grande criaria momentaneamente um vazio maior caindo por isso mais depressa. Esta explicação está basicamente errada, mas uma pedra pesada chega ao chão primeiro do que uma pedra leve (semelhante) devido apenas à diferente resistência experimentada durante o movimento. A pedra maior, que experimenta a maior força de resistência, chega primeiro ao solo. Acontece que uma pedra maior tem maior velocidade terminal e quanto maior for a velocidade terminal mais depressa a pedra cai. O peso de uma esfera, que aparece em numerador na expressão da velocidade terminal, aumenta com o cubo do raio ao passo que a secção transversa, que aparece em denominador, aumenta tão só com o quadrado do raio (ver fórmula da velocidade terminal mais adiante).

Foi o italiano Galileu Galilei quem insistiu na afirmação de que não existe nenhum motivo válido para que um corpo no vazio seja mais rápido do que outro. Por volta de 1509, num manuscrito em latim só bastante mais tarde publicado, Galileu, sem piedade para com o sábio grego, escreveu o seguinte:

«O ridículo da opinião de Aristóteles é mais claro do que a luz. Quem vai acreditar, por exemplo, que se duas esferas de chumbo forem largadas da órbita da Lua, sendo uma cem vezes maior do que a outra, a maior chegue à Terra numa hora, enquanto a menor leva cem horas no seu movimento? Ou se duas pedras forem lançadas ao mesmo tempo de uma torre alta, tendo uma o dobro do tamanho da outra, quem vai acreditar que a mais pequena vá a meio do caminho quando a grande está a chegar ao chão?»

Galileu usa um «truque» muito do gosto dos físicos modernos e que consiste em exagerar ao extremo uma dada situação para a tentar compreender melhor. Efectua experiências mentais de queda das pedras desde a Lua (situada no espaço exterior, onde não há ar) até à Terra. Embora o essencial do raciocínio

galilaico esteja certo, isto é, as pedras de diferentes tamanhos caem ao mesmo tempo no vazio e quase ao mesmo tempo do alto de uma torre como a de Pisa, existe nele uma imprecisão quantitativa. Com efeito, o tempo de queda de qualquer pedra desde a Lua (inclusive da própria Lua) não é 1 hora nem 100 horas mas sim 5,3 dias, isto é, 127 horas. Para se calcular esse tempo tem de se considerar a variação da aceleração com a distância à Terra, ao contrário do cálculo para a queda perto da Terra, no qual se toma a aceleração constante. No «Diálogo sobre duas ciências novas» (publicado em 1638), o personagem Salviati, que se identifica com as posições de Galileu, comenta uma afirmação de Aristóteles que nunca foi efectuada na precisa forma em que é referida:

«— Simplicio — A sua discussão é deveras admirável; no entanto acho difícil de acreditar que uma lágrima de pomba se mova com a mesma velocidade de uma bala de canhão.

— Salviati — Pode mesmo dizer um grão de sal e uma mó de moinho. Mas, Simplicio, espero que não siga o exemplo de muitos outros que desviando a discussão do objectivo fundamental atacaram uma afirmação minha a que faltava um cabelo de verdade, e sob este cabelo quiseram esconder um erro de um outro, do tamanho de uma corda de um barco. Aristóteles afirmou: uma bola de ferro de cem libras, caindo de uma altura de cem cúbitos, chega ao chão antes que uma bola de uma libra tendo caído de um simples cúbito. Eu digo que chegam ambas ao mesmo tempo. Descobre, se fizer a experiência, que a maior precede a menor de dois dedos; isto é, quando a maior bate no chão, a outra está ainda acima dois dedos. Não pode meter nestes dois dedos os noventa e nove cúbitos de Aristóteles».

O texto, desta vez escrito em italiano escorreito para toda a gente e não apenas em latim hermético para alguns, é magnífico, tanto pelo sentido poético como pelo rigor da invocação da experiência. Contudo, nem o exemplo preciso da «bola de ferro de cem

libras» se encontra em nenhuma obra de Aristóteles nem Aristóteles na sua «física qualitativa» usava equações e quantidades numéricas, pelo que a «citação» que dele faz Galileu não é literal (a técnica de colocar na boca do opositor afirmações que ele não proferiu é ainda hoje bastante usada...). Por outro lado, Salvati manda fazer a experiência da queda das bolas de ferro (de 100 e 1 libra, com 1 libra = 0,454 kg) da «altura de cem cúbitos» (1 cúbito = 0,66 m) mas não é claro se Galileu a fez de forma rigorosa. Pelo contrário, é totalmente falso que Galileu tenha realizado, perante uma numerosa e distinta audiência, uma «experiência crucial» de queda dos graves do cimo da Torre de Pisa (cuja altura total é 56 m e não 100 cúbitos = 66 m). Essa história parece ter sido inventada tardiamente por um discípulo que pretendia aumentar a glória do mestre. Não se encontrou nenhum relato contemporâneo do acontecimento, nem mesmo nos escritos do próprio Galileu. No entanto, Galileu deve ter realizado, sem assistência, experiências de queda dos graves em pequena escala, que o levaram a concluir que é pequena a diferença de tempos de queda de objectos de tamanho diferente, traduzida nos tais «dois dedos» (1 dedo deve ser 1 polegada = 2,75 cm). Galileu não refere mas devia ter conhecimento de experiências anteriores que consistiram no lançamento de uma certa altura de bolas de diferentes pesos e cujos resultados foram devidamente anotados e comentados (por Simão Stevin, por exemplo).

Galileu defende pois que corpos desiguais caem no ar quase ao mesmo tempo e considera essa invariância aproximada do tempo de queda mais importante do que a evidência empírica segundo a qual os corpos mais pesados demoram menos tempo a cair. Ele está, de resto, bem consciente do papel desempenhado pela resistência do ar, que é até explicitado em «De Motu», mas pensa que esse papel é mais accidental do que essencial. O texto que se segue, extraído dessa obra, embora confuso, fornece uma descrição qualitativa da queda de um grave no ar (o grave

primeiro acelera e depois atinge uma velocidade constante):

«(...) se observarmos um objecto não particularmente pesado a cair de uma certa altura, tal como uma bola de lã, uma pena ou algo de semelhante, veremos que ele se move de início lentamente, mas que pouco depois passa a ter movimento uniforme. A razão por que tal acontece de forma mais clara para as coisas mais leves é que as coisas, quando se começam a mover, sofrem uma força contrária, de grandeza igual ao seu próprio peso. Se as coisas forem pouco pesadas então a força contrária será pequena, sendo esta força rapidamente anulada; e quando é anulada, o objecto passará a andar com movimento uniforme. É mais fácil observar a uniformidade do movimento de uma coisa que se mova devagar do que de uma coisa que cai muito rapidamente. Mas uma vez que a força contrária a vencer na queda de coisas pesadas é enorme, é necessário um grande intervalo de tempo para a anular; nesse tempo, uma vez que elas se movem muito rapidamente, descerão um espaço grande. Como não temos à disposição os ditos grandes espaços nos quais os corpos pesados deviam ser largados, não admira que se uma pedra cair apenas da altura de uma torre pareça acelerar durante todo o tempo até chegar ao chão, uma vez que este espaço e tempo pequenos não serão suficientes para anular toda a força contrária.»

