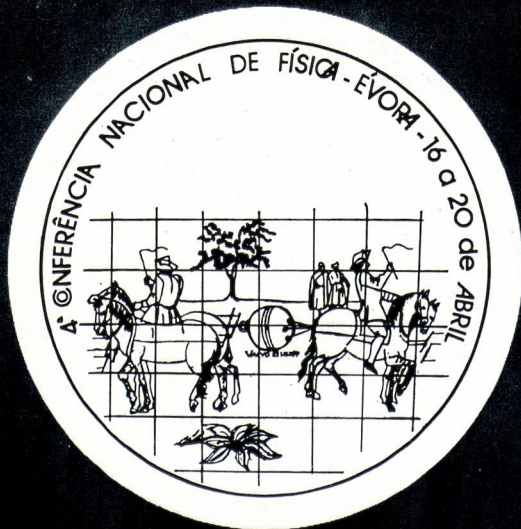


GAZETA DE FISICA

REVISTA DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE FÍSICA

VOL. VII, FASC. 3/4
OUTUBRO 1984



Experiência dos anéis de
Magdburgo — motivo da
medalha comemorativa da
4.ª Conferência Nacional
de Física (Évora 1984).

GAZETA DE FÍSICA

Fundada em 1946 por A. Gibert

Propriedade e Edição: Sociedade Portuguesa de Física

Director: Filipe Duarte Santos (Secretário-Geral da S.P.F.)

Comissão de Redacção

Conselho Directivo da S.P.F.: J. Moreira Araújo, F. Duarte Santos, E. Ducla Soares, J. Bessa Sousa, Rui J. Agostinho, J. Carvalho Soares, M. Amaral Fortes, Margarida R. Costa, Maria José Almeida, M. Pereira de Barros, J. Brochado Oliveira.

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.

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 do fascículo avulso: 70 Escudos.

Um sistema giroscópico simples para demonstração e verificação experimental do teorema do momento angular

R. FERREIRA MARQUES

Departamento de Física, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Divulga-se neste artigo um aparelho recentemente apresentado na FÍSICA 84, em Évora. Descreve-se sucintamente a sua construção e dá-se relevo à sua utilização. Para além do possível trabalho prático (é usado como tal por alunos dos primeiros anos da Licenciatura em Física) tem este sistema excelentes condições para, como elemento de demonstração, permitir aos estudantes a familiarização com o momento angular (vector algo diferente das simples entidades com grandeza, direcção e sentido com que todos contactamos no dia-a-dia). De salientar ainda que se trata de um sistema simples de construir e barato, como tal ao alcance até de muitas escolas secundárias — daquelas pelo menos que disponham, como professor de física, de um «hobbysta» interessado.

Introdução

Sob o ponto de vista matemático, giroscópio é todo e qualquer corpo que se possa mover livremente mantendo um único ponto fixo. Um caso simples e bastante interessante é o do movimento de rotação de um corpo em torno de um eixo de simetria. É o caso do pião de brincar, exemplo largamente citado em livros de texto (em que se deve admitir o bico reduzido a um ponto).

Sob a designação de giroscópio caem muitos aparelhos destinados sobretudo à navegação (tanto aérea como marítima) e que têm em comum o facto de serem constituídos essencialmente por um corpo que gira a grande velocidade em torno de um eixo, eixo esse que por sua vez pode também rodar em

torno de um outro eixo que lhe é perpendicular.

O movimento de tais sistemas é particularmente fácil de observar com a ajuda de um aparelho como o aqui apresentado. Como mostram as figuras 1 e 2 ou ainda a representação esquemática da fig. 3a, ele é constituído por uma roda de bicicleta instalada na extremidade de uma barra que pode ocupar praticamente qualquer orientação no espaço, pois está ligada ao suporte através de um mecanismo, a «cabeça», que lhe permite rodar em torno de dois eixos perpendiculares entre si, um horizontal e outro vertical, que se cruzam sensivelmente a meio da barra.

Assim a diferença essencial entre o movimento de um pião e o movimento que este sistema é capaz de executar está em que o

pião deixa de se comportar como giroscópio quando o seu eixo fica horizontal.

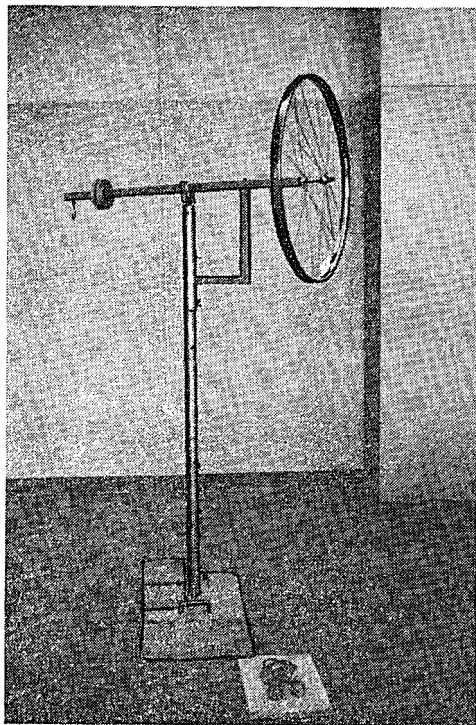


Fig. 1

Descrição do sistema

A *roda* de bicicleta é uma vulgar «roda 28» completa, cujo eixo enrosca directamente na extremidade da barra que, em equilíbrio, está colocada horizontalmente. Para aumentar o momento de inércia da roda adicionou-se-lhe um anel formado a partir de uma barra fina de ferro (secção $25 \times 3 \text{ mm}^2$) com as extremidades soldadas uma à outra. Esta barra, fácil de dobrar, fica alojada no espaço normalmente destinado à câmara de ar e a sua homogeneidade é garantia suficiente de uma roda com uma distribuição equilibrada da massa.

A *barra*, com o comprimento total de 1 metro, é constituída por duas porções de tubo de ferro de secção quadrada ($28 \times 28 \text{ mm}^2$)

unidas através duma peça que faz parte da cabeça. Do lado oposto à roda existe uma massa (A; fig. 3) de posição ajustável e que serve para equilibrar a barra e mantê-la horizontal.

A *cabeça*, construída em latão, é a parte mais delicada de todo o conjunto. Além da peça já referida, que comporta no seu centro um rolamento de eixo horizontal, a cabeça é constituída por uma forquilha cuja parte superior, em U, é bem visível na fig. 2. O eixo horizontal que atravessa a barra apoia-se nesta forquilha cujo pé é por sua vez eixo dum rolamento alojado na parte superior do tubo vertical de suporte. Assim a cabeça permite tanto a rotação da barra em torno do eixo horizontal (o movimento de «subida» e de «descida» da roda) como a rotação de toda a parte móvel em torno do eixo vertical (único fixo) e solidário com o suporte.

O *suporte* consiste num pé de betão e num tubo vertical de ferro ($\varnothing = 43 \text{ mm}$) sobre o qual assenta a cabeça, que fica a cerca de 1,70 m do solo.

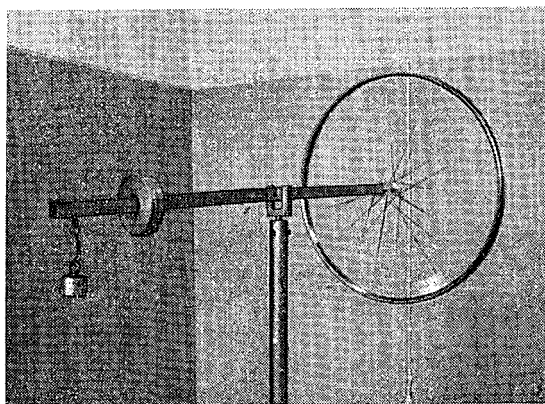


Fig. 2

Será de referir que não se usaram no aparelho rolamentos especiais e que, no total, o preço de custo de todos os materiais e peças rondou os seis mil e quinhentos escudos... apenas.

Funcionamento

De acordo com o teorema do momento angular, a variação temporal do momento angular, L , é igual ao momento resultante das forças actuantes, M , ou seja

$$\frac{dL}{dt} = M \quad (1)$$

Uma vez o sistema perfeitamente equilibrado e não havendo qualquer força exterior a produzir um momento que actue sobre o giroscópio ($M = 0$) verificar-se-á, de acordo com a equação (1):

$$dL = M dt = 0 \text{ ou seja } L = c^{te},$$

isto é, o momento angular manter-se-á *constante no tempo*. Se porém se suspender da barra um peso suplementar (na figura 3a designado por P), ter-se-á aplicado um momento M em relação ao ponto O , daí resultando para L , no intervalo dt , uma pequena variação igual a $M dt$. Uma vez que tanto L como M , que por construção são perpendiculares, se encontram no plano horizontal, $L(t+dt) = L(t) + M dt$ será afinal um vector ainda no mesmo plano mas rodado de uma pequena quantidade relativamente a $L(t)$ (ver fig. 3b). E enquanto M estiver presente, L variará da maneira descrita, num movimento chamado de *precessão*. Se designarmos por $d\alpha$ o ângulo descrito por L no intervalo dt , teremos

$d\alpha = dL/L$ e assim a velocidade de precessão, Ω , virá,

$$\Omega = \frac{d\alpha}{dt} = \frac{1}{L} \cdot \frac{dL}{dt} = \frac{M}{L}$$

Uma vez que l é o braço da força P relativamente a O , e, por outro lado, o momento angular é igual ao produto do momento de inércia, I , pela velocidade angular, ω , surge para Ω a expressão:

$$\Omega = \frac{P l}{I \omega} \quad (2)$$

Repare-se que, embora l e I sejam constantes do aparelho, podemos ainda fazer variar a velocidade de precessão por variação de P e de ω (este em valor absoluto e em sinal).

Pretendendo-se verificar o teorema do momento angular torna-se pois necessário:

- 1.º determinar o momento de inércia, I , da roda;
- 2.º medir a velocidade de precessão, Ω , para diferentes valores de P e de ω .

Para a determinação do momento de inércia começa-se por fixar firmemente a barra em posição horizontal com a ajuda do dispositivo adequado, visível na fig. 1. À volta da roda e a ela fixado enrola-se um fio de massa desprezável, do qual se suspende a massa m

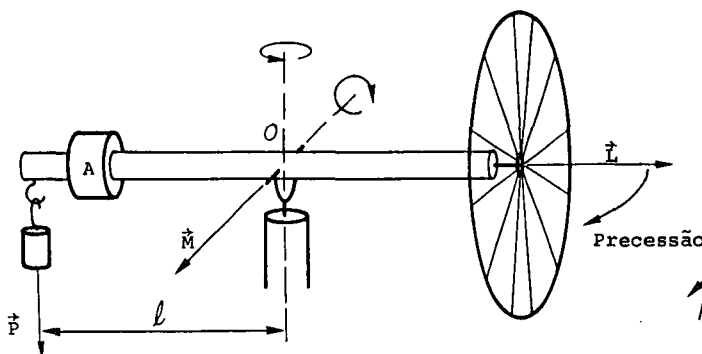


Fig. 3a

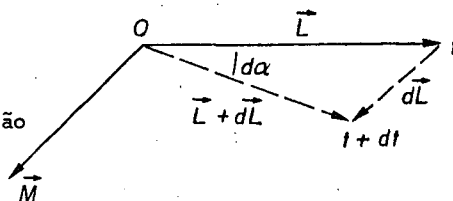


Fig. 3b

(fig. 4). A queda da massa m de uma altura h sobre o solo permite imprimir à roda uma velocidade angular ω . O valor final desta velocidade angular, ω_0 , (valor no instante em que a massa m atinge o solo) obtém-se igualando a soma das energias cinética e potencial do sistema (roda + massa m) antes e depois da

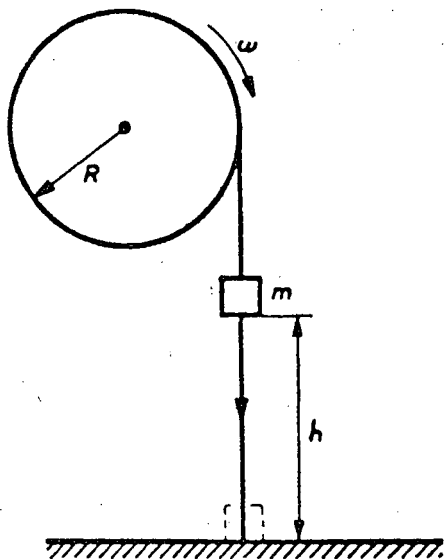


Fig. 4

queda (admite-se conhecida a expressão da energia cinética de rotação $T_r = I\omega^2/2$):

$$mgh + 0 = 0 + \frac{m v^2}{2} + \frac{I\omega_0^2}{2}$$

A velocidade v da massa ao atingir o solo é igual à velocidade linear do perímetro exterior da roda:

$$v = \omega_0 R$$

Fazendo uso desta relação chega-se à expressão

$$I = \frac{2 m g h}{\omega_0^2} - m R^2 \quad (3)$$

No trabalho prático utilizam-se massas conhecidas (com 479 g e 423 g) sendo R e h medidos com o auxílio duma régua. A pul-

sação ω_0 é determinada a partir do valor T_0 do período de rotação da roda, medido com um cronómetro e usando como referência um pedaço de papel branco preso a um dos raios (ver fig. 2). Tendo o cuidado de medir tempos correspondentes a um número razoável de voltas da roda, repetem-se as medidas com cada uma das massas e dá-se aos resultados o tratamento estatístico adequado, de forma a determinar o valor médio de I e o respectivo erro.

Para estudar o movimento de precessão há que retirar o dispositivo de fixação da barra e verificar se esta fica horizontal, reajustando se necessário a posição da massa A . Põe-se a roda a girar dando-lhe um impulso com a mão e suspende-se uma massa m' do gancho existente na extremidade oposta da barra. Observa-se de imediato um movimento complicado, resultante da composição da precessão e da chamada «nutation». (Este movimento, resultante da não colinearidade do momento angular com o eixo de simetria do corpo em rotação, pode observar-se isoladamente se, com L fixo no referencial do observador, ou seja, com $M=0$, se der uma pancada brusca na barra). Para evitar esta perturbação há que «ajudar» o giroscópio a atingir a sua velocidade de precessão. Isso é efectivamente necessário já que a expressão (2) traduz o comportamento do sistema uma vez atingido um regime estacionário, não descrevendo pois a transitoriedade associada à colocação do sistema em movimento de precessão.

Para evitar erros devidos ao atrito, não constante, dos rolamentos (cujo efeito é o retardamento irregular dos movimentos de rotação em estudo) é necessário fazer a medida simultânea de T_m e de T_Ω . As medidas devem repetir-se com diferentes massas m' suspensas da barra, com diferentes velocidades de rotação da roda e para ambos os sentidos da rotação.

Para a análise dos valores obtidos é conveniente dar uma outra forma à expressão (2), a saber,

$$T_m T_\Omega m' = \frac{(2\pi)^2 I}{g l}$$

A vantagem desta expressão está em mostrar que o produto $T_{\omega} T_{\Omega} m'$ é afinal uma constante do aparelho, do que se pode tirar partido por, no decurso de um conjunto de medidas envolvendo a determinação simultânea dos dois períodos — tarefa algo delicada e em que facilmente se cometem erros — permitir um controlo fácil dos valores que vão sendo registados.

Nota final

Foucault (1819-1868) ter-se-á preocupado com a criação de um sistema que lhe permiti-

tisse *ver* (grego «skopein») e estudar o movimento de *rotação* («gyros»).

De então até aos nossos dias foram notáveis os aperfeiçoamentos técnicos que conduziram aos sofisticados sistemas giroscópicos destinados à navegação aérea e marítima e à estabilização de navios.

— Então será ainda hoje um tema actual?

Num número recente da revista *Physics Today* (Maio 1984) dá-se conta de um projecto da NASA, em fase avançada, cujo objectivo é realizar um teste da Teoria da Relatividade Geral com base no estudo da precessão de um sistema giroscópico da mais elevada precisão a ser colocado em órbita à volta da Terra.

Contribuição didáctica para o Ensino de Energia Solar

A. JOSÉ ALVES e A. TRAÇA DE ALMEIDA

Centro de Física da Radiação e da Matéria da Universidade de Coimbra

Faz-se uma breve introdução ao funcionamento das células fotovoltaicas e dos colectores solares planos. Estes conhecimentos são utilizados para explicar algumas experiências de realização acessível que permitem ilustrar o funcionamento dos dois dispositivos.

Nestas experiências verifica-se a independência da tensão à saída duma célula fotovoltaica relativamente à intensidade da radiação incidente, verifica-se a proporcionalidade entre a intensidade de corrente gerada numa célula e a intensidade da radiação incidente, e determinam-se pontos que permitem traçar a curva característica (V-I) duma célula fotovoltaica. No domínio da termodinâmica, determinam-se as razões entre os coeficientes de absorção e entre os coeficientes de perda calorífica de dois colectores.

1. Introdução

As crises do petróleo de 1973 e 1979 vieram acelerar a consciencialização da natureza finita das reservas de combustíveis fósseis. A manutenção do bem-estar dos países mais ricos e o desenvolvimento dos países pobres passa pelo aproveitamento de fontes alternativas de energia, inesgotáveis à escala humana. A energia solar, dado o seu enorme potencial, apresenta-se como uma das vias possíveis

para o abastecimento de energia à humanidade. Numa perspectiva de longo prazo a participação da energia solar poderá vir a ser decisiva, embora condicionada ao desenvolvimento de tecnologias que reduzam substancialmente os investimentos necessários ao seu aproveitamento. A energia solar, embora abundante e renovável, apresenta uma baixa densidade e um carácter intermitente, factores que encarecem a sua utilização.

O interesse actual e futuro da energia solar torna essencial o seu ensino nos diversos níveis, convenientemente apoiado em equipamento de demonstração experimental. Neste artigo descrevem-se dispositivos simples e de custo reduzido para ilustrar alguns dos aspectos mais significativos do aproveitamento da energia solar para a produção de energia térmica e eléctrica.

2. Conversão Directa de Energia Solar em Electricidade

2.1. Estrutura do Diodo

Materiais como o silício e o germânio (elementos do grupo IV da tabela periódica) possuem quatro electrões na camada periférica que são utilizados para estabelecer ligações

covalentes com os átomos vizinhos na estrutura cristalina.

Juntando impurezas de fósforo, antimónio ou arsénio (elementos do grupo V), há um electrão da camada periférica de cada um destes átomos que, não sendo aproveitado nas ligações, passa facilmente para a banda de condução, como acontece à temperatura ambiente, por excitação térmica. O cristal assim formado permite o transporte de cargas negativas, e por isso se designa material tipo-n.

Juntando impurezas de boro, alumínio ou índio (elementos do grupo III) fica por ocupar um nível energético na banda de valência por cada um destes átomos. Esta falha do electrão na ligação pode-se transmitir ao longo do cristal por passagem dos electrões de ligações não deficientes para ligações deficientes, como se houvesse o movimento em sentido contrário duma partícula imaginária carregada positiva-

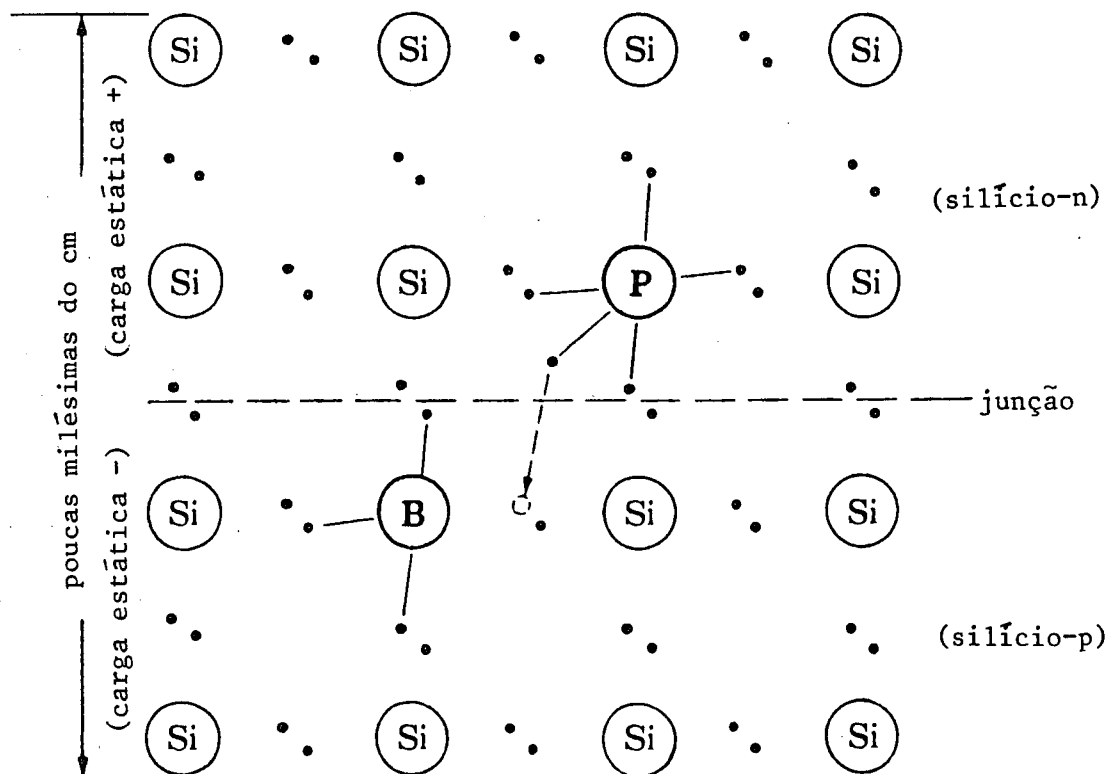


Fig. 1 — Estrutura duma junção p-n de silício. Os pontos negros representam electrões e a seta a tracejado indica a transferência dum electrão do átomo de fósforo para uma ligação deficiente Si-B, na zona de junção.

mente. A esta partícula imaginária costuma chamar-se lacuna e a estes materiais que se consideram transportadores de cargas positivas, materiais tipo-p.

Formando uma placa com duas camadas, uma tipo-p e outra tipo-n, tem-se um díodo. Na zona de junção os electrões que não são necessários para as ligações no material tipo-n vão ocupar níveis energéticos vagos no material tipo-p. Por este processo forma-se uma polarização na zona de contacto (junção), com espessura da ordem dos milésimos de centímetro, criando um campo electrostático que facilita o movimento dos electrões existentes na banda de condução no sentido $p \rightarrow n$ através da junção, e no sentido contrário através dum condutor que permita o seu movimento no circuito externo ao díodo.

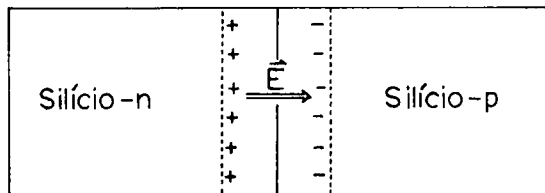


Fig. 2 — Com a polarização das cargas eléctricas na zona da junção surge um campo eléctrico E .

2.2. O Díodo como Célula Fotovoltaica

Os materiais base dos díodos são semicondutores, isto porque a largura da banda proibida (E_g), da ordem do eV, é muito inferior à dos dieléctricos.

A maior parte dos fotões, de que é composta a radiação solar, possui energia superior a 1,1 eV (E_g do silício; ver Fig. 3) que, transferida para um electrão na banda de valência do silício, é suficiente para o fazer passar para a banda de condução. Quando isto acontece o electrão deixa no seu lugar a falha duma carga negativa (lacuna).

Este electrão tem tendência para perder rapidamente a energia recebida, voltando ao estado inicial por «recombinação» com uma lacuna.

Se a criação deste par *electrão-lacuna* se der na zona de junção dum díodo, o campo eléctrico aí existente não só evita a recombi-

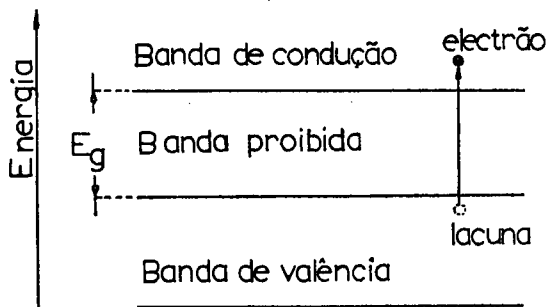


Fig. 3 — A criação de um par electrão (•)/lacuna (o) pode ser produzida por um fotão de energia $h\nu \geq E_g$. Para o Si e Ge tem-se $E_g = 1,1$ e $0,7$ eV, respectivamente.

nação rápida como solicita os electrões a deslocarem-se ao longo dum condutor que ligue os materiais tipo-p e tipo-n. Para que seja possível este fenómeno dar-se na zona de junção é preciso que a camada tipo-n ou tipo-p seja suficientemente fina para ser permeável à radiação. Um díodo com esta característica e com uma superfície apreciável designa-se por célula fotovoltaica.

Estas células transformam a energia luminosa em energia eléctrica pelo processo explicado. O campo eléctrico existente na célula, criado pela polarização na zona de junção, tem um efeito análogo ao do campo criado no enrolamento dum dínamo.

No entanto, enquanto no dínamo a f.e.m. responsável pela criação da corrente eléctrica depende da velocidade imprimida ao veio, na célula fotovoltaica depende essencialmente da junção. Por outro lado, no dínamo, a tensão actua nos electrões que já existem na banda de condução, enquanto na célula actua apenas nos electrões que a luz incidente faz passar para esta banda.

Daqui resulta que a tensão à saída da célula é independente da intensidade da radiação, e a intensidade de corrente vem directamente proporcional ao número de fotões

incidentes na zona de junção (intensidade da radiação e área exposta). Note-se que se a célula se apresentar inclinada em relação à direcção da radiação, diminui a área efectiva e reduz-se a facilidade de penetração dos fotões.

A célula fotovoltaica funciona pois como um gerador de corrente eléctrica em que o material tipo-n é o polo negativo e o material tipo-p o polo positivo.

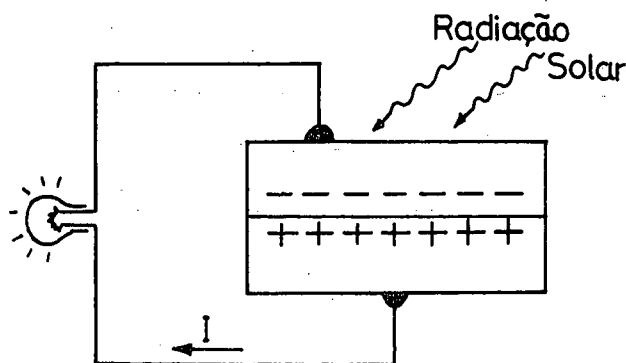


Fig. 4 — Célula solar debitando corrente eléctrica.

Quando se ligam duas células em série os electrões que surgem na banda de condução são obrigados a percorrer o circuito eléctrico ligado a elas, por acção do campo eléctrico das duas células. A tensão do conjunto de células é pois a soma das tensões de cada uma. A intensidade de corrente depende dos electrões que surgem localmente na banda de condução e será portanto igual à que se teria apenas com uma célula.

Seguindo idêntico raciocínio vê-se que quando as células são ligadas em paralelo a tensão é a tensão em cada uma delas e a intensidade de corrente é a soma das intensidades. Funciona como uma célula de área igual à soma das áreas das duas.

Na realidade todo este processo de funcionamento das células não é tão simples. Parte da luz incidente é reflectida na superfície, parte da superfície é tapada pelos contactos eléctricos, parte dos fotões incidentes tem energia inferior a E_g e nem todas as recombinações

imediatas são evitadas. Por isso o rendimento das células é relativamente baixo.

Apesar disso, se se cobrisse uma área quadrada de 10 Km de lado com uma radiação incidente de ponta de 100 000 Mw e média de 20 000 Mw (valores normais para Portugal), com um rendimento de 10 %, obter-se-ia uma potência utilizável de ponta igual a 10 000 Mw e média de 2 000 Mw, suficiente para o consumo do país.

2.3. Algumas Experiências

Com duas células fotovoltaicas, um multímetro e uma caixa de resistências podem-se fazer várias medições que ilustram o funcionamento das células.

1 — Mede-se a d.d.p. entre os terminais duma célula (Fig. 5a) em duas situações:

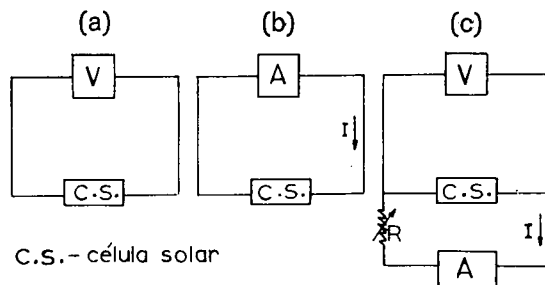


Fig. 5 — Diferentes esquemas experimentais (a, b, c) para estudo da célula solar. C.S. — célula solar.

coabrindo metade com um cartão opaco ou a totalidade da célula com uma folha de papel vegetal. O resultado da medição deverá ser cerca de 0,45 V (valor característico da célula de silício), aproximadamente, o que também se obtém com a célula a descoberto.

Conclui-se que a d.d.p. é praticamente independente da área da célula e da intensidade da radiação, notando-se porém uma quebra brusca do valor da d.d.p. quando a cobertura da célula com cartão opaco é quase total.

2 — Outra experiência simples (Fig. 5b) consiste na medição da intensidade de corrente

que passa no amperímetro nas mesmas situações de iluminação anteriores, acrescentando uma outra em que se faz uso de dois papéis vegetais sobrepostos.

Relativamente a este caso faz-se notar que o papel vegetal serve de filtro para a radiação solar, deixando passar apenas uma percentagem α desta, ou seja uma intensidade de radiação $\alpha \mathcal{I}$ (em que \mathcal{I} é a intensidade da radiação incidente). Deste modo a segunda folha de papel vegetal deixará passar uma radiação $\alpha^2 \mathcal{I}$.

Admitindo uma relação linear entre a intensidade da radiação que chega à célula e a intensidade de corrente, será interessante ver que, com as medições elementares apresentadas

QUADRO I — Medições feitas com 6 células ligadas em série, de acordo com os esquemas das figs. 5a e 5b

	células a descoberto	cobertas c/ cartão (1/2)	cobertas c/ 1 vegetal	cobertas c/ 2 vegetais
d.d.p. (V)	2,7	2,6	2,68	2,60
I (A)	0,57	0,245	0,44	0,335

no quadro I, o valor de α seria 0,77 e para a medição com os dois vegetais seria de esperar uma intensidade de corrente de 0,338 A, valor

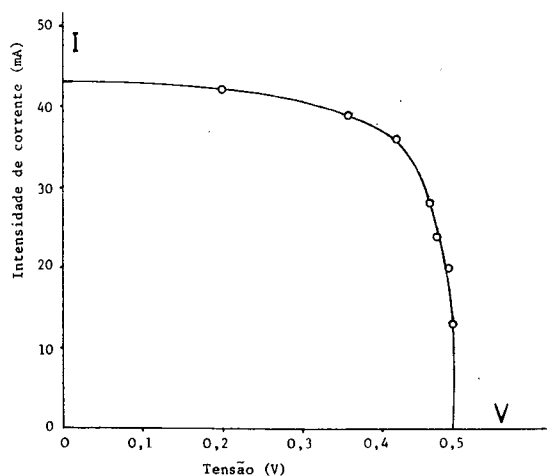


Fig. 6 — Curva característica duma célula fotovoltaica.

bastante semelhante ao valor de 0,335 A que se obteve experimentalmente.

3 — Uma outra série de medições com interesse pode ser feita: utilizando a caixa de resistências R conforme o circuito apresentado na fig. 5c, determinar vários pontos que permitam traçar a curva V-I, como se mostra na fig. 6.

3. Conversão de Energia Solar em Energia Térmica

3.1. Funcionamento dum Colector Solar

A função dum colector de energia solar é absorver a energia da radiação e retê-la sob a forma de calor, com a finalidade do seu aproveitamento.

Sendo P a potência da radiação incidente no colector por unidade de área, só uma percentagem f, característica do colector, é efectivamente absorvida ($P \times f \times A$), designando por A a área do colector.

Parte desta potência é aproveitada para aumentar a temperatura do colector, numa quantidade igual a $(cM\Delta T/\Delta t)$, sendo c o calor mássico do colector, M a sua massa e ΔT a variação de temperatura no intervalo de tempo Δt .

A outra parte perde-se por três vias: condução, convecção e radiação.

Embora sejam três processos diferentes e em particular a perda por radiação dependa da quarta potência das temperaturas do colector e ambiente, é costume apresentar esta potência perdida proporcional à diferença entre a temperatura do colector e a temperatura ambiente ($T_c - T_a$). Será igual a $AU(T_c - T_a)$, em que U é um coeficiente que depende, entre outras características, das temperaturas referidas.