É errado que a «força contrária», que traduz a resistência do ar, seja de início igual ao peso. De início é nula, se o corpo partir do repouso; passa a ser muito pequena quando o corpo se passa a mover e fica igual ao peso, sempre constante (despreza-se a variação da aceleração da gravidade com a altura, por ser insignificante), quando se atinge o regime de velocidade terminal. Mas o tempo que demora a atingir a velocidade terminal é, de facto, maior para os corpos grandes. Por isso é que corpos pesados, quando largados do cimo de uma torre baixa, não chegam a atingir a velocidade terminal.

Um corpo em queda livre no ar sofre uma força total não nula (e, portanto, acelera) até



atingir a velocidade terminal, altura em que passa a mover-se com velocidade constante. Na verdade, o corpo está sempre a acelerar, embora a aceleração seja cada vez menor. Não há, de facto, um instante preciso para o qual se possa dizer que se estabeleceu o regime de movimento uniforme, embora se possa indicar a ordem de grandeza de tempos para a qual se dá uma certa mudança de comportamento cinemático. Numa primeira fase do movimento, podemos dizer que todos os corpos se comportam mais ou menos como no vazio, aumentando a sua velocidade mais ou menos da mesma maneira (a derivada da velocidade é praticamente a aceleração da gravidade terrestre para todos, uma vez que a aceleração devida à força de resistência do ar é comparativamente muito pequena). Essa é a região que podemos denominar de «galilaica». Numa segunda fase do movimento, os corpos mantêm velocidades constantes, conforme pretendia Aristóteles, variando essa velocidade conforme o tamanho do corpo. Essa é a região que podemos apelidar de «aristotélica». A transição entre as duas fases é mal definida. Convencionalmente, considera-se que a primeira dura durante um tempo que é obtido dividindo a velocidade terminal pela aceleração da gravidade.

A fig. 1 pode ajudar a esclarecer o parágrafo anterior. Mostra o gráfico da velocidade em função do tempo para três corpos 1, 2 e 3.

O corpo 1 não sofre resistência do ar, ao contrário dos corpos 2 e 3. O corpo 2 é uma esfera de ferro com massa 100 vezes maior

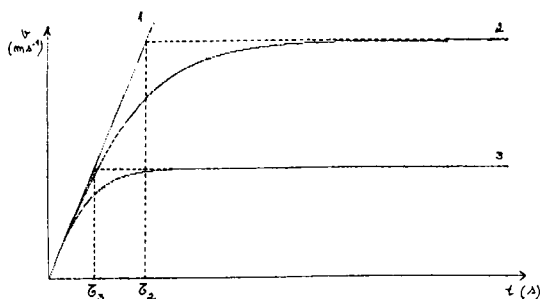


Fig. 1 — Velocidade em função do tempo para a queda de 3 esferas de ferro, 1, 2 e 3. A esfera 1, não sofre resistência do ar. As esferas 2 e 3 são de ferro, tendo 2 uma massa de 45,4 kg e 3 uma massa de 0,454 kg.

do que 3, que é uma esfera do mesmo material com 0,454 kg.  $\tau$  é o tempo que demora a alcançar o regime de velocidade terminal. Este tempo é bem menor para o corpo 3. A partir de  $\tau_3$  ( $\tau_3 = 8,89$  s) o corpo começa a comportar-se como objecto «aristotélico» mas, se a esfera for largada do cimo da torre de Pisa, chega ao solo ao fim de 3,42 s e esse regime nunca é atingido, caindo o corpo como objecto «galilaico». O corpo 2, por seu lado, tem  $\tau_2 = 19,24$  s.

Salientar a primeira ou a segunda fase do movimento depende da respectiva importância relativa num dado contexto particular. Se lançarmos uma pena ou um balão do cimo de uma torre de 56 m verificamos que eles entram passado pouco tempo (e, portanto, depois de percorrerem uma distância pequena) no regime de velocidade terminal, pelo que se trata de objectos «aristotélicos» (por «pouco tempo» e «distância pequena» entendem-se respectivamente tempos e distâncias muito menores que os tempos e as distâncias totais observadas). Uma tal queda pode ser filmada com uma câmara de vídeo doméstica, sendo o movimento uniforme conhecido com o auxílio de um relógio e de uma fita métrica. Uma galinha ou uma bola de chumbo, pelo contrário, demoram mais tempo a entrar no referido regime, podendo nem sequer chegar a entrar nele, ao cair de uma torre como a de Pisa, pelo que são objectos «galilaicos». Já serão objectos «aristotélicos» se forem lançados do cimo do «Empire State Building» (380 m), em Nova Iorque...

Galileu coloca a ênfase na invariância que consiste no facto de todos os corpos terem aproximadamente a mesma aceleração quando começam a cair — a aceleração da gravidade determinada pela massa e tamanho do planeta onde vão cair. A invariância que consiste no facto de todos os corpos, passado o tempo suficiente, caírem com velocidade aproximadamente constante é diminuída pelo facto de essa velocidade variar de objecto para objecto. A física, nascida com Galileu, prefere concentrar-se nas invariâncias que têm um carácter mais geral.

É pertinente, porém, a questão de saber se uma bola de ferro 100 vezes maior do que outra de 1 libra chega ao chão apenas distanciada de «dois dedos» quando cai do cimo de uma torre como a de Pisa. Para isso e na impossibilidade de efectuar «in loco» a experiência atribuída a Galileu, podem ser úteis simulações computacionais simples. O programa PISA foi realizado neste espírito, destinando-se a permitir que os alunos larguem do cimo de uma torre de Pisa virtual várias bolas, sendo duas de tamanhos diferentes sujeitas à resistência do ar e uma outra, de referência, numa situação ideal de queda no vazio (ver Fig. 2). Esta torre computacional é, pois,

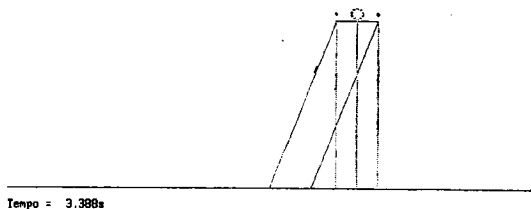


Fig. 2 — Ecrã do programa PISA correspondente ao lançamento de 3 esferas 1, 2 e 3. A esfera 1, pontual, não sofre resistência do ar.

uma torre «mágica» de onde se podem fazer experiências «mágicas» de física, experiências que nem Galileu poderia ter feito por serem impossíveis na prática.