Finalmente podemos escrever, segundo o princípio da conservação da energia:

$$PfA = cM(\Delta T/\Delta t) + AU(T_c - T_a)$$

Na realidade deveríamos juntar ao segundo membro um termo correspondente à quantidade de calor retirada do colector para utilização, mas como o presente trabalho não trata deste assunto apenas nos interessa a fórmula encontrada.

Como não é difícil de obter um coeficiente de absorção superior a 90 %, normalmente a arte na construção dos colectores está em minimizar as perdas de calor. Para diminuir as perdas por condução basta utilizar nas partes laterais e posterior materiais maus condutores.

Podem-se fazer várias experiências que dão uma ideia do funcionamento dos colectores. Para isso convém distinguir duas situações em que a fórmula anteriormente deduzida se apresenta simplificada e de grande utilidade experimental:

1.º — Quando $T_c \approx T_a$, o que implica

$$PfA \approx cM \Delta T / \Delta t$$

2.º — Quando $\Delta T / \Delta t \approx 0$, o que implica

$$Pf \approx U (T_c - T_a)$$

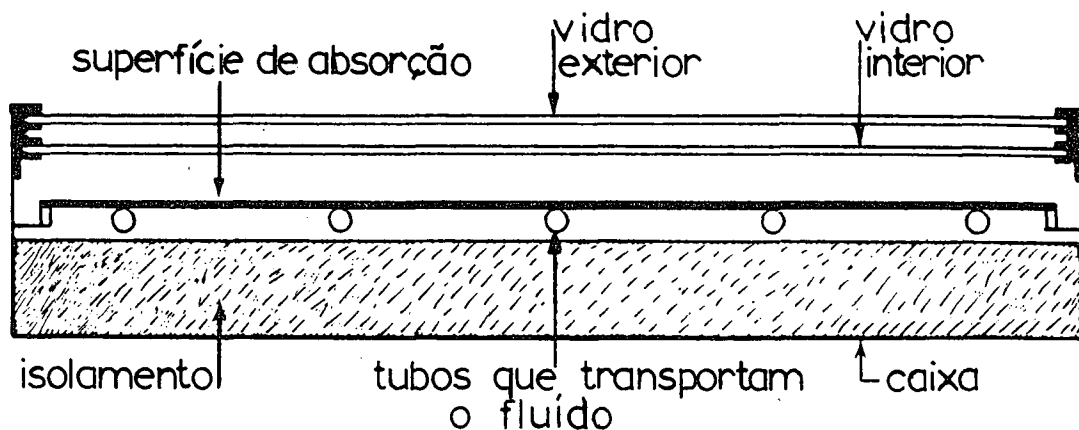


Fig. 7 — Esquema dum colector de vidro duplo.

As perdas por radiação aumentam de importância com a temperatura do colector. Essencialmente procura-se reduzi-las utilizando uma superfície absorvente com fraca emissividade, mesmo que seja à custa do factor de absorção (superfícies selectivas). Não interessa isoladamente a absorção ou a emissão mas sim a energia que se consegue reter. Outro processo consiste em utilizar um ou mais vidros que deixam penetrar grande parte da radiação solar e não são transparentes à radiação infravermelha de grande comprimento de onda (efeito de estufa), emitida pelo colector.

Os vidros também reduzem as perdas por convecção, tendo um papel importante a espessura das camadas de ar.

3.2. Algumas Experiências

Expõem-se seguidamente algumas experiências utilizando uma caixa de madeira, preparada para levar um ou dois vidros, uma chapa de alumínio pintada de preto num dos lados, e dois termómetros. Podem-se ainda usar as células e o multímetro das experiências anteriores para obter valores relativos da radiação incidente (usando a proporcionalidade entre esta e a intensidade de corrente).

1 — Analisando a evolução inicial da temperatura da superfície de absorção (temperatura vizinha da temperatura ambiente) podemos ter uma ideia da sua capacidade de absorção.

Sendo P_1 e P_2 as potências por unidade de área da radiação incidente em duas placas

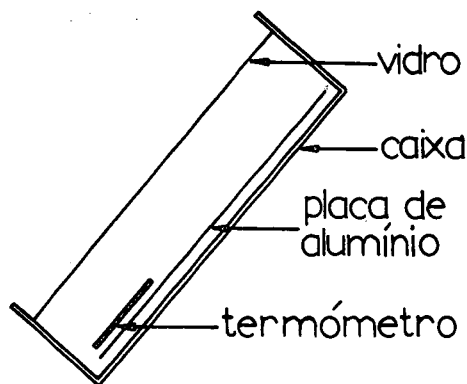


Fig. 8 — Caixa utilizada para as medições.

idênticas de pinturas diferentes (factores f_1 e f_2), os respectivos coeficientes de absorção vêm:

$$f_1/f_2 = (S_1/S_2) (P_2/P_1)$$

em que $S = \Delta T/\Delta t$, razão entre o aumento de temperatura e o intervalo de tempo correspondente.

Fazendo medições com a placa de alumínio exposta do lado pintado e do outro lado sem pintura obteve-se:

$$f(c/pintura)/(f_s/pintura) = 2$$

Note-se que como se mantiveram os materiais não houve alteração do produto cM .

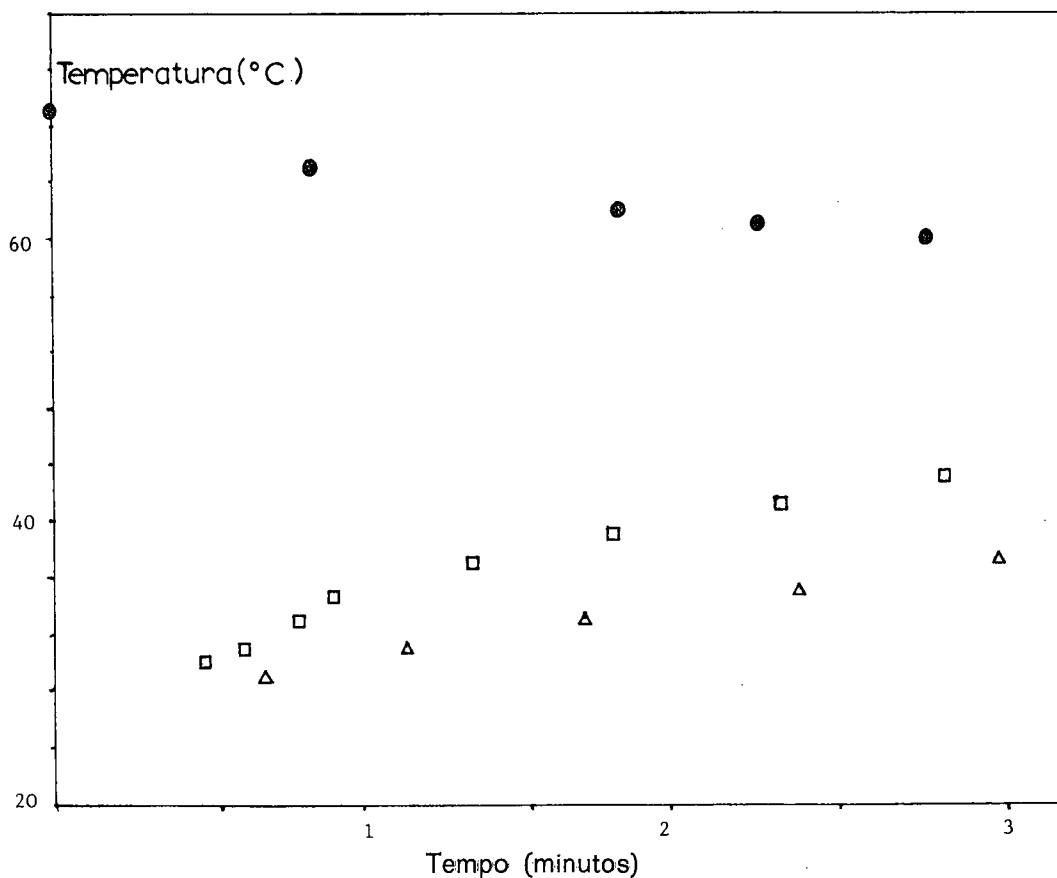


Fig. 9 — □ — Valores de medições feitas com a chapa de alumínio pintada (aquecimento ao Sol).
 △ — Valores de medições feitas com a chapa de alumínio não pintada (aquecimento).
 ● — Valores de medições feitas durante o arrefecimento em quarto escuro, com a chapa pintada.

É visível também o facto de o resultado ser independente de o colector ter um ou dois vidros, ou até mesmo nenhum.

Na fig. 9 apresentam-se alguns resultados obtidos.

Quando se fala em temperatura vizinha da temperatura ambiente, fala-se relativamente ao coeficiente U . Melhorando o isolamento do colector não se modifica o coeficiente de absorção mas aumenta-se o intervalo de temperatura em que se considera a aproximação indicada.

2 — Deixando que o colector atinja uma temperatura constante, a parcela referente ao aumento de temperatura do colector reduz-se a zero. Podemos então comparar o coeficiente de perdas caloríficas U do colector com a placa pintada e por pintar.

Dividindo membro a membro as equações para os dois colectores temos

$$(P_1 f_1)/(P_2 f_2) = (U_1/U_2) (T_{c1} - T_{a1})/(T_{c2} - T_{a2}),$$

admitindo que se fizeram as duas medições com potências da radiação incidente e temperaturas ambiente diferentes.

3 — Estando o colector a uma temperatura já elevada pode-se pô-lo num compartimento

às escuras. Neste caso a energia absorvida é zero, donde

$$U = - (cM/A) (\Delta T/\Delta t)/(T_c - T_a)$$

Fazendo medições com os dois colectores cuja diferença é apenas a pintura da placa, teremos a razão:

$$U_1/U_2 = [(\Delta T/\Delta t)/(T_c - T_a)]_1 / [(\Delta T/\Delta t)/(T_c - T_a)]_2$$

O resultado poderá ser comparado com o da experiência anterior.

Conclusão

Descreveram-se alguns exemplos de experiências que podem ser feitas com pouco material. As limitações monetárias que se exigiram implicam medições pouco rigorosas. No entanto os resultados foram bastante satisfatórios, estando razoavelmente de acordo com a teoria.

A alternativa Hidrogénio-Energia Solar

J. OREHOTSKY (*)

Wilkes College, Wilkes-Barre, Pa. 18166, USA

A conversão directa de energia solar em energia química através da produção de hidrogénio por fotoelectrólise da água constitui, por várias razões, uma alternativa potencialmente interessante. Ao contrário dos combustíveis fósseis, a combustão do hidrogénio não deixa resíduos nem é poluente. O hidrogénio obtido a partir da luz solar pode ser armazenado e usado mais tarde, em períodos de obscuridade, para produção de energia. A água para a fotoelectrólise é um produto natural extremamente barato e abundante que, de resto, é

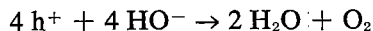
regenerado na combustão do hidrogénio. Finalmente a luz solar representa uma fonte de energia (para o processo de fotoelectrólise) praticamente inesgotável.

Apesar de todas estas características eminentemente desejáveis o fenómeno da fotoelectrólise passou despercebido durante vários anos após a sua descoberta.

(*) O Dr. J. Orehotsky foi professor visitante no Laboratório de Física da Faculdade de Ciências do Porto, de Janeiro a Julho de 1981 (tradução por J. M. Araújo e J. B. Sousa).

Uma «célula» típica poderá incluir um semiconductor do tipo n como ânodo e um cátodo de platina, imersos numa solução aquosa de um electrólito. Luz com uma distribuição espectral adequada (i.e. fótons de energia conveniente) incide no ânodo semiconductor. Pares electrão-lacuna são produ-

As lacunas deslocam-se para a superfície do ânodo onde reagem com iões HO^- adsorvidos, dando origem a água e oxigénio ⁽¹⁾:



A soma destas duas reacções correspondentes aos processos que ocorrem nos dois

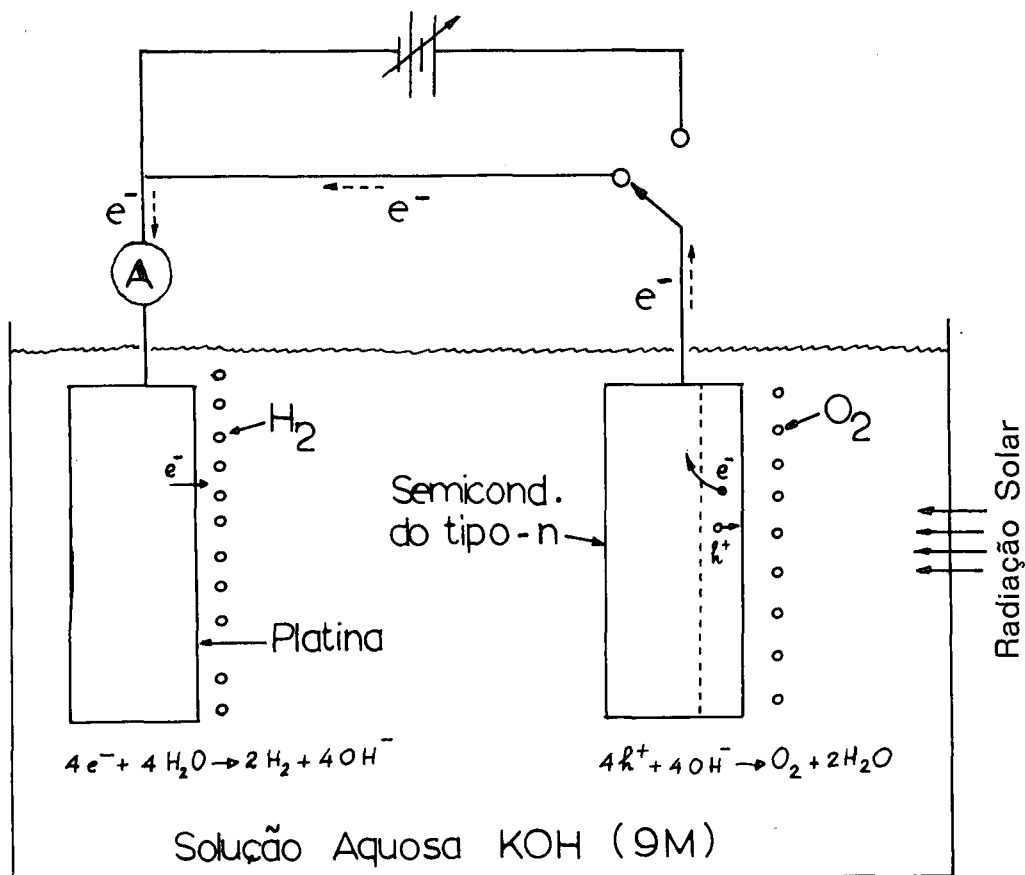
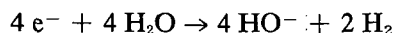
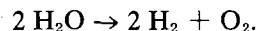


Fig. 1 — Célula para fotoelectrólise, mostrando as reacções catódica e anódica; o electrólito é uma solução aquosa de KOH.

zidos e separados pelo efeito do campo eléctrico existente na região de «carga espacial» (Fig. 1). Os electrões podem abandonar o ânodo e atingir o cátodo através do circuito externo; na superfície do cátodo passa-se a seguinte reacção com moléculas de água adsorvidas:



eléctrodos, dá como reacção global a decomposição da água



⁽¹⁾ Uma descrição alternativa é, obviamente, $4 \text{HO}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4 e^-$; em vez de se falar no movimento de lacunas haverá que referir o movimento, em sentido inverso, destes electrões.

No presente trabalho utilizou-se como ânodo um titanato de estrôncio e bário ($\text{Ba}_{0,6}\text{Sr}_{0,4}\text{TiO}_3$) e como electrólito uma solução 9M de KOH.

Como fonte luminosa servimo-nos de uma lâmpada de xenon, podendo-se variar a intensidade incidente no ânodo mediante a interposição de filtros. A produção de hidrogénio podia ser estimada através das leituras de um amperímetro A incluído no circuito; a corrente (i) é directamente proporcional ao número (n) de moles de hidrogénio produzida por segundo:

$$i = n z F = 193\,000 n \text{ (Amperes)}$$

em que $z = 2$ e $F = 96\,500 \text{ C}$ (Faraday). No dispositivo experimental representado na fig. 1 está incluída uma fonte contínua regulável para permitir o estudo do efeito combinado da iluminação e de uma d.d.p. aplicada.

A fig. 2 representa, em função da tensão aplicada e para diferentes valores da energia luminosa incidente, a intensidade de corrente (escala da esquerda) e a produção de hidrogénio (escala da direita).

Sem iluminação foi necessária uma tensão de cerca de 2 Volts para produzir uma corrente observável; e mesmo com 8 Volts a produção de hidrogénio é pequena. Essa produção, para uma mesma tensão, é aumentada por um factor 5 quando o ânodo recebe 17 miliwatts/ cm^2 , persistindo mesmo quando a tensão é muito menor que o limiar (1,23 Volts) para electrólise sem iluminação. Quando a iluminação corresponde a 53 miliwatts/ cm^2 a produção de hidrogénio de novo aumenta e, o que é mais importante, torna-se evidente mesmo quando não há tensão aplicada. Para a maior iluminação usada (correspondente a 340 miliwatts/ cm^2) a produção sem tensão aplicada é muito superior à obtida com uma tensão de 8 Volts mas sem iluminação

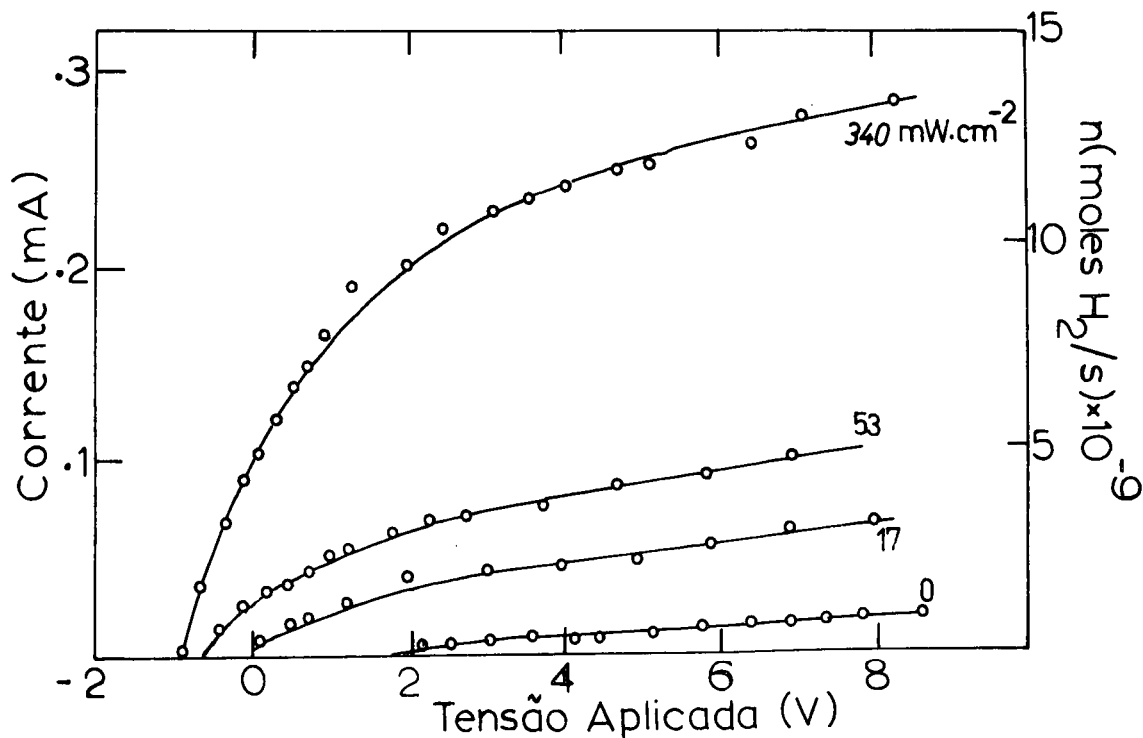
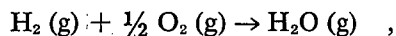


Fig. 2 — Corrente eléctrica (e produção de hidrogénio) em função da tensão aplicada para vários valores da intensidade incidente.

Avaliou-se também, em função da iluminação, o rendimento da conversão energia solar → energia química (sem tensão aplicada). Admitiu-se para valor da energia química o correspondente ao calor de combustão



$$\Delta H = 2,5 \times 10^5 \text{ J/mole.}$$

Quando não há tensão aplicada, o rendimento (δ) é

$$\delta = 2,5 \times 10^5 \text{ n/(IA)}$$

em que I é a energia incidente (em watts/cm²) e A a área iluminada (cm²). O rendimento está representado na figura 3, mostrando um máximo de cerca de 3 % para uma energia incidente da ordem de 100 miliwatts/cm².

Em correspondência recente (Julho 1984) o Dr. Orehotsky fez notar que como ânodo podem ser usados materiais baratos e estáveis (isto é que não sofrem corrosão ou degradação) como TiO₂ ou F₂O₃.

Nota dos tradutores

O leitor interessado pode consultar, por exemplo, o artigo de H. Gerischer «Solar Photoelectrolysis with Semiconductor Electro-

des» em Topics in Applied Physics vol. 31 (1979), Springer Verlag. Exemplos do interesse actual do problema são artigos de revisão/divulgação como «Hidrogénio a partir da energia

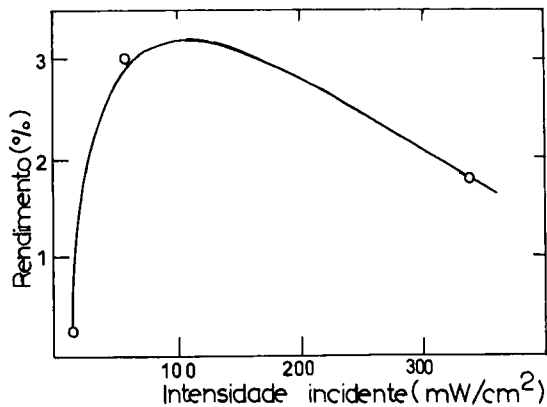


Fig. 3 — Rendimento em função da intensidade incidente para uma tensão aplicada nula.

solar» por H. von Känel, Laser und Optoelectronik 4 (1983) 309 (em alemão); «Método fotoelectroquímico de produção de hidrogénio usando energia solar» por R. Memming, Waerme 89 (1983) 62 (em alemão); «Revisão de métodos fotoelectroquímicos de utilização da energia solar» por L. P. Bicelli, Surface Technology 20 (1983) 357.

A astronomia de amadores no Ensino

RUI JORGE AGOSTINHO

Faculdade de Ciências de Lisboa

No ensino secundário a Astronomia foi relegada para um segundo plano, ou mesmo esquecida. Contudo o interesse dos alunos é crescente e as perguntas sucedem-se quando se toca no assunto. Donde vem o calor do Sol? As estrelas também morrem? Como são as galáxias? O que é um buraco negro? O uni-

verso é infinito? As respostas vão aumentando a curiosidade dos alunos, suscitando interrogações que o custo são contidas. Nota-se brilho, e tristeza quando se retoma o assunto da aula. E aquele crescendo de interesse, motivação e sede de saber irá morrendo ao longo dos anos num cair de ilusões até ficar apenas uma

recordação longínqua mas reluzente. Compete-nos, com um pouco de trabalho, avivar essa fonte permanente que há neles.

Irei propor diversos trabalhos, alguns mais simples, que poderão ser executados na escola ou em casa e que constituem uma introdução à astronomia de amadores.

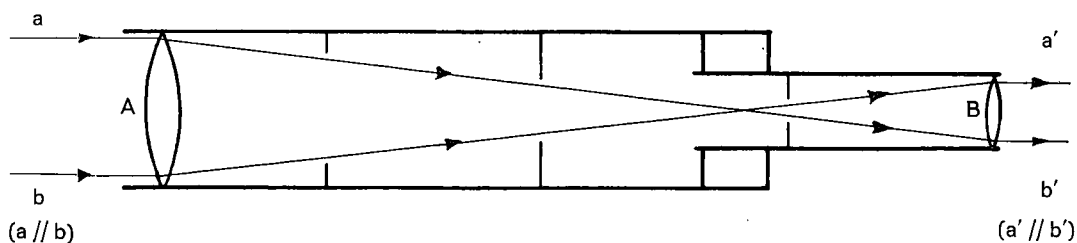
Para observar os astros poderemos recorrer aos vulgares binóculos que geralmente possuem diâmetros de abertura entre os 30 mm e os 100 mm permitindo observar corpos celestes com magnitudes compreendidas entre 8 e 11, respectivamente. A olho nu e com boas condições de visibilidade poderemos ver até à 6.^a magnitude. O aumento dado não é significativo excepto para a observação de detalhes lunares ou para a observação das luas galileanas de Júpiter, Io, Europa, Calisto e Ganymedes. Para os anéis de Saturno é necessário um aumento de 10 a 12 vezes pelo menos.

Um óculo ou uma luneta são também instrumentos utilizáveis.

Se necessário as lentes poderão ser adquiridas também nestas casas. As aberrações da zona periférica poderão ser eliminadas (o que melhorará a imagem) cobrindo-a com um papel em forma de coroa circular. Quanto maior a abertura de entrada mais luminosa será a imagem e mais estrelas veremos. Nesta luneta simples a aberração cromática poderá dificultar a observação.

As lentes devem ser fixadas num tubo de cartão (ou outro material) mas permitindo a movimentação de B sobre o eixo óptico para se proceder à focagem da imagem. Este tubo deve ser pintado interiormente com preto fosco. Para melhorar o contraste da imagem devem colocar-se várias coroas circulares de cartão como a figura indica o que permite eliminar raios que entram pela objectiva mas não contribuem para a imagem.

Gostaria de referenciar um trabalho apresentado na 4.^a Conferência Nacional de Física,



Pode fazer-se uma luneta com duas lentes A e B biconvexas de distâncias focais f e f' respectivamente, e sendo f superior a f' . Devem ser colocadas com os eixos ópticos coincidentes sendo A a objectiva e B a ocular. O aumento conseguido iguala f/f' . Uma montagem razoável é conseguida com $f = 70$ cm e $f' = 1,4$ cm e tendo B um diâmetro aproximado de 2 cm ou menor. A lente B pode ser retirada de um apetrecho vendido nos oculistas e que serve para ler caracteres minúsculos; possui geralmente uma altura pequena e coloca-se em cima do texto além de ser dobrável.

que tinha como base a construção de uma luneta deste tipo com materiais vulgares, e que constituiu por si só um foco de interesse.

Qualquer destes aparelhos deverá ser apoiado num tripé fotográfico ou noutro suporte qualquer que seja estável e que permita os movimentos necessários ao acompanhamento do movimento da esfera celeste.

Convém notar que os binóculos não invertem a imagem (em relação ao objecto), ao contrário das lunetas que produzem uma inversão face ao eixo óptico.

O trabalho possível de ser realizado durante a aula é a observação solar.

Nunca se deve olhar directamente pela ocular do aparelho pois o brilho intenso do Sol pode provocar graves inflamações na retina ou mesmo a cegueira. A observação directa só é possível usando filtros adequados. Deve projectar-se a imagem do Sol num papel branco de modo que apresente um diâmetro da ordem de 7 cm. A focagem é feita movendo a ocular sobre o eixo óptico. Quanto mais longe estiver o alvo da ocular maior será a imagem obtida. É conveniente proteger o alvo da luz ambiente de modo a termos uma boa imagem.

Certas lunetas comerciais, e mesmo os binóculos, possuem oculares com lentes coladas. Nesse caso o aquecimento excessivo desta poderá romper a colagem, assim como queimar a película anti-reflectora que as cobre, danificando-as irreparavelmente.

As manchas solares observadas, se possível diariamente, serão registadas num desenho que represente o Sol. Devido ao seu movimento de rotação com um período aproximado de 27 dias a movimentação das manchas é facilmente constatável. A persistência na recolha destes dados, o que pode ser conseguido com uma boa dinâmica na turma, durante 1 mês, levará a concluir que a rotação do Sol é diferencial, isto é: as manchas no equador solar movem-se mais depressa que as situadas num paralelo mais a norte (ou a sul). Esta conclusão poderá ser dificultada pelo facto das trajectórias das manchas não serem rectilíneas. A explicação reside no facto da inclinação do equador solar relativamente à eclíptica não ser constante.

As trajectórias serão rectilíneas quando o plano da trajectória da Terra coincidir com o do equador solar. Para se estenderem as observações durante meses torna-se necessário o recurso às coordenadas heliográficas das manchas.

Ainda no sistema solar apresentam-se os planetas, que em geral são facilmente visíveis e de observação aliciante. Segui-los entre estre-

las e constelações leva-nos à descoberta do movimento retrógrado que apresentam. A explicação deste fenómeno pode ser inquirida na aula e motivar a discussão. Óptima altura para se falar dos sistemas geo e heliocêntrico.

Marte teve movimento retrógrado até 20 de Junho e Júpiter iniciou-o a partir de 29 de Abril.

Para as suas posições no céu convém adquirir as Efemérides que são publicadas pelos observatórios astronómicos e contêm estas informações.

Para o trabalho nocturno é necessário um mapa do céu que indique as constelações, as grandezas das estrelas, as estrelas variáveis e outros corpos facilmente visíveis como algumas estrelas duplas, nebulosas e enxames de estrelas. O conhecimento da posição das estrelas e constelações é imprescindível em qualquer tarefa.

O uso da luneta ou dos binóculos permitirá vislumbrar as luas de Júpiter, os anéis de Saturno e os detalhes da superfície lunar, que anotados por cada observador poderão ser comparados.

As fases da Lua e dos planetas Vénus e Marte são visíveis e poderão auxiliar na determinação do período orbital destes.

Estrelas variáveis constituem outro tema acarinhado pelos astrónomos amadores. A sua observação exige cuidados e prática que só podem ser adquiridos pela experiência, nomeadamente a estimativa de grandezas estelares por comparação. A aprendizagem poderá demorar vários meses. Tem a vantagem de ser individual e efectuada em casa desde que haja boas condições de observação. É comum um erro de 0,3 na magnitude estimada. Com a prática há quem consiga reduzi-lo até 0,01, o que exige uma óptima visão.

Cada observador deve anotar a grandeza estimada, durante vários ciclos. Certas estrelas possuem dois ou três períodos bem diferenciados. Com a colecção de dados poderá fazer-se o gráfico da magnitude visual da estrela em função do tempo. Os dados pertencentes

a vários observadores permitem diminuir ou seleccionar discrepâncias que existam.

Entre as variáveis de fácil estudo contam-se: Algol, RZ Cassiopeia, que são variáveis por eclipse com período na ordem dos dias. R. Scuti tem um período aproximado de 140 dias e é semi-regular.

Algumas estrelas duplas são resolvidas por estes pequenos instrumentos. Poderei mencionar as estrelas Mizar e Alcor na Ursa Maior, Miú do Escorpião, Delta e Épsilon da Lira, Beta do Cisne; nos atlas do céu encontram-se outras referenciadas.

A fotografia astronómica constitui um auxiliar precioso neste campo. Com o auxílio de uma máquina do tipo Reflex podem realizar-se películas bastante didácticas.

A objectiva usual de 50 mm é aconselhável, acrescida de um filtro vermelho se a película for a preto e branco e o trabalho realizado numa zona luminosa como as imediações de uma cidade.

As películas comuns são utilizáveis e poderemos escolher os «slides», em particular Ektachrome 200 ou os novos filmes da série XR da Kodak ou ainda os da série HR da Fuji que são negativos para cores. Uma sensibilidade de 200 ASA satisfaz este trabalho.

Colocando a estrela Polar no centro do campo fotográfico e fazendo uma exposição de meia hora aproximadamente, o movimento das estrelas em torno desta é facilmente visível.

A fotografia das constelações ou planetas exige que a máquina fotográfica possua o movimento adequado ao da esfera celeste durante a exposição. A construção de uma base que suporta a câmara e proporciona este movimento não é difícil, exigindo somente alguma habilidade.

Não irei focar este assunto mas pode ser encontrado na bibliografia anexa.

Gostaria de referir, por último, que a construção de um telescópio reflector é viável e que existem organismos que apoiam estas iniciativas, nomeadamente o Observatório Astronómico da Universidade do Porto, o Departamento de Física da Universidade de Lisboa e a Associação Portuguesa de Astrónomos Amadores, em Lisboa. Decerto que existirão outros organismos e indivíduos que igualmente apoiarão.