Vejamos os cálculos realizados no programa PISA. Para um objecto esférico não muito pequeno, tal como uma bola de ferro de uma ou cem libras, a força de resistência do ar ( $F_r$ ) à sua queda é dada por

$$F_r = -B v v, \text{ com } B = 1/4 \rho_{ar} \pi r^2.$$

A velocidade terminal desse objecto determina-se igualando os valores do peso,  $mg$ , e da força resistente,  $Bv^2$ . Portanto,

$$v_t = \sqrt{mg / B}$$

Basta dar a massa e o raio da bola para se obter  $v_t$ .

A simulação computacional realizada no programa PISA actualiza em cada instante  $t$  os valores da velocidade e da posição das bolas a partir dos respectivos valores iniciais do seguinte modo

$$v_{n+1} = v(t_n) = v_n + a_n \Delta t,$$

$$\text{com } a_n = (g - Bv^2/m) = g [1 - (v/v_t)^2]$$

$$x_{n+1} = x(t_n) = x_n + v_{n+1} \Delta t$$

com  $\Delta t$  um intervalo de integração muito menor que o tempo total de queda, e  $t_n = t_0 + n\Delta t$ .

Consideremos o exemplo das 3 bolas da Fig. 1, que corresponde à situação pensada por Galileu. A bola 2, de 100 libras, tem massa 45,4 kg. Como a massa volúmica do ferro é 7870 kg/m<sup>3</sup>, ela tem, por isso, 11,1 cm de raio. A bola 2 tem massa 0,454 kg e raio 2,4 cm. A velocidade terminal de 2 é  $v_{t2} = 188,57$  m/s, sendo  $v_{t3} = 87,22$  m/s para a esfera 3.

A bola 2 cai do cimo da torre de Pisa (56 m) ao fim de 3,388 s. A bola 3 cai ao fim de 3,421 s. A distância entre as bolas 2 e 3 quando 2 chega ao chão é 1,038 m, muito mais do que os «dois dedos» de Galileu, mas pequena se comparada com a altura da torre. A bola 1, sem resistência do ar, cai da mesma altura num tempo de 3,379 s. As bolas 2 e 3 são objectos «galilaicos», como se podia já ver na Fig. 1.

Note-se que este problema a uma dimensão tem solução analítica conhecida

$$v = v_t \operatorname{th} (t/\tau)$$

$$x = v_t^2/g \log [\cosh (t/\tau)]$$

com  $\tau = v_t/g$ , o tempo que demora a chegar ao regime de velocidade terminal.

Essa solução pode servir para verificar neste caso a acuidade da técnica de integração numérica. No entanto, a duas dimensões o problema da queda de um projectil com resistência do ar deixa de ter solução analítica, sendo inevitável o recurso ao cálculo numérico.

O programa PISA permite que alunos que ainda não têm conhecimentos especializados de matemática se apercebam facilmente do efeito, qualitativo e quantitativo, que tem a resistência do ar, essencial ao pensamento aristoteliano, mas quase sempre ignorada nos manuais escolares. Pode o aluno, em vez das bolas de ferro, deixar cair vários outros objectos de massa e tamanhos diferentes no computador (bolas de pingue-pongue, balões de ar, etc.) e descobrir objectos que sejam «aristotélicos». Pode ainda «mergulhar» a torre de Pisa na água ou ensaiar outras proezas que ocorram à sua imaginação.

#### BIBLIOGRAFIA

- J. BISQUERT, P. RAMÍREZ, A. BARBERO e S. MAFÉ — «A classroom demonstration on air drag forces», *Eur. J. Phys.* **12** (1991), 249.  
 B. COULTER e C. ADLER — «Can a body pass a body falling through air?», *Am. J. Phys.* **47** (1979), 841.

- C. FIOLHAIS — «Física Divertida», Gradiva, Lisboa, 3.<sup>a</sup> edição, 1992.  
 A. FRENCH — «Newtonian mechanics», Norton, Nova Iorque, 1971.  
 M. S. GREENWOOD, C. HANNA e J. MILTON — «Air resistance acting on a sphere: Numerical analysis, Strobe photographs and videotapes», *The Phys. Teac. Mar.*, 1986, 153.  
 W. HUBIN — «The microcomputer in the undergraduate science curriculum», *Byte*, Jul., 1980, 174.  
 E. KINCANON — «Skydiving as an aid to physics», *Phys. Educ.*, **25** (1990), 267.  
 J. A. LOCK — «The physics of air resistance», *The Phys. Teac.*, Mar., 1982, 158.  
 F. WEICHMAN e B. LAROCHELLE — «Air resistance», *The Phys. Teac.*, Nov., 1987, 505.

Os textos transcritos (numa tradução que procurou adoptar a linguagem moderna) foram extraídos de:

- L. COOPER — «Aristotle, Galileo, and the Tower of Pisa», Kennikat Press, Port Washington, 1935.

Que contém vários textos originais sobre a queda dos graves.

## Re-estruturação da Sociedade Europeia de Física

Está em curso um amplo movimento europeu para a re-estruturação profunda da Sociedade Europeia de Física. Pretende-se criar as condições financeiras, de representatividade e os novos meios de acção, para que a EPS possa desempenhar um papel representativo na Europa, em consonância com a real importância que a Física tem nos domínios científico, tecnológico, educacional e cultural.

O assunto foi já discutido em profundidade numa reunião alargada do Council da EPS, realizada no mês de Abril em Atenas. Pela sua importância e implicações futuras para as Sociedades Nacionais de Física, sócios individuais da EPS e mesmo os sócios ordinários das Sociedades Nacionais, transcreve-se na íntegra um resumo dos pontos abordados na reunião de Atenas (*Europhysics News*, **23**, 1992):

mittee's response to a mandate given by Council in 1991 to propose a scheme whereby all members of national societies (NS) would be directly affiliated to EPS. The document had already been circulated for comment to the NS and to EPS bodies.

Council endorsed the proposals. The executive Committee will now seek further input to better define some specific points, notably finances and ways to "homogenise" items such as the categories of NS members involved and representation of the Divisions, NS and individual members on Council and on the Executive Committee. The aim is to develop an implementation plan for formal approval at the '93 Council.

#### Purpose and Role

The main purpose of the proposed restructuring is to increase the Society's visibility and influence by having the roughly 55 000 individual members declared at present by NS become EPS members.

#### Towards a New Structure for EPS

We give here a summary of the restructuring document *A New EPS Structure* that was discussed by Council last month. It is the Executive Com-

The Divisions and Committees would then operate from a greatly enlarged and financially sound base.

The Society's tasks in complementing national activities at the rapidly broadening European level would be to:

- foster Division and Committee activities;
- stimulate cooperation (east-west, north-south, Pacific rim-USA, physics-industry, physics-academic community);
- present itself and act as the European physics community's representative *vis-à-vis* international agencies;
- better act as a forum for analysing International facilities for physics;
- gather and distribute information at the European level on all aspects of physics;
- help ensure the equivalence of European standards of education, qualifications and training;
- increase its rôle as a publisher in association with national societies if appropriate, and as an advisor.

### New Structure

Each national society would become a "full membership society" (FMS) by registering members (the classes, *eg.*, teachers, students, *etc.*, have yet to be defined) as individual members of EPS, and by providing the names of members with their interests in respect to Divisions and committees to EPS for internal use. Each member would:

- receive *Europhysics News* and the usual IOM benefits;
- be eligible to belong to all EPS bodies;
- be represented in Council *via* the NS, the Divisions and maybe directly.

A special membership category corresponding in spirit and representation to the present IOM's would be created, and fee income earmarked for specific initiatives with the Society.

### Financing the New Structure

The proposed restructuring aims to reduce the difference in fees per member between large and small NS while providing strong and stable financing. The changeover to a fully FMS configuration — which could occur gradually and with no major change in by-laws — would involve each NS paying an EPS fee (essentially today's unit fee) for every member registered with EPS. There would be a fee reduction above a certain number of members to allow for redundancy where large societies provide some EPS services. Levels of 5000 and 10 000 members were suggested so this would only affect the Institute of Physics (UK) and the German Physical Society.

Well-defined projects requiring capital investment would be submitted to tender to NS, to foundations with interests in physics, and to commercial organizations.

The new structure corresponds to a change in the Society's income of +70 to -280 kSFR. The estimated range is large as there are many considerations which still need to be clarified. Both limits are 70 kSFR less than those given in the restructuring document where income from east and central Europe and the former Soviet Union was counted twice by mistake. The limits assume:

a) *Fee income*: Associate Members — contributions unaffected. Individuals and NS-IOM fees of 212 kSFR (3932 IOM's) + NS fees of 414 kSFR (for 56 540 NS member declared to EPS) = 626 kSFR change to FMS fees of 658 kSFR for 56 540 registered members. The 56 540 membership is an average of the current declared number (54 807) with a revision upwards based on a survey by The Netherlands Physical Society. The net increase of 32 kSFR assumes a FMS fee corresponding to 50 % of the proposed unit fee (13.50 SFR) for more than 10 000 members. More precise estimates must allow for: possible reductions in the 10 000 limit, deferral of fee payments by NS in east and central Europe and compensating contributions by other NS, and growth in registered members above the 56 540 level being offset by a fall-off in NS membership stemming from a possible increase in the NS fee if NS choose to modify their fees on becoming FMS.

Supporting members — that 10-50 % of today's IOM's together with all of the present IOM's not affiliated to NS (Cat. 4a) would contribute 20-100 kSFR in total.

b) *Europhysics News*: that the net cost of *Europhysics News*, including a major part of the costs for communicating with members and the enlarged Divisions, will increase by 200 kSFR for the production and bulk distribution of 60 000 copies of the present publication to NS for local distribution. This increase allows for increased income from advertising, subscriptions and bulk orders.

c) *Administration*: that possible savings in administering IOM memberships of 90 kSFR may be completely offset by the need to increase support for Divisions.

d) *Growth*: that the Society's income outside *Europhysics News* and FMS fees would grow by 5-10 %.

### O apoio aos estágios da licenciatura em Ensino de Física e Química na Universidade de Évora

O artigo do Secretário Geral da S.P.F., Doutor Matos Ferreira, com que a *Gazeta de Física* de Junho de 1991 abriu as suas páginas, conseguiu transmitir uma série de preocupações que são comuns a muitos sócios e veio abrir também perspectivas à concretização de um debate sobre problemas constantes dessas preocupações.

Concordante em muitos dos aspectos com a opinião do nosso colega, tencionei responder, de imediato, ao apelo implícito nas suas palavras, no que respeita à divulgação do que cada um de nós faz nos seus locais de trabalho. Todavia, o final do passado ano lectivo e o início do presente foram de tal modo sobre-carregados de tarefas — burocráticas, umas, docentes, outras — que praticamente inviabilizaram a concretização do meu desejo, nessa altura.

Mas como, infelizmente, o apoio aos estágios pedagógicos continua a ser matéria polémica entre os docentes universitários de Física — e acrescentei o «infelizmente», porque souo, há dois anos, com grande insistência, a notícia da saída, para breve, de alterações profundas, a nível nacional, saída essa que ainda não se concretizou — venho dar conta, no presente artigo, de algumas das ideias que têm presidido à minha actuação neste campo.

Encarregada pela primeira vez, em 1985, de prestar apoio científico, em Física, a dois núcleos de estágio da licenciatura em E.F.Q., tenho continuado esse apoio, ao longo dos anos, estejam ou não os dois núcleos ligados à mesma escola secundária, pertençam ou não as duas escolas secundárias à cidade de Évora. Devo, no entanto, informar desde já que, embora as ideias base sobre o objectivo do estágio pedagógico na formação inicial dos docentes de Físico-Químicas se mantenham, a metodologia que visa a prossecução desse objectivo tem sofrido alterações ao longo dos anos, resultante da experiência acumulada.

Admito, pois, que outras alterações possam vir a melhorar o esquema apresentado, sobretudo se as colegas e os colegas que ocupam, noutras universidades, cargos semelhantes, forem suficientemente gentis para se darem ao trabalho de relatar a sua própria experiência.

### A licenciatura em Ensino de Física e Química na Universidade de Évora

Na Universidade de Évora são ministradas licenciaturas em Ensino, ditas «integradas». Significa isto que os *curricula* destas licenciaturas incluem desde o 1.º ano disciplinas da área das Ciências da Educação.

No último ano da licenciatura em E.F.Q., ou seja o quinto, existe apenas uma cadeira (História das Ciências) no 1.º semestre, visto ser o ano de estágio, feito em escolas secundárias oficiais. Mesmo assim, há queixas de que o estágio é muito absorvente e não devia haver mais nenhuma actividade escolar sujeita a avaliação.