BIBLIOGRAFIA

- JOAQUIM GARCIA — *Como construir um Telescópio*, ed. Presença, colecção Tecno-Juvenil, 6 (1981).
 G. D. ROTH — *Astronomy, a Handbook*, Springer Verlag (1975).
Astronomy, revista da Astromedia Corporation (muito divulgada em Portugal).
Sky and Telescope, revista da Sky Publishing Corporation (difícil encontrar; existe p. ex. no L.A.C.A. da F.C.P. (Porto), F.C.T.C. (Coimbra) e Observatório da Ajuda (Lisboa)).
Informações Mensais, folheto publicado pela Associação Portuguesa de Astrónomos Amadores, Lisboa (destinada, em princípio, aos sócios).

A história do barómetro

ALEXANDER CALANDRA (*)

Há tempos telefonou-me um colega a pedir que servisse de juiz numa reclamação relativa à classificação de uma pergunta de exame. Aparentemente o meu colega achava que a resposta a uma pergunta de Física estava errada ao passo que o aluno pretendia a classificação

máxima e protestava contra o facto de o «sistema» estar organizado contra o estudante.

(*) Tradução livre de um artigo em *Current Science*, Teacher's Edition (1964), reproduzido em *Project Physics Course*, Reader 3, p. 45; a tradução apareceu anteriormente no *Boletim da Zona Norte da S.P.F.* (n.º 1, Abril 1976).

O examinador e o aluno tinham concordado em que a questão fosse «arbitrada» por um juiz imparcial e eu tinha sido escolhido.

Quando cheguei ao gabinete do meu colega li a pergunta: «Indique como pode avaliar a altura de um prédio com o auxílio de um barómetro». A resposta do aluno era: «Leve o barómetro para o telhado do prédio, ate-o a uma corda, desça-o até tocar no solo, recolhendo em seguida a corda; meça o comprimento da corda: esse comprimento é igual à altura do prédio».

Não há dúvida que se tratava duma resposta interessante; mas devia ser valorizada? Observei que a reclamação do aluno era fundamentada pois a resposta era completa e correcta. Mas, por outro lado, a valorização da resposta podia conduzir a uma boa nota em Física. Tal nota deve corresponder, em princípio, a um certo nível de conhecimentos, que a resposta não provava. Assim, sugeri que o aluno tentasse de novo responder à pergunta. Não me surpreendeu que o meu colega concordasse mas admirei-me que o aluno o fizesse. Obtido esse acordo concedi ao aluno 6 minutos prevenindo-o de que a resposta deveria revelar conhecimentos de Física. Ao cabo de 5 minutos o aluno não tinha escrito nada. Perguntei-lhe se desistia visto que eu ia ter outra aula mas ele afirmou que de modo nenhum; podia dar muitas respostas diferentes e apenas hesitava na escolha da melhor resposta. Pedi desculpa de o ter interrompido e ele prosseguiu; no minuto seguinte apareceu a resposta: «Leve o barómetro para o telhado do prédio e debruce-se. Deixe cair o barómetro medindo a duração da queda com um contador de segundos. Através da fórmula $e = \frac{1}{2} gt^2$ calcule a altura do prédio».

Nessa altura perguntei ao meu colega se desistia. Disse que sim e atribuiu ao aluno

praticamente a valorização máxima. Ao sair do gabinete lembrei-me que o aluno disse que tinha outras soluções do problema e pedi-lhas. «Claro, disse o aluno, há muitos métodos para determinar a altura dum prédio com um barómetro. Por exemplo: num dia de sol podia medir o comprimento do barómetro, os comprimentos das sombras do barómetro e do prédio e através duma simples proporção obter a altura do prédio». «Muito bem, disse eu; e os outros métodos?».

«Ah, sim, há um método baseado em noções elementares de que vai gostar. Neste método pega-se no barómetro e sobe-se as escadas. À medida que se sobe vai-se marcando comprimentos do barómetro ao longo da parede. No fim conta-se o número de marcas e tem-se a altura do prédio em unidades «barómetro». É um método muito directo».

«Se quiser um método mais sofisticado pode atar o barómetro a um fio e com um pêndulo assim constituído determinar «g» ao nível da rua e no telhado do prédio. Em princípio, a altura do prédio pode ser calculada a partir da diferença entre os dois valores de «g».

Finalmente concluiu: «Se não me impuser que a solução seja obtida através da Física há muitos outros métodos: por exemplo descer as escadas e bater em casa do porteiro. Quando ele vier atender diga-lhe: «Meu caro senhor porteiro, tenho aqui um barómetro muito bonito. Se me disser qual é a altura do prédio, dou-lhe o barómetro».

Nessa altura perguntei se de facto ele não sabia a solução do problema. Disse-me que claro estava que sabia mas que estava tão farto de ter professores que queriam ensiná-lo a pensar e a ter espírito crítico em vez de lhe revelarem a estrutura do conteúdo dos cursos que decidira «denunciar» o que considerava ser uma falta de autenticidade.

O paradoxo dos gémeos^(*)

A. M. NUNES

Departamento de Física, Faculdade de Ciências de Lisboa

O «paradoxo dos gémeos» tem sido um tema quase constante na literatura sobre Relatividade. Apesar de muitos autores considerarem que o problema dos gémeos pode ser resolvido no âmbito da Relatividade Restrita sem dar origem a nenhum paradoxo, ou, mais precisamente, que a conclusão do «envelhecimento assimétrico» não é paradoxal uma vez que os dois gémeos não estão em situações simétricas — um permanece sempre num certo referencial de inércia e outro não —, têm surgido ao longo dos anos autores que defendem a opinião contrária, ou seja, a de que o problema dos gémeos não pode ser tratado em Relatividade Restrita. Do primeiro destes grupos faz parte o próprio Einstein que, transcrevemos do artigo de Macedo, «não se chega a aperceber da natureza paradoxal do resultado». Do segundo grupo fazem parte autores, alguns de reconhecido mérito, que desenvolvem uma argumentação em geral bastante sofisticada e assente na discussão da interpretação física das grandezas e dos dados do problema. Não é o caso do artigo de Macedo, recentemente publicado nesta revista, em que se pretende demonstrar com base em cálculos muito simples que em Relatividade Restrita não é possível resolver o «paradoxo» dos gémeos.

Qualquer leitor atento e familiarizado com as fórmulas de transformação da Relatividade Restrita poderá notar que os cálculos efectuados no final do artigo, sobre os quais assenta todo o argumento de Macedo, estão errados.

O atraso do relógio do gémeo 1 em relação ao do gémeo 2 do ponto de vista de δ foi calculado correctamente pelo autor, que obteve o valor

$$\Delta T = \Delta t_2 (1 - \sqrt{1 - \beta^2}) \quad (1)$$

Calculemos agora a mesma grandeza do ponto de vista do referencial α .

O gémeo 2 desloca-se com velocidade v em relação a α ; portanto, um observador em α dirá que enquanto decorre em α o intervalo de tempo $\Delta t'_2$, o gémeo 2 vai envelhecer

$$\Delta t_2 = \Delta t'_2 \sqrt{1 - \beta^2} \quad (2)$$

Quanto ao gémeo 1, sabemos que estará imóvel em α durante um certo intervalo de tempo, e que depois se desloca em relação a α com velocidade

$$v' = \frac{2v}{1 + \beta^2} \quad (3)$$

O tempo, medido em α , que o gémeo 1 demora a alcançar o gémeo 2 é então

$$\Delta t'_{II} = \frac{v \Delta t'_2}{2v} = \frac{\Delta t'_2}{2} (1 + \beta^2) \quad (4)$$

Portanto, o gémeo 1 vai estar imóvel em α durante um intervalo de tempo

$$\Delta t'_I = \Delta t'_2 - \frac{\Delta t'_2}{2} (1 + \beta^2) \quad (5)$$

deslocando-se depois com velocidade v' durante $\Delta t'_{II}$ (note-se que $\Delta t'_I \neq \Delta t'_{II}$).

Um observador em α dirá então que o gémeo 1 vai envelhecer até ao instante do encontro,

$$\Delta t_1 = \Delta t'_I + \Delta t'_{II} \sqrt{1 - \beta'^2} \quad (6)$$

(*) Comentário a um artigo de P. Macedo, *Gazeta de Física*, VII, págs. 9-20 (1980).

Cálculos simples permitem escrever, em vez de (6),

$$\Delta t_1 = \Delta t'_2 (1 - \beta^2) \quad (7)$$

A diferença de idades entre 1 e 2 calculada pelos observadores de α é portanto

$$\Delta T' = \Delta t_2 - \Delta t_1 = \Delta t'_2 (\sqrt{1 - \beta^2} - 1 + \beta^2) \quad (8)$$

ou seja, escrevendo $\Delta T'$ em função do intervalo de tempo medido no relógio do gêmeo 2,

$$\Delta T' = \Delta t_2 (1 - \sqrt{1 - \beta^2}) = \Delta T \quad (9)$$

que é exactamente o resultado contrário ao que o autor pretende demonstrar. Não há, portanto, razão para dizer que o «paradoxo» dos gémeos levanta, em Relatividade Restrita, alguma dificuldade.



A FÍSICA FORA DO LABORATÓRIO

«Convite renovado ao espírito de observação dos leitores; contribua com as suas observações».

(Vide Gazeta Física, vol. V, fasc. 7, pág. 230, 1972).

LUZ POLARIZADA

A polarização da luz é um fenómeno de consequências facilmente observáveis, que manifestam a natureza vectorial das ondas electro-magnéticas.

Se bem que se encontrem algumas consequências «naturais», isto é, em objectos de uso corrente, uma boa observação da polarização tem de fazer recurso a materiais com propriedades especiais que permitam polarizar a luz ou analisar a polarização produzida na luz por circunstâncias várias.

Felizmente existe, facilmente acessível, um material (Polaroid) com apreciável poder de polarização e que se encontra bastante divulgado como revestimento de óculos de sol, em película fina sobre as lentes. Praticamente, qualquer oculista tem, quer os óculos, quer pequenos fragmentos de plástico montados em cartões. Estes fragmentos são normalmente usados para demonstração, funcionando por exemplo o vidro dos óculos como polarizador e o fragmento no cartão como analisador, ou vice-versa.

A reflexão da luz numa superfície plana de vidro é geralmente acompanhada, em maior ou menor grau, de polarização da luz reflectida. Este fenómeno pode ser utilizado para construir dispositivos analisadores ou polarizadores cuja manipulação não é, no entanto, fácil, pelos alinhamentos de direcção que exige.

Contudo, torna-se bastante interessante a observação de fenómenos de polarização produzidos por reflexão ou difusão da luz em diversos «objectos» correntes.

Assim, foi-me chamada a atenção para a frequente observação de manchas nos vidros de automóveis, particularmente nos pára-brisas quando observados do exterior, e que tal fenómeno se deveria provavelmente à reflexão no vidro, segundo ângulo conveniente da luz polarizada do céu.

Com efeito, aquilo a que vulgarmente chamamos céu e tem cor azul é apenas a atmosfera terrestre que através dos seus componentes,

moléculas de oxigénio, azoto, etc. e também através das minúsculas gotas de água e poeiras em suspensão, difunde em todas as direcções a luz solar incidente. Esta difusão é porém selectiva em relação ao comprimento de onda e acompanhada de polarização da luz difundida.

A primeira propriedade manifesta-se na cor azul apresentada por um céu límpido, visto que a difusão da luz pelas moléculas do ar se faz com predominância dos comprimentos de onda correspondentes à cor azul. Esta predominância deve-se ao facto das moléculas serem objectos muito pequenos, de dimensões inferiores a $0,1\lambda$, isto é inferiores a cerca de $0,00001$ cm, e nessa zona a difusão se faz proporcionalmente a $1/\lambda^4$. Objectos de dimensões maiores ($\geq 0,001$ cm), por exemplo as pequenas gotículas de água das núvens ou as poeiras em suspensão, difundem a luz duma maneira uniforme em relação ao comprimento de onda e portanto manifestam uma cor branca. Igual distinção se observa em relação à segunda propriedade, pois facilmente se verifica que a luz do céu é polarizada e a luz branca das núvens o não é.

Observando o azul do céu através do Polaroid e rodando o plano de polarização, isto é, rodando o cartão mantendo-o paralelo a si mesmo, nota-se em certas posições um obscurecimento acentuado do céu, não se notando qualquer alteração no caso das núvens.

De modo análogo se pode verificar que a luz do Sol ou de um candeeiro não é polarizada, enquanto que a sua reflexão num vidro dum janela, dum mostra ou dum automóvel, provocará polarização apreciável se o ângulo de reflexão for próximo do ângulo de Brewster (no caso do vidro $\approx 57^\circ$).

Porém as propriedades polarizadoras dum material como o vidro ou plástico (perspex) evidenciam dum forma dramática a falta de homogeneidade ou uniformidade da estrutura interna. Um vidro mal cozido, isto é, com zonas de tensão interna anormais, manifesta nessas zonas também anormalidades na polarização da luz reflectida; e não apenas mal cozido, pois tensões internas anormais podem ser produzidas

dobrando o vidro ou o plástico ou submetendo-os a pressões ou torsões.

Neste contexto, as manchas mencionadas dos vidros dos automóveis (e montras, etc.), aparecem como variações do poder da polarização ou do índice de refração do vidro em causa. Este funciona como analizador da polarização da luz do céu quando esta é observada segundo ângulos de incidência próximos do de Brewster. As variações observadas reflectem pequenas tensões residuais resultantes do processo de fabrico ou da moldagem do vidro à forma final. Note-se que este fenómeno não é tão claramente observado se o vidro tiver poeira pois a luz aí difundida não é analisada. No entanto não é de desprezar a possibilidade de alguns aspectos observados serem provenientes dos fenómenos de reflexão e refração nas duas superfícies paralelas do vidro, que funcionariam como polarizadoras e analizadoras da luz.

Estes fenómenos podem ser observados de uma forma muito clara e com um dramático efeito de demonstração utilizando plástico moldado que normalmente apresenta grande falta de homogeneidade de tensões internas. Caixas, ou tampos de caixas, de plástico transparente e razoavelmente planas, evidenciam frequentemente estes efeitos. Porém para os observar é necessário escolher um dia em que o céu esteja bem azul para que a luz a utilizar na experiência seja apreciavelmente polarizada. Se o céu não está bem azul devido por exemplo a um conteúdo elevado de vapor de água ou poeiras em suspensão (céu acinzentado), grande parte da luz provém da difusão nesses componentes e não é polarizada. Uma situação ideal ocorre naqueles dias em que uma boa parte do céu está azul e noutra se encontram bastantes nuvens brancas. Observando o céu por reflexão na superfície de plástico facilmente se notam irizações intensas quando se utiliza a luz polarizada do céu azul e que desaparecem quando se utiliza a luz difundida pelas nuvens. Dado que a rotação do plano de polarização também depende do comprimento de onda torna-se espectacular a

observação das irizações através do «Polaroid» devido às extinções parciais que provoca.

Outra observação interessante pode ser feita usando uma superfície de vidro plano. Em particular escolhendo uma montra e observando-a segundo um ângulo de reflexão próximo do de Brewster, através do «Polaroid», consegue-se uma extinção total da imagem reflectida para certas orientações do plano de polarização. Se repararmos que estas orienta-

ções são procuradas por rotação no plano do «Polaroid», isto é, no plano perpendicular à direcção de propagação da luz, facilmente se conclui que a grandeza que descreve a luz não possui simetria em torno da sua direcção de propagação, manifestando assim a sua natureza vectorial.

Obtenha um fragmento de Polaroid e experimente!

C. MARCIANO

Departamento de Informática da Universidade Nova de Lisboa

FÍSICA 84 — 4.^a CONFERÊNCIA NACIONAL DE FÍSICA

I. ORGANIZAÇÃO DA CONFERÊNCIA

Em finais de 1982 o Conselho Directivo da Sociedade Portuguesa de Física incumbiu a Delegação Regional de Lisboa de organizar a 4.^a Conferência Nacional de Física. Com uma periodicidade bienal, as Conferências anteriores tinham sido organizadas em Lisboa (78), Porto (80), Coimbra (82).

Na sequência de várias sugestões e tendo em vista uma convivência entre os participantes mais estreita do que aquela que uma grande cidade proporciona, uma descentralização de actividades científicas e um apoio às novas cidades universitárias, e dada a existência de condições mínimas locais, foi escolhida a cidade de Évora para a realização da Física 84.

Em Março de 1983 foi enviada aos sócios a 1.^a Circular e uma ficha de Inscrição provisória. Foram recebidas 231 respostas (55 da D. R. Coimbra, 132 da D. R. Lisboa e 44 da D. R. Porto). A distribuição profissional e a intenção de apresentar trabalhos foram as indicadas no quadro anexo.