### O estágio pedagógico da licenciatura em E.F.Q.

Durante o ano de estágio a/o futura/o licenciada/o em E.F.Q. é apoiada por quatro docentes: a/o docente da escola secundária encarregada/o do núcleo de estágios (normalmente constituído por quatro estagiárias/os, muito excepcionalmente por cinco) e três docentes da Universidade, respectivamente do Departamento de Física, do Departamento de Química e do Departamento de Pedagogia. É costume designar-se por «apoio científico» o apoio prestado pelas/os docentes universitárias/os e por «apoio pedagógico» o da/o docente da escola secundária. É controversa esta distinção pois nem a/o docente do ensino secundário deve eximir-se ao rigor dos conceitos exigido pelo ensino da Física e da Química, nem as/os docentes da Universidade podem abdicar das suas próprias ideias sobre Pedagogia. Mas, enfim, ao longo da orientação dos estágios cada uma/um lá vai tentando respeitar esta separação, pondo mais a tónica no rigor dos conceitos científicos, ou dando mais atenção à prática pedagógica.

Sem ter chegado a existir um estatuto da Comissão Coordenadora de Estágios Pedagógicos em que as atribuições de cada interveniente no processo de estágios estivessem bem definidas, tem ficado ao critério das/os docentes responsáveis pela orientação dos estágios, em cada ano, as normas orientadoras dessa actividade.

Um motivo de heterogeneidade, que se verifica de ano para ano, é a constante flutuação, quer de docentes e escolas de ensino secundário, quer das/os próprias/os docentes universitários. As razões, quanto ao ensino secundário, da fuga a estas funções, são por demais conhecidas para não ser necessário estar a apontá-las. E, no ensino universitário, não se afastam muito das outras... A heterogeneidade acima referida constitui um dos muitos problemas com que se debate quem está ligada/o à formação inicial de professoras/es do ensino secundário. Mas não é destes, mas doutros que me proponho falar aqui, nomeadamente sobre a maneira mais eficaz de prestar apoio científico ao/à futuro/a professor/a.

#### O papel do orientador científico

Nos meus primeiros anos desta actividade, considerava muito importante a assistência às aulas dadas pelas/os estagiárias/os, seguidas de discussão com o núcleo.

Outro aspecto que sempre mereceu particular atenção foi a informação de bibliografia, particularmente revistas e dos locais onde estas se encontram para consulta. Esta informação era, muitas vezes, acompanhada de fotocópias tiradas em Lisboa (F.C.L., F.C.T.U.N.L., L.N.E.T.I.) de revistas não existentes na Universidade de Évora. Alguns títulos que me ocorrem: *Physics Education* (só recentemente existe em Évora), *The Physics Teacher*, *European Journal of Physics*, *Sun World*, *Alternative Sources of Energy*, *Systèmes Solaires*. No que se refere aos problemas do ambiente, da economia de energia e da utilização de energias alternativas, procurei sempre sensibilizar as/os futuras/os professoras/es.

Também a realização de conferências mensais me tem merecido particular atenção; proferidas por personalidades com destaque na sociedade portuguesa, ligadas ao meio universitário, umas, conhecedoras dos problemas da Indústria ou da Energia, outras, mas todas com forte pendor pedagógico, tiveram como principal objectivo dar a conhecer ao/à futuro/a professor/a, por um lado, os projectos de desenvolvimento em curso no nosso país, por outro, os locais onde se desenrolam actividades de importância para o nosso desenvolvimento. Procura-se, deste modo, quebrar o isolamento que, eventualmente, possam vir a ter quando colocados nas escolas do interior do país.

Desde 1985, têm-se deslocado à Universidade de Évora e falado para as/os estagiárias/os personalidades como os professores Doutor J. P. Peixoto (F.C.L.), Doutor Leopoldo Guimarães (F.C.T.U.N.L.), Doutora Maria Ondina Figueiredo (I.I.C.T.), Doutor Collares Pereira (L.N.E.T.I.), Engenheiro Mário Garcia (D.G.E.), Engenheiro Fernando Branco e Doutor Arnaldo Silvério (L.N.E.C.), entre outros. Também no aspecto mais especializado do Ensino da Física e com o objectivo de envolver as/os estagiárias/os em experiências pedagógicas recentes, promovi a deslocação à Universidade de Évora das professoras Doutora Marília F. Thomaz e Nilza Vasconcelos da Universidade de Aveiro e da Dr.<sup>a</sup> Maria Manuela da Costa Rosa, da Escola Secundária Sebastião e Silva de Oeiras.

Nem sempre foi fácil conseguir financiamento para as referidas deslocações; e, por mais de uma vez, fiquei a dever à generosidade e ao empenhamento dos conferencistas a não desistência da sua valiosa colaboração...

Um outro aspecto da formação das/os estagiárias/os que, de ano para ano, foi recebendo crescente contestação, prende-se com a execução de uma pequena monografia. Tendo vesificado, ao longo da docência na Universidade, que a maior parte dos estudantes da liceiatura em E.F.Q. não se encontram em condições de assimilar e sintetizar artigos científicos publicados em inglês ou em francês;

por entender que o principal objectivo da formação inicial das/os professoras/es é desenvolver-lhes o gosto pela pesquisa bibliográfica com vistas a uma permanente actualização dos seus conhecimentos científico-pedagógicos; por estas e outras razões que omitirei para não alargar mais o presente artigo, pareceu-me de grande utilidade incluir, no ano de estágio, a elaboração de um pequeno trabalho sobre um artigo escolhido pela/o estagiária/o. Para aumentar as possibilidades de escolha, entregava fotocópias que obtinha em Lisboa (ou do L.N.E.T.I. ou da Faculdade de Ciências ou da F.C.T.U.N.L.) de revistas que não existiam na biblioteca da Universidade de Évora. O conjunto de revistas compreendia títulos como os que foram já enunciados. O trabalho compreendia duas fases, ou seja, uma tradução prévia seguida de uma síntese. No caso de um mesmo artigo ter sido escolhido por mais do que um/a estagiário/a, a tradução podia ser feita em grupo; quanto à síntese, deveria ser individual. Nos dois últimos anos substituí este trabalho por um outro que me pareceu mais adequado às circunstâncias actuais e que consistiu no seguinte: perante a pergunta de uma criança, na aula, sobre como funciona determinado objecto, produto de novas tecnologias, encontrar a resposta simples e adequada ao nível etário da criança. Como tema, poderia ser, por exemplo, a explicação de um holograma, visto que, já há cromos e autocolantes que utilizam essa técnica. No ano seguinte aceitei que o tema fosse sugerido por cada estagiária/o com base na realidade concreta das suas aulas.

No presente ano lectivo, porém, por decisão da comissão de estagiários de Física e Química na qual estão representados/as os/as alunos/as, foi posto termo a todo o tipo de actividades que não fosse a preparação das lições e a actividade da escola. O argumento principal que fundamentou esta decisão foi a falta de tempo. Na minha opinião, essa falta de tempo resulta, por um lado, da insuficiente preparação em Física, Química e Matemática resultante do curriculum actual, por outro, da falta de motivação para um empenhamento

total numa profissão cujas condições de trabalho e de progressão na carreira continuam à espera de uma solução justa e decente, por parte do M.E.

Findo que foi o relato, mais ou menos sintético, da minha actuação como orientadora científica (Física) de núcleos de estágio, resta-me completar uma afirmação feita no início deste último item. Com efeito, ao longo dos anos, a minha opinião foi-se modificando e, neste momento, não considero necessária a minha presença nas aulas dadas pelas/os estagiárias/os. Nos dois últimos anos substituí este tipo de apoio por um outro que me parece mais vantajoso para o/a estagiário/a: a conversa, a sós, com cada um/a sobre os temas que vão ensinar nas aulas. Ainda que me seja afirmado que não há quaisquer dúvidas sobre o assunto, apresento questões, colocando-me, por vezes, no papel da criança na aula. Este tipo de conversa não exclui as reuniões quinzenais com o núcleo todo, seja na escola secundária, seja na Universidade. E, como todos/as colegas que me lêem muito bem sabem, nunca há falta de assunto para estes encontros...

Maio de 1992.

MARIA AMÉLIA CUTILEIRO ÍNDIAS  
Professora Associada — Universidade de Évora

\*

#### Quotas da SPF

*Prezado sócio: se ainda não pagou as suas quotas para o ano de 1991 e 1992, agradecemos que o faça o mais rapidamente possível junto da respectiva Delegação.*

*Assegurará desta forma melhores condições para o planeamento e expansão das actividades da Sociedade, bem como a recepção regular da Gazeta de Física.*

*Quotas: não estudantes ... 2000 Escudos  
estudantes ..... 750 Escudos*

## Delegação Regional do Norte

### Olimpíadas de Física

Sob a responsabilidade da Direcção Regional realizaram-se as provas regionais das Olimpíadas de Física nos dias 7 e 8 de Maio, na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, com os seguintes resultados:

9.º ano: 1.º lugar — *Escola C + S de Paços de Brandão*.

2.º lugar — *Escola Secundária Infante D. Henrique* (Porto).

3.º lugar — *Escola Secundária Francisco de Holanda* (Guimarães).

Prova de Criatividade: *Escola Secundária António Sérgio* (N. N. Gaia).

11.º ano: 1.º lugar — *Escola Secundária Augusto Gomes* (Matosinhos).

2.º lugar — *Escola Secundária Eça de Queirós* (Póvoa de Varzim).

3.º lugar — *Escola Secundária Dr. Manuel Gomes de Almeida* (Espinho).

Prova de Criatividade: *Ext.º N.º S.º Perpétuo Socorro* (Porto).

## Delegação Regional de Coimbra

### Acções de Divulgação

Realizaram-se as seguintes Acções de divulgação destinadas a alunos e professores do ensino secundário:

«*Origem e evolução do Universo*», pelo Prof. Dr. Manuel Fiolhais, na Escola Secundária de Anadia e na Escola Secundária Dr. Serafim Leite, S. João da Madeira, em 17/1/92; na Escola Secundária Alves Martins, Viseu, e na Escola Secundária da Sé, Lamego, em 28/1/92; na Escola Secundária de Oliveira do Bairro e na Escola C + S da Tocha, no dia 7/2/92; na Escola Secundária de Montemor-o-Velho, em 18/3/92; e na Escola Secundária de Oliveira de Azeméis, em 9/4/92.

«*A luz e os nossos olhos*», pela Prof. Dr.ª Maria José Almeida, na Escola C + S de Cantanhede, em 11/2/92; e na Escola Secundária Raul Proença, Caldas da Rainha, em 19/3/92.

«*Física Divertida*», pelo Prof. Dr. Carlos Fiolhais, na Escola Secundária de Nelas e na Escola Secundária de Santa Comba Dão, em 14/2/92; na Escola Secundária de Castro Daire, em 22/2/92; e na Escola Secundária de Alcanena, em 11/3/92.

«*Lasers e Holografia*», pelo Prof. Dr. João de Lemos Pinto, na Escola Secundária Avelar Brotero, Coimbra, em 25/2/92; na Escola Secundária de Vila Nova de Foz Côa, em 12/3/92; e na Escola C + S de Penela, em 17/3/92.

«*Física e Desporto*», pela Prof. Dr.ª Maria Margarida Ramalho, na Escola Secundária de Ílhavo, em 26/2/92; na Escola C + S de Canas de Senhorim, em 17/3/92; e na Escola Secundária de Sta. Maria da Feira, em 10/4/92.

«*Movimentos na água e o levantar dos aviões*», pela Prof. Dr.ª Maria José de Almeida, na Escola Secundária Latino Coelho, Lamego, em 27/2/92; e na Escola Secundária n.º 1 de Ovar, em 31/3/92.

«*Os electrões e as propriedades dos materiais*», pela Prof. Dr.ª Maria José Almeida, na Escola Secundária de Celorico da Beira, em 13/3/92.

«*Teoria da Relatividade para os mais novos*», pela Prof. Dr.ª Maria Helena Caldeira, na Escola Secundária de Ílhavo e na Escola Secundária n.º 1 de Aveiro, em 18/3/92; e na Escola Secundária de Oliveira do Hospital, em 24/3/92.

«*Núcleo atómico: estabilidade e desintegração*», pelo Prof. Dr. Adriano Pedroso Lima, na Escola Secundária da Sé, Lamego, em 19/3/92; e na Escola Secundária de Anadia, em 25/3/92.

«*Física das partículas elementares*», pelo Prof. Dr. Manuel Fiolhais, na Escola Secundária Viriato, Viseu, em 9/4/92.

«*A natureza da luz*», pela Prof. Dr.ª Maria Helena Caldeira, na Escola Secundária Avelar Brotero, Coimbra, em 30/4/92.

### Olimpíadas Regionais de Física 92

Decorreram no passado dia 11 de Maio, no Departamento de Física da Universidade de Coimbra, as Provas Regionais das Olim-



piadas de Física / 1992, com o seguinte programa:

- 9h00 — Recepção das equipas participantes;
- 10h00 — Início das provas teórico-experimentais;
- 13h00 — Almoço;
- 14h30 — Provas de criatividade;
- 17h30 — Lanche, distribuição de prémios e encerramento.