Os temas mais sugeridos para serem tratados a nível mais geral, em palestras convidadas ou mesas-redondas e grupos de trabalho foram o Ensino da Física, A Física e a Sociedade, Energia, História e Filosofia das Ciências, Astrofísica e Cosmologia, Microcomputadores.

A Física 84 veio a contar efectivamente com 506 participantes. A presença estrangeira consistiu em 5 conferencistas convidados, 25

	Ens. Univ. + Lab. Invest.	Ens. Sec.	Indús- tria	Estu- dantes	Outros	Total
N.º de Ins- critos	131	79	4	14	3	231
N.º de Trá- balhos	109	3	—	2	—	114

professores e estudantes da Universidade de Santiago de Compostela, 2 colegas angolanos, 1 guineense e 1 caboverdiano. A participação dos conferencistas estrangeiros foi assegurada através da colaboração de colegas que organizaram as respectivas vindas no âmbito das suas relações de cooperação científica e elaboraram os programas das respectivas visitas. A Comissão Organizadora limitou-se a seleccionar as propostas recebidas nesse sentido e a oferecer a estadia em Évora. A presença dos colegas africanos foi assegurada com a colaboração da Direcção-Geral de Cooperação do Ministério dos Negócios Estrangeiros.

As comunicações aceites foram agrupadas em 8 temas:

	N.º de Comunicações
1. Física Nuclear	24
2. Física Atómica e Física Molecular	10+23
3. Física da Matéria Condensada	47
4. Electromagnetismo, Plasmas e Astrofísica	18
5. Geofísica, Oceanografia, Meteorologia e Ambiente	34
6. Física Aplicada, Óptica e Computadores	19+10+15
7. Física Teórica	8
8. Ensino da Física	24

Pela primeira vez nesta série de Conferências Nacionais de Física se recorreu sistematicamente à apresentação das comunicações em painel (posters). Todas as comunicações foram expostas em painel. Para cada tema foi pedida a colaboração de um coordenador. As sessões de comunicações consistiram na apresentação comentada das comunicações pelos coordenadores respectivos ou na apresentação oral sintética pelos próprios autores, seguida de visita e discussão junto aos painéis.

Outra inovação foi a realização de sessões de trabalho de grupo e de debate sobre temas de particular acuidade, mormente na área do ensino da física. Nesse sentido funcionaram 12 mesas-redondas ou grupos de trabalho sobre os seguintes temas:

- Micro e Minicomputadores na Investigação em Física.
- Organização de I & D em Física.
- Investigação e Ensino em Física Nuclear em Países em Via de Desenvolvimento.
- A Física na Indústria.
- Ensino e Aprendizagem da Física.
- A Matemática e a Física no Ensino.
- A Formação de Professores de Física.
- O Laboratório no Ensino da Física.

- A Mecânica no Ensino Secundário.
- Micro e Minicomputadores no Ensino da Física.
- O Ensino da Física e o Desenvolvimento do Raciocínio.
- O Papel dos Físicos na Luta pela Paz. A Educação para a Paz.

Realizaram-se, também, 14 conferências convidadas, sobre temas de interesse geral por especialistas nacionais e estrangeiros. A escolha dos temas baseou-se nas respostas ao Inquérito enviado na 1.^a Circular.

Em paralelo com a Física 84 decorreu uma exposição de equipamento de material científico, didáctico e bibliográfico a cargo de firmas comerciais. Efectuou-se também uma exposição de índole didáctica promovida por participantes.

Foi emitida uma medalha comemorativa e um envelope comemorativo. Foi solicitada a colaboração dos CTT para a emissão de um carimbo alusivo à Conferência.

A organização da Física 84 contou com o apoio das seguintes entidades, às quais se expressa publicamente o agradecimento:

Fundação Calouste Gulbenkian; Instituto Nacional de Investigação Científica; Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica; Secretaria de Estado do Ensino Superior; Direcção-Geral da Cooperação do Ministério dos Negócios Estrangeiros; Laboratório Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial; Reitoria da Universidade de Évora; Departamento de Física da Universidade de Évora; Câmara Municipal de Évora; Governo Civil de Évora; Delegação de Évora do Instituto do Emprego e Formação Profissional; Divisão de Física Nuclear da Sociedade Portuguesa de Física; Empresa de Investigação e Desenvolvimento de Electrónica, SARL (EID); Banco Totta e Açores; Banco Pinto e Sotto Mayor.

Comissão Organizadora da Física 84

II. SUMÁRIO DA CONFERÊNCIA

Realizou-se em Évora de 16 a 20 de Abril a quarta conferência bienal de física promovida pela Sociedade Portuguesa de Física. A diversidade dos domínios de Física em que houve comunicações e debates e a simultaneidade das sessões torna extremamente difícil a tarefa de fazer um sumário da conferência.

Com as conferências bienais de Física os participantes adquirem uma visão global actualizada daquilo que entre nós se realiza em Física. É uma boa oportunidade para conhecer ou conhecer melhor o que os colegas de outras instituições estão a fazer. Por vezes surge a possibilidade de estabelecer uma colaboração entre pessoas de vários grupos ou instituições. Penso que estas funções da conferência são muito importantes. Desde a primeira conferência em 1978 percorreu-se um longo caminho e creio que hoje, em 1984, está mais fortalecida a nossa identidade de físicos no seio da sociedade portuguesa.

Importa salientar que a nossa actividade no campo da Física, seja no âmbito do ensino, da investigação ou das aplicações, contribui para formar a nível nacional a imagem do cientista — neste caso do físico. Cientistas que aquém e além fronteiras constituem um dos vectores fundamentais da transformação da sociedade.

Uma possível metodologia para extrair algumas conclusões sobre a Física 84 é compará-la com as anteriores conferências no que respeita aos resultados apresentados. Esta comparação permite referir os grandes domínios da Física e fazer uma breve análise do crescimento relativo destes domínios em Portugal.

As comunicações apresentadas nas 4 conferências de Física da S.P.F. estão agrupadas por áreas científicas nos livros de resumos. A classificação utilizada aqui pretende compatibilizar as classificações usadas nas anteriores conferências e não coincide inteiramente com a da Física 84. Na tabela indica-se o número de comunicações apresentadas nas 4 conferências da S.P.F., agrupadas em 11 grandes áreas científicas. Sem pretender fazer

uma análise exaustiva vou apenas salientar alguns aspectos que me parecem mais evidentes e significativos.

Áreas científicas	Anos das Conferências Nacionais de Física da S.P.F.			
	1978	1980	1982	1984
Física Matemática	4	2	8	8
Física das Altas Energias	7	7	3	2
Física Nuclear	15	15	27	17
Física Atómica	2	7	16	9
Física Molecular	8	11	5	24
Física da Matéria Condensada	21	29	42	47
Física dos Plasmas e Electromagnetismo	8	4	8	14
Astrofísica	1	—	—	4
Ciências Geofísicas	9	—	14	24
Física Aplicada	14	28	45	58
Ensino da Física	—	12	17	24
TOTAIS	89	112	185	231

Na Física das Altas Energias há uma situação que se afigura como anómala. Repare-se que o número de comunicações tem vindo a decrescer sistematicamente desde 1978. Contudo o número de físicos que em Portugal se dedicam a este tema tem aumentado significativamente e as duas comunicações apresentadas não me parecem representativas da sua vigorosa actividade. Parece-me haver aqui um desajuste que importa analisar e compreender melhor. Será que os físicos portugueses de altas energias consideram que estas conferências de carácter geral não constituem o ambiente desejável para as suas comunicações especializadas? À nossa comunidade de físicos interessa saber que tem sido proposto às entidades governamentais a participação de Portugal no CERN. Creio que seria muito útil proceder a uma mais ampla divulgação entre nós da actividade do CERN e das condições nas quais poderíamos participar neste centro europeu de investigação.

Tanto a Física Nuclear como a Física Atómica parecem encontrar-se numa fase de crescimento nulo, talvez mesmo numa fase regressiva. Porém no caso da física nuclear experimental observa-se um aumento muito significativo das aplicações dos métodos e técnicas nucleares a outras áreas científicas, especialmente à Física do Estado Sólido. Creio que esta evolução reflecte uma maturidade científica e técnica de alto valor.

A Física da Matéria Condensada tem tido entre nós um desenvolvimento constante. As comunicações apresentadas mostram bem que esta é uma área científica de grande vitalidade. Certamente que há muito a esperar, sobretudo a médio e longo prazo, do impacto deste desenvolvimento nas actividades económicas do país.

É agradável verificar que o número de comunicações em Física dos Plasmas aumentou significativamente em relação a 1982. Em astrofísica o número de contribuições é ainda insignificante se pensarmos na projecção que este domínio tem no estrangeiro e no interesse que desperta entre nós, especialmente nos estudantes de física. Estão a ser tomadas iniciativas de desenvolvimento neste domínio. Podemos esperar que a situação em 1986 tenha melhorado, embora resultados significativos só possam porventura prever-se a médio prazo.

O número de comunicações na área das ciências geofísicas aumentou bastante em relação a 1982. Creio ser muito válido o desenvolvimento que os estudos oceanográficos estão a ter entre nós devido às múltiplas aplicações e incidências na actividade económica. Repare-se também no elevado número de comunicações envolvendo a radiação solar e na importância que isso tem na perspectiva de se intensificar a utilização da energia solar em Portugal.

O aspecto mais significativo deste estudo comparativo das 4 conferências nacionais de Física é o aumento regular no tempo do número de comunicações em Física Aplicada. Este facto demonstra bem o interesse dos cientistas

portugueses — neste caso os físicos — em se tornarem, cada vez mais, parte integrante do processo produtivo. Penso ser possível dizer que estamos no limiar de uma nova fase em que a indústria começa a ter interesse em colaborar com os cientistas portugueses e estes começam a ter interesse em colaborar com a indústria. Será porventura um truismo dizer que para fomentar esta colaboração é indispensável que ela traga vantagens a uns e outros — isto é, a colaboração traga, por um lado, vantagens à indústria e, por outro, vantagens aos cientistas que, na maioria, são investigadores em laboratórios estatais e professores universitários. O governo pode, se efectivamente o quiser fazer, fomentar esta colaboração. Os problemas estão na sua esmagadora maioria identificados, o diagnóstico está feito. É necessário passar à acção.

Mesmo que este apoio explícito não venha a concretizar-se, a colaboração continuará a processar-se pela simples razão de que ela é cada vez mais necessária ao país. Muitas das comunicações apresentadas revelam um útil e dinâmico intercâmbio entre, por um lado, os organismos estatais de investigação e/ou as universidades e por outro lado a indústria. Como nasceu esta colaboração? Pela iniciativa e pelo espírito inventivo e criador das pessoas intervenientes.

É evidente que o aparecimento destes projectos conjuntos pode ser apoiado através de melhor informação e incentivos. Porém o mais importante neste momento é estar demonstrado, de forma bem evidente, que eles são possíveis em escala já apreciável. Com o objectivo de procurar dar uma ideia do âmbito e extensão da actividade em Física Aplicada em Portugal vou apenas referir alguns dos temas de comunicações neste domínio apresentadas na Física 84. Houve comunicações sobre medidas em fibras ópticas, normas relativas a lentes oftálmicas, detecção, localização e identificação de inclusões em diamantes, métodos físicos para controlo de qualidade na indústria têxtil, métodos ópticos para controlo de obturadores, instrumentação nuclear aplicada (sondas de neutrões,

sondas gama, monitores de nível e espectrómetros gama para triagem do minério de urânio), energia solar, economia de energia, monitorização do ambiente, optoelectrónica, instrumentação electrónica, metrologia, etc.

Foram também apresentadas comunicações no domínio das aplicações da Física na medicina, embora aqui a situação seja francamente decepcionante. Houve 4 comunicações das quais apenas 1 de Lisboa onde, como se sabe, se concentra a maioria dos hospitais do país e há 2 Faculdades de Medicina. Por outro lado é do nosso conhecimento que a aplicação de métodos físicos em medicina tem-se desenvolvido de modo espectacular nos últimos anos. A título de exemplo enumeram-se as seguintes; tomografia axial computadorizada, cintigrafia, tomografia de emissão de positrões, ressonância nuclear magnética, terapia com ciclotrões e aceleradores lineares e ultra-sons. É um vastíssimo campo de actividade para físicos que neste momento em Portugal tem uma expressão muito deficiente. Estou certo de que a situação há-de mudar através do nosso empenhamento e também da percepção que os médicos hão-de vir a ter de que esta colaboração dos físicos pode ser-lhes útil.

É actualmente reconhecida em muitos países da Europa a profissão de físico médico e há cursos universitários que formam profissionais nesse domínio. Na Itália, por exemplo, o número de físicos médicos é cerca de 200 enquanto que em Inglaterra esse número eleva-se a 2.000.

No domínio do Ensino da Física houve bastantes resultados a assinalar. Os participantes na conferência manifestaram com veemência a opinião de que a Física deve voltar a ser lecionada ao nível do 7.º ano de escolaridade. Foram apresentadas várias propostas para melhorar a formação dos professores de Física. Foi elaborado um programa mínimo de Matemática considerado necessário para lecionar Física desde o 8.º ao 12.º ano de escolaridade e outro necessário para preparar os alunos para os cursos universitários de Física. Foi lançado o projecto de elaborar, no âmbito da S.P.F.,

um programa global das matérias de Física para o ensino secundário. Foi ainda sugerido que as Sociedades de Física, Matemática e Química construam uma proposta programática conjunta para o ensino secundário a apresentar ao Ministério da Educação.

Certamente que não me referi a tudo que efectivamente merecia uma referência, porém o espaço disponível é limitado e a minha capacidade de fazer uma súmula também. Antes de terminar gostaria de dizer algumas palavras sobre a Sociedade Portuguesa de Física. A S.P.F. tem uma nova direcção e desejamos tomar iniciativas úteis à nossa comunidade e ao país, na medida das nossas possibilidades. Consideramos prioritário que a Gazeta de Física volte a publicar-se. No campo do ensino, para além de outras actividades, temos a responsabilidade de implementar as propostas aprovadas na Física 84, designadamente as relativas aos programas de ensino. Em Física Aplicada creio que a S.P.F. tem um papel a desempenhar incentivando a oportunidade de ligações entre físicos e a indústria. É possível desenvolver um sistema de informação que seria útil tanto às empresas como aos organismos de investigação e às Universidades.

Foi muito agradável para os participantes na Física 84 ter a oportunidade de passar 4 dias na maravilhosa cidade de arte e de história que é Évora. Todos os participantes encontraram algum tempo para passear pelas belas ruas da cidade e visitar monumentos e museus. Finalmente em nome da S.P.F. e dos participantes da Física 84 gostaria de agradecer à Comissão Organizadora todo o seu trabalho, todo o seu entusiasmo e imaginação. Foi uma bela e útil conferência e isso deve-se em grande parte ao cuidado que a Comissão Organizadora colocou na sua realização. É um processo longo que envolve múltiplos contactos com entidades e organizações. Ficou muito dos 4 dias da Física 84; novos projectos, novas ideias, novas colaborações e novas tarefas para a S.P.F.

FILIPE DUARTE SANTOS
Secretário-Geral da S.P.F.

III. CONCLUSÕES DE ALGUNS GRUPOS DE TRABALHO

1. Ensino e Aprendizagem da Física

Coordenadora: MARIANA P. B. A. PEREIRA

O trabalho deste grupo (cerca de 40 participantes) pode considerar-se dividido em duas partes.

Na primeira parte foram debatidas basicamente questões gerais sobretudo o processo ensino-aprendizagem, a saber:

- O que é que leva um professor a seleccionar determinada estratégia de ensino?
- O que é que cada professor pretende ao ensinar Física?
- Qual é a imagem da Física que os alunos retêm?

Alguns factores que, segundo a opinião dos participantes, parecem levar a que os alunos não aprendam Física são os seguintes:

- ensino em função de conteúdos programáticos;
- não desenvolvimento do gosto pela Física;
- não desenvolvimento de capacidade crítica nos alunos de qualquer grau de ensino, nos professores em formação e nos próprios professores;
- falta de coordenação entre Matemática e Física;
- não consideração de aplicações de Física em disciplinas das áreas vocacionais.

Foram referidos alguns impedimentos ao trabalho dos professores com os alunos, nomeadamente os seguintes:

- dificuldade de montagem de experiências a realizar pelos alunos devido a não existência de:
 - material de montagem acessível, em diversas mesas de trabalho;

- folhas de instruções relativas a funcionamento de material que foi distribuído às escolas;
- falta de cooperação dos colegas de Grupo e, nomeadamente do delegado de Grupo, no esclarecimento de dúvidas aos colegas;
- em particular, no curso complementar, foi apontado o facto de o currículo dos alunos ser extremamente sobrecarregado, e no 12.º ano foi referida a dificuldade de cobrir todo o programa, sobretudo após ter diminuído o número de horas lectivas.