Participaram nestas Olimpíadas 34 equipas do 9.º ano e 24 do 11.º ano em representação de 39 Escolas Secundárias e «C + S» da Zona Centro, a seguir indicadas:

*Escola C + S» da Murtosa (Murtosa), Escola «C + S» de S. Bernardo-Oliveirinha (Aveiro), Escola «C + S» da Sertã (Sertã), Escola Secundária da Covilhã n.º 3 (Covilhã), Escola «C + S» da P. da Serra (Pampilhosa da Serra), Escola «C + S» da Tocha (Tocha), Escola «C + S» de Santa Clara (Coimbra), Escola Secundária de Arganil (Arganil), Escola Secundária Infanta D. Maria (Coimbra), Escola Secundária J. Carvalho — N.º 2 Figueira da Foz (Figueira da Foz), Escola «C + S» da Guia (Lourical), Escola «C + S» de Castanheira de Pera (Castanheira de Pera), Escola «C + S» de Canas de Senhorim (Canas de Senhorim), Escola «C + S» de Repeses (Viseu), Escola Secundária de Castro Daire (Castro Daire), Escola Secundária de Águeda-Marques de Castilho (Águeda), Escola Secundária de Vagos (Vagos), Escola Secundária de A. Lusitano — Castelo Branco (Castelo Branco), Escola Secundária de N. Álvares — Castelo Branco (Castelo Branco), Escola Secundária B. Machado — N.º 1 Figueira da Foz (Figueira da Foz), Escola Secundária da Quinta das Flores (Coimbra), Escola Secundária de Aveiro — José Estêvão (Aveiro), Escola Secundária de Aveiro — N.º 1 (Aveiro), Escola Secundária de Aveiro — N.º 2 H. Cristo (Aveiro), Escola Secundária de Estarreja (Estarreja), Escola Secundária de Ovar — N.º 1 (Ovar), Escola Secundária do Fundão (Fundão), Escola Secundária D. Dinis — Pedrulha (Coimbra), Escola Secundária de Avelar Brotero (Coimbra), Escola Secundária de Mira (Mira), Escola Secundária de Montemor-o-Velho (Montemor-o-Velho), Escola Secundária José Falcão (Coimbra), Escola Secundária Afonso de Albuquerque (Guarda), Escola Secundária da Marinha Grande — N.º 1 (Marinha Grande), Escola Secundária de Abraveses-Viriato (Viseu), Escola Secundária Alves Martins (Viseu), Escola Secundária de Carregal do Sal (Carregal do Sal), Escola Secundária Emídio Navarro (Viseu), Escola Secundária de Nelas (Nelas).*

Os vencedores destas Olimpíadas Regionais foram:

#### *Provas teórico-experimentais*

9.º ano — *Escola Secundária Dr. Joaquim Carvalho*, formada pelos alunos:

Hugo Ramos  
Pedro Silveira  
João Ferreira.

11.º ano — *Escola Secundária n.º 1 de Ovar*, formada pelos alunos:

Carlos Miguel Ferreira Soares Borges  
Lopes  
Pedro Borges Vidal  
Orlando Miguel Pires dos Reis Moreira.

#### *Provas de criatividade*

9.º ano — *Escola Secundária D. Dinis de Coimbra*, com o trabalho «Maquete de uma Casa», formada pelos alunos:

Eugénio Filipe Teixeira Borges  
Sónia Pereira Santos  
Gabriel Afonso Ferreira Lopes.

11.º ano — *Escola Secundária Dr. Bernardino Machado da Figueira da Foz*, com o trabalho «Projecto Fénix», formada pelos alunos:

Micael Costa Parente  
Mário Nuno Campos de Oliveira  
Francisco Miguel Santos Mendes.

A Delegação de Coimbra da S.P.F. contou com o apoio e patrocínio das seguintes entidades: Departamento de Física, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Serviços Sociais e Reitoria da Universidade de Coimbra e Grádiva Publicações Lda.

Agradece-se ainda a colaboração prestada por docentes, investigadores e funcionários do Departamento de Física da Universidade de Coimbra que, com o seu empenho, muito contribuíram para o êxito desta organização. Especial referência deve ser feita aos elementos dos júris e a todos os que prepararam, acompanharam e corrigiram as provas.

## Conselho Directivo da SPF

### Novas Divisões Técnicas da SPF

Na sua reunião de 9 de Junho de 1992, a Comissão Directiva da SPF nomeou as primeiras Comissões Coordenadoras das Novas Divisões Técnicas da Sociedade — Física Atómica e Molecular, e Física dos Plasmas — que agora iniciam a sua actividade.

Nas secções seguintes apresentam-se os respectivos planos de actividades e a constituição das Comissões Coordenadoras nomeadas em 9.6.92.

### Divisão de Física Atómica e Molecular

A Divisão de Física Atómica e Molecular da S.P.F. foi aprovada na Assembleia Geral da Sociedade durante a Física-88 em Aveiro. Para iniciar algumas das actividades consideradas de interesse, um grupo de membros decidiu arrancar com os necessários contactos propondo a constituição de uma Comissão Coordenadora.

#### Objectivo

Agrupar os sócios da S.P.F. com interesses na área da Física Atómica e Molecular (F.M.A.) procurando estimular o interesse no desenvolvimento da investigação e do ensino, dinamizando ou apoiando para tal acções adequadas.

#### Plano de Actividades

- Apoio à organização da Conferência Nacional de Física na parte da F.A.M.
- Ligação com a Divisão de F.A.M. da E.P.S. (Sociedade Europeia de Física).
- Ligação com a divisão de Química-Física e Grupo de Espectrometria de Massa da S.P.Q. (Sociedade Portuguesa de Química).
- Divulgação de notícias e reuniões de interesse para os membros da Divisão.
- Coordenação da informação sobre instalações pesadas de investigação europeias no âmbito da F.A.M.

- Apoiar a organização de reuniões nacionais e internacionais.
- Fomentar a realização de um encontro a nível ibérico sobre F.A.M.

#### Comissão Coordenadora

Augusto M. C. Moutinho, F.C.T. (U.N.L.) — Coordenador;  
L. Chainho Pereira, U. Minho — zona Norte;  
António Varandas, F.C.T. (U.C.) — zona Centro;  
M.<sup>a</sup> Áurea Cunha, I.S.T. (U.T.L.);  
M.<sup>a</sup> Isabel Alves Marques I.S.T. (U.T.L.);  
M.<sup>a</sup> Luísa Carvalho, F.C. (U.L.).

### Divisão Técnica de Física dos Plasmas

#### Programa

- Apoiar a realização da «1993 E.P.S. Conference on Plasma Physics and Controlled Fusion».
- Incentivar a publicação de artigos científicos de Física de Plasmas nas revistas científicas portuguesas.
- Organizar colóquios e seminários.
- Colaborar com os restantes órgãos da SPF na realização de acções conjuntas.