Na segunda parte das actividades do grupo de trabalho foram debatidas perspectivas de ensino e perspectivas de aprendizagem relativas a alguns tópicos de Física, como:

- carácter vectorial e escalar do movimento;
- aplicações de várias forças a um corpo;
- lei da inércia.

Os participantes consideraram que, embora se tivessem afastado um pouco da essência do tema do grupo de trabalho, durante a primeira parte, esta foi-lhes necessária para consciencializarem, em comum, o retrato das dificuldades que se lhes deparam na vida do professor de Física.

2. A Matemática e a Física no Ensino

Coordenadores: FILIPE DUARTE SANTOS,
CARLOS SANTOS SOARES

- a) Foi aprovada uma recomendação ao Ministério da Educação para que a disciplina de Física volte a ser leccionada no 7.º ano de escolaridade.
- b) Foi aprovado um programa mínimo de matemática considerado necessário para leccionar física desde o 8.º ano de escolaridade até ao 1.º ano universitário.

Para cada ano de escolaridade indicam-se a seguir as matérias de Matemática que se consideram necessários para ensinar Física nesse ano.

8.º ano

- Cálculo com dízimas e potências de expoente positivo e negativo;
- Cálculo com frações;
- Cálculo aproximado e cálculo mental;
- Equações numéricas e literais;
- Proporcionalidades (directa e inversa);
- Leitura gráfica;
- Geometria plana, incluindo áreas de figuras planas;
- Volumes de alguns sólidos geométricos.

9.º ano

- Cálculo numérico e literal;
- Equações numéricas e literais (incluindo equações com incógnita em denominador);
- Sistemas de equações;
- Noção de vector: características dos vectores;
- Operações simples com vectores no plano.

10.º ano

- Geometria analítica no espaço; sistemas de 3 eixos e projecções nos 3 eixos;
- Noção de função incluindo representação gráfica;
- Limites e derivadas;
- Levantamento de indeterminações do tipo 0/0;
- Interpretação de gráficos;
- Trigonometria. Funções sen, cos, tg. Resolução de triângulos rectângulos;
- Cálculo vectorial: soma, produto interno e produto vectorial de vectores.

11.º ano

- Função logaritmo e cálculo logarítmico.

12.º ano

- Funções vectoriais;
- Derivadas de 1.ª e 2.ª ordem de funções vectoriais;
- Diferencial exacta;
- Primitivação e integração simples;
- Derivação de funções transcendentais (incluindo as funções com sen, cos e tg).

1.º ano universitário

- Cálculo vectorial em R^3 ;
- Prática de utilização de funções transcendentais: derivação e primitivação; exemplos conducentes à resolução de equações diferenciais simples;
- Mudança de coordenadas em R^2 e R^3 ;
- Cálculo infinitesimal, diferencial e integral de funções de uma variável real;
- Análise combinatória; fórmula de Newton;
- Noções elementares de estatística;
- Noções elementares de probabilidades.

c) Foi aprovada a seguinte proposta referente à elaboração de um programa coerente de Matemática, Física e Química para o ensino secundário a apresentar ao Ministério da Educação.

- Considerando que nesta Conferência os professores presentes, de Física, de Química e de Matemática, dos ensinos secundário e superior, analisaram alguns pontos, e dificuldades de ministrar os conhecimentos das suas áreas;
- Considerando que o nível de conhecimentos dos estudantes do nível secundário e do 12.º ano é bastante descoordenado, sobretudo nas suas valências de Física, Química e Matemática;
- Considerando que, no ensino superior estão a ser admitidos estudantes sem a preparação mínima, em pontos importantes, tanto em Física e Química como em Matemática, para a progressão eficiente num curso de ciências exactas;

— Considerando haver boas possibilidades de os professores desta área realizarem um debate mais aprofundado, largamente convergente e frutífero sobre este ponto.

Propõe-se:

Que seja realizado, no âmbito das Sociedades de Física, de Química e de Matemática, um encontro de trabalho conjunto, entre professores dos ensinos secundário e superior, de modo a serem revistos os programas destas áreas, e ser elaborada uma proposta programática conjunta, de modo a, pela primeira vez, se encontrar um conjunto coerente de conhecimentos mínimos, que satisfaçam requisitos de qualidade e eficiência de aprendizagem e permita melhorar substancialmente o rendimento e conteúdo do ensino.

3. A Formação dos Professores de Física

Coordenadores: LUÍS FRASER MONTEIRO,
MARIA DE LOURDES FRASER MONTEIRO

A. Falta Generalizada de Preparação dos Agentes de Ensino da Física

Foi notória a preocupação com este grave problema. O ensino da Física, nos níveis preparatório e secundário, está, em larga medida, entregue a agentes sem preparação minimamente aceitável, vindos das mais variadas formações profissionais, em regime de desemprego ou subemprego nas suas áreas e que «recorrem ao ensino» como meio de aumentarem os seus rendimentos ou mesmo como único meio de subsistência. Muitos, ainda sem profissão, são estudantes com um nível de conhecimentos pouco acima do dos seus alunos.

O caso especial do ensino do 12.º ano na via de ensino superior é particularmente grave.

Embora legalmente esse nível devesse estar apenas entregue a professores qualificados, a situação de facto é muito diferente e são em grande número os agentes sem qualificação que aí «leccionam».

Esta situação contribui fortemente para a criação do problema tratado adiante na alínea E).

As possíveis soluções para esta questão ligam-se intimamente com o ponto seguinte.

B. Inexistência de Incentivos para a Melhoria e Aperfeiçoamento Profissionais

O actual sistema de carreiras dos agentes de ensino revela-se desmotivador da procura de melhoria profissional. Não são recompensadas as qualidades de dinamismo, trabalho e brio dos melhores profissionais, em face do desleixo, desinteresse e falta de preparação de uma parte substancial da classe, que, como tal, atravessa um momento difícil e desprestigiado.

É urgente atalhar esta degradação, que abrange as facetas da falta de preparação profissional (tratada no ponto anterior) e falta de motivação para melhoria.

A solução para o grave problema da falta de qualificação profissional, apreciado à escala do País, dependerá muito dum grande empenhamento nacional na formação em serviço. Os problemas ligados com os méritos relativos dos vários modelos de formação inicial existentes, não podendo embora ser descurados, têm pouca relevância em face da magnitude do anterior.

Esta formação em serviço poderá assumir várias formas, todas elas passando pela colaboração da Universidade.

As acções de formação, que se têm realizado em conjunto pelo Ministério da Educação e pela Sociedade Portuguesa de Física colheram uma opinião unânime e entusiasticamente favorável. Deverão ser multiplicadas, levadas a todo o País e, sobretudo aos meios do interior.

Foi também preconizado o seu alongamento para verdadeiros Cursos de Verão (na ordem

dos 15 dias). O seu âmbito deveria ser teórico e prático, com participação activa dos intervenientes e (muito importante, no consenso geral) avaliação final destes.

Os resultados dessa avaliação deverão ter um papel decisivo na promoção dos agentes de ensino.

Por outro lado, foi considerado que aos agentes sem qualificação deveria ser dado um prazo para a sua aquisição, findo o qual seriam considerados qualificados ou deixariam obrigatoriamente o ensino.

Por último, foram mencionadas as grandes possibilidades que o uso da televisão abriria para a formação em serviço e no próprio local de trabalho, se não forem descurados os centros de apoio local.

C. Ausência Quase Total, por Desaparecimento Progressivo, do Ensino Experimental

Este foi também considerado um problema muito grave.

Várias razões contribuem para a sua existência.

Por um lado, a inadequação ou simples falta de instalações, em escolas massificadas. A saída não se afigura simples.

Por outro lado, a falta de preparação dos agentes de ensino, para aulas que são, em princípio, mais difíceis. A solução passa pela melhoria da formação em serviço, em que boa parte da ênfase deverá ser posta na experimentação, mesmo com recurso aos materiais simples do quotidiano.

Há ainda o alheamento e desinteresse de muitos agentes de ensino, que não vêm qualquer recompensa para um acréscimo de esforço. É a esses que se dirigem as medidas de promoção preconizadas no ponto anterior.

O País deverá fazer um grande esforço para incentivar a aplicação, na prática do laboratório, da oficina ou do campo, dos conhecimentos da Física moderna e das suas aplicações técnicas.

Hoje, a riqueza e o poder das nações estão, como é bem sabido, intimamente ligados à Ciência e Tecnologia, que tem na Física uma das suas pedras basilares.

D. Ensino Livresco, Desligado das Realidades, com Ênfase na Aquisição de Conhecimentos e Atrofia das Capacidades de Pensamento Crítico e Criador

É este um problema geral da cultura portuguesa, de há muitas gerações. Há aqui grandes responsabilidades da Universidade.

Foi apresentado nos debates o exemplo duma universidade anglo-saxónica que, para um curso de Direito, exigia qualificações em Francês, Física e... Matemática. Havia que garantir o pensamento crítico e organizado.

A solução para este problema não se afigura fácil. Deverá ainda passar pela aptidão para ligar a teoria à prática, para sujar as mãos, para a aplicação interessante dos princípios, para a valorização da Ciência e da Tecnologia.

Trata-se de uma verdadeira revolução na mentalidade nacional, que se afigura fora das possibilidades de enquadramento deste Grupo de Trabalho.

Não é por acaso, nem por culpa dos físicos, que a Física portuguesa tem uma tão pequena projecção, internacionalmente. Por outro lado, onde se esperaria que o ensino livresco produzisse frutos, sob a forma de aptidões literárias, a decepção é grande: os alunos que chegam à Universidade são pouco mais que iletrados...

E. Falta Generalizada de Interesse por Cursos de Física

Sem este interesse não se pode aumentar substancialmente o número de bons alunos nos cursos de formação de professores de Física.

Foi mencionada a resposta de um estudante que achava que a profissão de professor de

Física era «rotineira». Parece ser esta a imagem projectada, em geral, pela classe: a de que quem não sabe fazer, ensina.

Este problema já se pôs noutros países, nomeadamente os Estados Unidos, que fizeram um esforço muito grande para aumentar o número de alunos em cursos de Física. E conseguiram. Foram os tempos gloriosos do Physics Science Study Committee e do Project Physics, em que várias universidades colaboraram entusiasticamente na organização de currículos e de material de ensino, envolvendo vários meios audiovisuais e experimentais para incentivar o gosto pela Física.

A Sociedade Portuguesa de Física poderá ter um papel muito importante neste domínio, em colaboração com as Universidades e o Ministério da Educação.

F. Grave Desorientação e Frustração dos Estudantes Universitários, que se vêem Forçados a Seguir Cursos que não Desejaram

Este é um problema relativamente recente mas que poderá ter consequências graves no futuro. O actual sistema de ingresso no ensino superior está a revelar-se grandemente desmotivador de vocações nas diferentes áreas do conhecimento.

Um estudante com 14 valores que falhou a entrada em Medicina pode tirar o lugar, num curso de Física (para o qual não sente qualquer aptidão, destinando-se a um futuro de frustração) a outro aluno com gosto pela Física mas apenas com 12 valores e que irá para outro curso e outra frustração...

É urgente repensar o sistema de ingresso de modo a evitar estas situações, que estão a sacrificar uma geração de estudantes, decerto escusadamente.

Não sendo impossível um bom futuro professor de Física ter começado por uma carreira frustrada em Medicina, não será, contudo, um começo auspicioso.

Foi unânime, além disso, a opinião de que o acesso aos cursos universitários de Física

devam ter como habilitação obrigatória a disciplina de Física, no 12.º ano.

4. O Ensino da Mecânica na Escola Secundária

Coordenadores: M. HELENA ANDRADE E SILVA, J. MARAT MENDES, J. VALADARES

- a) Os programas de Física (e de Química) devem ser totalmente reformulados, sugerindo-se a formação de uma Comissão Nacional compreendendo professores do Ensino Superior e do Ensino Secundário.
- b) O ensino da Física deve iniciar-se no 7.º ano de escolaridade sem prejuízo de uma futura reforma geral do ensino que aponte, porventura, para um ensino integrado das Ciências a nível do Curso Geral.
- c) O ensino da Mecânica deve iniciar-se o mais cedo que for possível no Curso Geral mas dentro de uma perspectiva experimental, baseando o seu estudo na intuição e nas experiências diariamente vividas pelos alunos, utilizando apenas a via indutiva para o estabelecimento de alguns conceitos e regularidades ou leis.
- d) A Cinemática e a Dinâmica da partícula devem ser tratadas, por razões de economia, de modo conceptual e completo logo no 10.º ano, sendo necessário que o ensino da Matemática seja reformulado de forma a fornecer o apoio adequado ao ensino da Física.
- e) A disciplina de Física e Química deverá dar lugar a duas disciplinas separadas, a Física e a Química, a nível do 10.º e do 11.º ano, podendo os professores optar por leccionar uma ou outra das disciplinas.

NOTICIÁRIO DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE FÍSICA

1. CORPOS GERENTES DA SPF PARA O TRIÉNIO 1984-86

Mesa da Assembleia Geral

M. F. Laranjeira (Lisboa)

F. C. Parente (Lisboa)

M. O. Canelas (Coimbra)

Presidente da SPF

J. M. Araújo

Secretariado

F. D. Santos, Sec.^o-Geral (Lisboa)

E. Ducla Soares (Lisboa)

J. B. Sousa (Porto)

R. J. Agostinho (Lisboa)

Conselho Fiscal

J. M. Quininha (Lisboa)

J. A. Salcedo (Porto)

M. H. Nazareth (Aveiro)

2. ACTIVIDADES DAS DELEGAÇÕES

2.1. Delegação Regional de Coimbra

Corpos Gerentes para o Triénio 1984-86

Assembleia Regional:

Rui F. Marques (Pres.)

Manuel J. Fiolhais (1.^o-Sec.^o)

Décio R. Martins (2.^o-Sec.^o)

Direcção Regional:

Margarida R. Costa (Pres.)

Maria José Almeida (Sec.^o)

Luís Requicha Ferreira (Tes.^o)

João P. Providência (Vog.)

Maria Raquel Mateus (Vog.)

Actividades Realizadas até Junho de 1984

a) Participação no «*Dia da Cor*» realizado na Escola Secundária José Falcão em Coimbra, no dia 10 de Maio, através da

promoção da realização das seguintes palestras e do pedido de cedência de material do Departamento de Física para a exposição «*À Descoberta da Cor*»:

«Absorção da luz pela matéria no domínio do visível», pela Prof.^a Doutora Maria Salette Leite.

«Interferência e difracção da luz», pelos Prof. Doutor Carlos Fiolhais e Prof. Doutor Rui Marques.

b) Organização de uma visita de alunos do 12.^o ano da Escola Secundária Avelar Brotero, a laboratórios do Departamento de Física onde assistiram à explicação e demonstração das seguintes experiências:

«Deflexão por um campo magnético de um feixe de partículas carregadas», pelo Dr. Joaquim Santos.

«Verificação experimental do teorema do momento angular através de um sistema giroscópico simples», pelo Prof. Doutor Rui Marques.

c) Organização de uma conferência proferida em Leiria sobre o tema:

«Partículas elementares», pelo Prof. Doutor Carlos Fiolhais.

Actividades em Curso

Elaboração de um Boletim da responsabilidade da Direcção da Delegação Regional de Coimbra, que terá, tanto quanto possível, uma periodicidade trimestral. A saída do 1.^o número teve lugar em Julho, esperando-se a saída do 2.^o número em Novembro.

Actividades Planeadas

— Durante 3 dias na semana entre 17 e 22 de Setembro, realizar-se-á no Departamento

de Física, promovido por esta Delegação, um curso para Professores do Ensino Secundário sobre o tema «Termodinâmica», com componente teórica e teórico-prática.

— Tal como foi feito em anos anteriores, em Outubro próximo serão contactados todos os Delegados de Grupo de Física de Escolas Secundárias da zona da Delegação de Coimbra no sentido de, caso estejam interessados, solicitarem a esta Delegação a promoção de palestras, exibição de filmes comentados, etc., dirigidos principalmente a alunos do Ensino Secundário, de vários níveis etários.

— Está prevista a organização a partir de Novembro, de palestras e exibição de filmes no Departamento de Física sobre assuntos fundamentais da Física e sobre assuntos da actualidade (em princípio, às 4.^{as}-feiras de tarde).