#### Comissão Coordenadora

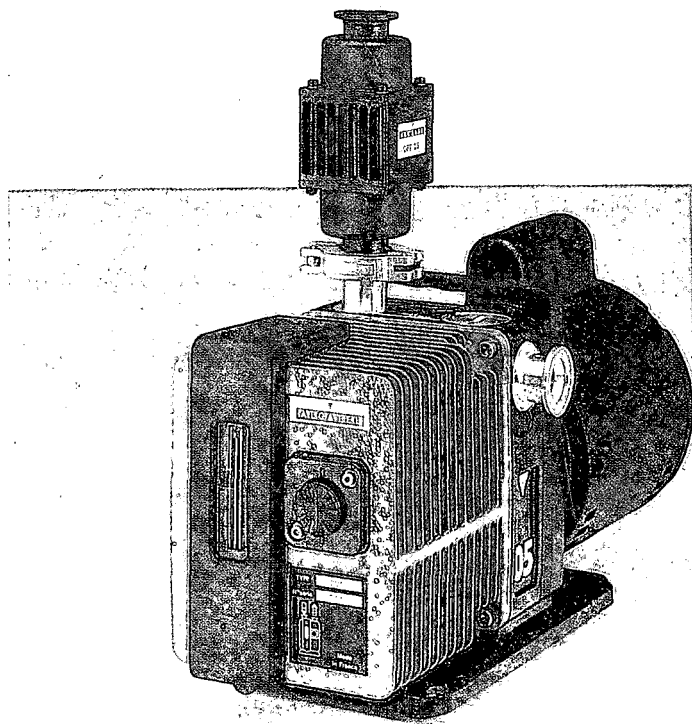
Carlos António Abreu Fonseca Varandas<sup>(1)</sup>  
I.S.T. (U.T.L.) — Coordenador;  
José Artur da Costa Cabral<sup>(2)</sup> I.S.T. (U.T.L.)  
— Vogal;  
Jorge Manuel Loureiro<sup>(3)</sup> I.S.T. (U.T.L.) — Vogal.

---

<sup>(1)</sup> Professor Associado do Departamento de Física do Instituto Superior Técnico (IST), e Investigador do Centro de Fusão Nuclear (CFN), Investigador do Centro de Electrodinâmica (CEL) e co-responsável pelo «Projecto IST-TOK».

<sup>(2)</sup> Investigador Coordenador do Instituto de Investigação Científica e Professor Catedrático do IST, Investigador e membro da Comissão Directiva do CFN, Director da Linha de Acção n.º 3 do CEL, «Chairman» da «1993 EPS Conference» e co-responsável pelo «Projecto IST-TOK».

<sup>(3)</sup> Professor Auxiliar do Departamento de Física do IST e Investigador do CEL.



**ALCATEL**

CIT

**INFORME-SE SOBRE AS  
NOVAS ROTATÓRIAS  
PASCAL  
DA ALCATEL.**

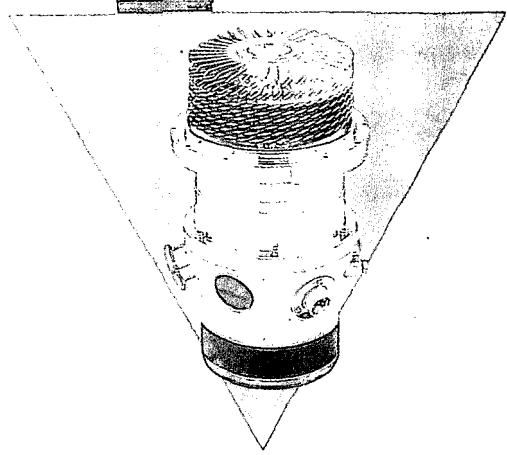
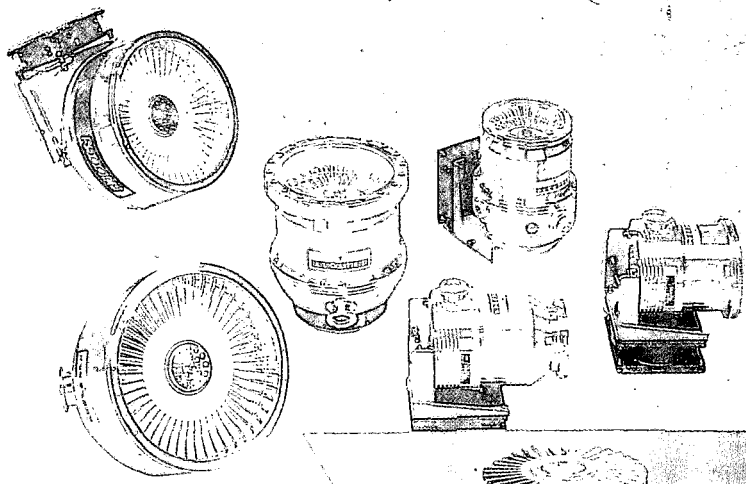
**UM DIA TODAS AS  
ROTATÓRIAS  
SERÃO ASSIM...**

**EM QUALQUER POSIÇÃO**

**27.000 r. p. m.  
apenas**

**O QUE NOS PERMITE  
FAZER LOCALMENTE,  
TOTAL SERVIÇO E  
MANUTENÇÃO**

**VERIFIQUE QUE 90%  
DO EQUIPAMENTO DE  
VÁCUO, EM PORTUGAL,  
DESDE 1991, É  
ALCATEL**



**CAIOLAB**

**PRAÇA D. AFONSO V, 120  
4100 PORTO (PORTUGAL)  
TELEFONE 68 20 29  
FAX: 6102406**



VOL. 15 • FASC. 1 • MARÇO 1992

## SUMÁRIO

<b>Atitudes de alunos do 9.º ano em relação à Tecnologia .....</b>	<b>1</b>
<i>Anabela Martins</i>	
<b>Eclipse total do Sol — 11 de Julho de 1991. O eclipse do século .....</b>	<b>17</b>
<i>Máximo Ferreira</i>	
<b>A Radiação de Síncrotrão e sua Utilização. Uma síntese de perspectivas; acções em Portugal .....</b>	<b>21</b>
<i>Maria Teresa Ramos</i>	
<b>Descrições de curvas de luz de estrelas variáveis e suas aplicações.....</b>	<b>24</b>
<i>Carlos Manuel Bernardino</i>	
<b>Aristóteles, Galileu e a queda das graves.....</b>	<b>28</b>
<i>Carlos Fiolhais e João Paiva</i>	
<b>Re-estruturação da Sociedade Europeia de Física .....</b>	<b>33</b>
<b>Cartas dos Leitores.....</b>	<b>35</b>
<b>Noticiário da Sociedade Portuguesa de Física.....</b>	<b>38</b>