— Está prevista a organização a partir de Novembro, de sessões experimentais no Departamento de Física, principalmente dirigidas a Professores do Ensino Secundário (em princípio, às 4.^{as}-feiras de tarde).

2.2. Delegação Regional de Lisboa

Corpos Gerentes para o Triénio 1984-86

Assembleia Regional:

Maria Fernanda Silva (Pres.)
Valtrudes Oliveira (1.^o-Sec.^o)
Maria Amália Bento (2.^o-Sec.^o)

Direcção Regional:

José Carvalho Soares (Pres.)
Manuel Amaral Fortes (Sec.^o)
Manuel Ribau Teixeira (Tes.^o)
Maurícia Oliveira (Vog.)
Jorge Valadares (Vog.)

Acções de Reciclagem Didáctico-Científica

A D. R. de Lisboa da S.P.F. tem vindo a organizar, com ou sem a colaboração do Ministério da Educação, várias acções destinadas à actualização científica e didáctica dos

professores do ensino secundário. Nessas acções têm sido tratados variados temas do programa de Física do Curso Complementar e, ainda, outros temas não contemplados no actual programa.

Para a realização dessas acções, esta D.R.L. tem encarregado diversas equipas mistas de Professores do ensino Superior e do ensino secundário, as quais se reúnem previamente, elaboram e discutem o programa da acção quer no que concerne ao desenvolvimento teórico e à didáctica a utilizar quer no que respeita à actividade experimental, distribuindo entre si as tarefas a levar a efeito. Tem-se procurado, deste modo, conciliar o suporte científico, básico e essencial, com a necessária componente didáctica de modo a satisfazer os legítimos interesses dos professores a que se destinam.

Foram realizados vários cursos em Lisboa, Setúbal, Évora e Faro sobre os mais variados temas, como Mecânica, Electromagnetismo, Física Moderna, Termodinâmica, Física do Estado Sólido, Óptica, etc.

Plano de actividades para o triénio 1984-86

Ao elaborar este plano de actividades, a Delegação Regional de Lisboa procurou dar continuidade a acções bem sucedidas, iniciadas em anos anteriores, e ao mesmo tempo abrir o leque de iniciativas a outros sectores.

O plano de actividades é talvez um pouco ambicioso, mas estamos em crer que a boa colaboração dos sócios permitirá concretizá-lo. Pelo nosso lado, faremos todos os esforços nesse sentido.

Na lista que se segue indica-se, em certos casos, o nome da pessoa que terá a seu cargo a organização da respectiva actividade. Os sócios que queiram participar em determinadas actividades deverão contactar directamente essa pessoa, ou, em alternativa a Direcção da Delegação Regional.

1 — Cursos solicitados pela Direcção-Geral do Ensino Secundário, sobre «Trabalho e Energia» e «Estática», em Lisboa.

2 — Palestras solicitadas pela Direcção-Geral do Ensino Secundário, sobre «O Universo» e «A Energia Nuclear», a realizar em seis cidades.

3 — Colaboração num Colóquio sobre o Desenvolvimento Curricular em Física e em Química.

4 — Cursos para professores do ensino secundário, com a duração aproximada de 5 dias, sobre os seguintes temas:

- Termodinâmica (J. Calado);
- Electromagnetismo (Frazer Monteiro);
- Óptica (José Rebordão);
- Mecânica Quântica (J. Andrade e Silva);
- Tópicos em Física Moderna (Bragança Gil e Carvalho Soares);
- Microcomputadores no ensino (Moreira Gonçalves);
- Resolução de problemas em Física no Secundário (Mariana Alves Pereira e Maria Elisa Maia);
- Interacção Física-Matemática no ensino secundário (Maria Alves Pereira e Paulo Abrantes);
- Estática (M. H. Andrade e Silva e Vítor Ferreira).

5 — Palestras e mesas-redondas na sede da S.P.F. sobre temas científicos de actualidade.

6 — Curso de Física, para jovens (Maurícia Oliveira e J. Valadares).

7 — Olimpíadas de Física (Maurícia Oliveira e J. Valadares).

8 — Informatização da S.P.F.

9 — Criação de um grupo de trabalho sobre os programas de Física do ensino secundário (Mariano Gago).

10 — Reuniões entre membros das Sociedades Portuguesas de Física, Química e Matemática relacionadas com o ensino destas disciplinas no ensino secundário.

11 — Colaboração na «Gazeta de Física», quer no «Noticiário» e «Crítica de Livros», quer fomentando entre os sócios a preparação de artigos.

12 — Diversas iniciativas relacionadas com o tema «Física-Indústria».

13 — Visitas a sectores produtivos importantes.

14 — Palestras seguidas de debate, destinadas a jornalistas, sobre temas por estes propostos (José Rebordão).

15 — Encontro nacional «Física e Agricultura» (R. Namorado Rosa e J. Salgado).

16 — Participação na organização de um Simpósio sobre Física dos Materiais, integrado nos Materiais 85, 2.º Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Materiais (Maio 1985).

2.3. Delegação Regional do Porto

Corpos Gerentes para o Triénio 1984-86

Assembleia Regional:

João Bessa Sousa (Pres.)
 Maria Alfredina Mendes (1.º-Sec.º)
 Maria Manuela Oliveira (2.º-Sec.º)

Direcção Regional:

Manuel Pereira Barros (Pres.)
 José Brochado Oliveira (Sec.º)
 António Pereira Leite (Tes.º)
 Dietmar Appelt (Vog.)
 Flávia Mesquita Mota (Vog.)

Actividades da Delegação

— A presente Direcção Regional iniciou a sua actividade em Fevereiro do corrente ano. A proximidade da FÍSICA 84 não aconselhava a elaboração de um programa de palestras para o ano lectivo então em curso.

Com início em Novembro de 1984 estão já programadas três palestras a realizar (no Anfiteatro de Física, Faculdade de Ciências do Porto, pelas 14h30) por professores do ensino secundário:

— «O Ensino Criativo da Física», por Marília Costa, em 7 de Novembro de 1984;

— «Organização de Árvores Conceptuais da Área da Física segundo Ausebel e Noval», por Camila Tavares, em 5 de Dezembro de 1984;

— «Curriculum de Física e o Desenvolvimento Cognitivo», por Adriano Sampaio em 16 de Janeiro de 1985.

Foram já iniciados contactos com vista à realização de mais palestras.

— Conforme anunciado em Évora, no encerramento da FÍSICA 84, a próxima Conferência Nacional de Física, FÍSICA 86, a organizar pela Delegação Norte, deverá ter lugar em Braga de 30 de Setembro a 3 de Outubro de 1986.

3. RELAÇÕES INTERNACIONAIS

I Simpósio e I Escola Ibérica de Física de Matéria Condensada

— Em 9-1-1982 foi celebrado um protocolo entre a Sociedade Portuguesa de Física e a Real Sociedad Española de Física, através das respectivas Divisões Técnicas de Física da Matéria Condensada, para a realização conjunta, em anos alternados, do Simpósio Ibérico e da Escola Ibérica de Física da Matéria Condensada.

— O I Simpósio e a I Escola Ibérica de Física da Matéria Condensada tiveram já importante apoio financeiro da UNESCO, concedido no seguimento do Seminário de Istambul (Setembro 1981), promovido pela Sociedade Europeia de Física. Nos termos usados pela UNESCO «Not only do we consider this field of physics as particularly well suited for joint activities covering both experimental and theoretical aspects, but we believe that the proposed form of implementation, an Iberian Symposium and an Iberian School for researchers in this field, is a most effective mechanism to share available resources and contribute significantly to advanced training of young research physicists. We have no doubt that both the Symposium and the School will also attract many physicists from Spanish and Portuguese speaking countries of the Third World».

Sociedade Europeia de Física

— A Sociedade Portuguesa de Física desenvolve presentemente uma acção de dinamização e presença junto da Sociedade Europeia de Física, tendo designado delegados permanentes para os seguintes organismos da EPS: Council (Filipe D. Santos), Advisory Committees: Publications (José M. Araújo), Conferences (J. Bessa Sousa), Applied Physics and Physics in Industry (F. Carvalho Rodrigues). Espera-se que venha a ser designado, em 1985, um delegado da SPF para o Advisory Committee on Physics Education (*).

União Internacional de Física Pura e Aplicada (I.U.P.A.P.)

— Através de um processo iniciado há cerca de 2 anos, foi possível obter por parte do Instituto Nacional de Investigação Científica o apoio necessário para a admissão de Portugal na «International Union of Pure and Applied Physics». Espera-se que a aprovação formal da candidatura portuguesa, apresentada através da SPF, tenha lugar na reunião de Trieste (Outubro 1984).

4. DIVISÕES TÉCNICAS DA S.P.F.

A Sociedade tem já criadas as Divisões Técnicas de Óptica, Física da Matéria Condensada, Cristalografia, Física Nuclear e Partículas Elementares, e Educação, a funcionar segundo novo regulamento, aprovado pelo Conselho Directivo da SPF em 6-7-83.

Está a SPF empenhada em aumentar significativamente, em 1984, o número de sócios inscritos nas Divisões Técnicas, com vista a dinamizar a sua actividade e a tornar representativo o processo de eleição dos Coordenadores das Divisões Técnicas, previsto para Janeiro de 1985. As fichas de inscrição podem

(*) Está previsto um Working Seminar sobre Physics Education no Verão de 1985, em Copenhaga.

obter-se junto dos Coordenadores actuais, nas sedes das três Delegações da SPF, ou junto do Secretariado Nacional.

Divisão Técnica de Física da Matéria Condensada

— Realizou-se em Lisboa o 1.º Simpósio Ibérico de Física da Matéria Condensada, nas instalações da Fundação Calouste Gulbenkian, de 19 a 22 de Setembro de 1983, com a participação de 225 cientistas de ambos os países, e um total de 177 comunicações científicas. Como convidados, tivemos a presença do Prof. P. G. De Gennes, do Collège de France, e do Prof. Manuel Cardona, do Max-Planck Institute, Stuttgart. As actas do Simpósio, publicadas em livro, poderão ser ainda adquiridas junto do Secretariado Nacional da SPF.

— O 2.º Simpósio realizar-se-á em Sevilha, pela Páscoa de 1986, estando já nomeadas as respectivas comissões organizadoras.

— A 1.ª Escola Ibérica de Física da Matéria Condensada realizou-se em Segóvia, Espanha, de 16 a 30 de Setembro de 1984, tendo sido admitidos 49 participantes (26 espanhóis, 15 portugueses, 4 brasileiros, 4 argentinos). A Escola foi dedicada ao tema genérico Espectroscopia de Sólidos, tendo constado de: quatro cursos gerais (estrutura electrónica de sólidos, fenómenos de transporte, defeitos em sólidos, interacção luz/matéria) quatro cursos específicos (espectroscopia de neutrões, espectroscopia óptica, espectroscopia de ressonância magnética, espectroscopia laser) e vários seminários — polímeros, cristais líquidos, vidros metálicos, ressonância magnética nuclear, defeitos em silício, espectroscopia de superfícies, materiais com função nuclear.

— A Divisão está empenhada em desenvolver contactos com a Condensed Matter Division da EPS, esperando vir a ter uma maior presença nas reuniões científicas promovidas pela Sociedade Europeia de Física. Está já anunciada, além da Conferência Geral

(Berlim Ocidental, Março 1985), uma conferência sectorial sobre Magnetism and Applications (Grenoble, 1985).

Divisão Técnica de Física Nuclear e Partículas Elementares

— De 30 de Maio a 2 de Junho de 1983 realizou-se nas instalações do Complexo II do INIC o 1.º Encontro Luso-Espanhol de Física Nuclear que contou com cerca de uma centena de participantes.

— Em Outubro de 1983 realizou-se em Alcabideche uma Escola da OTAN sobre «Density-Function Methods in Physics».

— No seguimento da Conferência de Física das Altas Energias, realizado em Lisboa em 1981, foi possível, com a anuência da Sociedade Europeia de Física, a constituição de um fundo em nome de SPF-Divisão Técnica de Física Nuclear e Partículas Elementares.

Divisão Técnica de Óptica

— No âmbito das actividades com carácter interdisciplinar realizou-se uma mesa-redonda sobre «Métodos Ópticos em Biomecânica: Estudos, Técnicas e Interrogações» com a presença de vários especialistas em ortopedia (Abril 1983).

— No quadro das acções de divulgação e formação foram realizadas diversas palestras e conferências, sendo de salientar a sessão com demonstrações experimentais subordinada ao tema «Óptica Moderna — Revolução Científica e Tecnológica — Aplicações Interdisciplinares», no programa do II Encontro Juvenil de Ciência realizado no Porto (Setembro 1984).

— Realizou-se um «International Advanced Study Institute» em «Optical Metrology» em Viana do Castelo que contou com a primeira exposição de hologramas realizada em Portugal (Julho 1984).

O número de participantes foi de 100, provenientes de 23 países, com apreciável participação portuguesa. Com 18 professores de 11 países foram leccionadas 60 horas e foram apresentados 20 «posters».

Os textos serão publicados por Martinus Nijhoff Publ.

O apoio financeiro proveio essencialmente do Scientific Affairs Division da NATO e do Conselho da Europa, bem como de diversas Instituições Nacionais.

— Por ocasião do 13th Congress, com 700 participantes, realizou-se em Sapporo, Japão, a reunião da International Commission for Optics (ICO) com representação da Divisão de Óptica. Foram introduzidas alterações menores aos estatutos e eleito o novo Bureau: Prof. S. Lowenthal (Presidente); Profs. H. H. Arsenault,

K. Biedermann, E. Byckling, J. W. Goodman, H. Horiharan e M. P. Petrov (Vice-Presidentes).

Foi anunciada a realização de Topical Meetings, o primeiro em «Image Science Technology», Junho 1985, em Helsinki. O próximo congresso da ICO realizar-se-á em Agosto 1988, no Quebec.

Foi atribuído o prémio ICO ao Dr. J. R. Fienup.

— A European Physical Society criou uma Optics Division onde se integrarão os membros do European Committee of Optics.

— Várias Divisões Nacionais Europeias de Óptica oferecem a possibilidade de afiliação a Portugueses interessados.

— Os seguintes programas europeus incluem capítulos relacionados com a Óptica: ESPRIT (CEE), STIMULATION (CEE), MOIRÉ (em programação).

MATERIAIS - 85

O Segundo Encontro Nacional da Sociedade Portuguesa de Materiais tem lugar no Porto, de 20 a 22 de Maio de 1985. Reveste-se de particular interesse para sócios da S.P.F. o tema FÍSICA DOS MATERIAIS. Resumos e textos definitivos de comunicações devem ser enviados até 30-11-84 e 15-2-85, respectivamente (APF, Rua do Campo Alegre, 672-2.º Esq., 4100 PORTO; Telef. 690675).

FÍSICA - 86

No âmbito das conclusões da Física 84, ficou decidido que a organização da próxima Conferência Nacional de Física seja da responsabilidade da Direcção Regional do Norte. Esta Conferência terá lugar em Braga, de 30 de Setembro a 3 de Outubro de 1986.

ÍNDICE — VOL. VII

Fascículo 1-2

Da natureza da ciência à atmosfera das aulas de física	1
<i>Maria Odete Valente</i>	
Um problema de relatividade — O paradoxo dos relógios	9
<i>Paulo Gali de Carvalho Macedo</i>	
A SPF nos anos 80; bases para a definição de uma estratégia	21
<i>H. Machado Jorge</i>	
Notas e comentários	31
<i>J. Miranda Lemos</i>	
Livros e revistas — Recensões e referências	35
Noticiário	41

Fascículo 3-4

Um sistema giroscópio simples para demonstração e verificação experimental do teorema do momento angular	43
<i>R. Ferreira Marques</i>	
Contribuição didáctica para o ensino de energia solar	47
<i>A. José Alves e A. Traça de Almeida</i>	
A alternativa hidrogénio - energia solar	54
<i>J. Orehotsky</i>	
A astronomia de amadores no ensino	57
<i>Rui Jorge Agostinho</i>	
A história do barómetro	60
<i>Alexander Calandra</i>	
O paradoxo dos gémeos	62
<i>A. M. Nunes</i>	
A Física fora do laboratório - Luz polarizada	63
<i>C. Marciano</i>	
Física 84 — 4. ^a Conferência Nacional de Física	65
Noticiário da Sociedade Portuguesa de Física	75

Pagamento de Quotas

Agradece-se a todos os sócios com quotas em atraso a correspondente liquidação urgente, junto das Delegações Regionais (quota anual: 300\$00; estudantes: 150\$00).

Novos Sócios

Está em curso uma campanha de angariação de novos sócios da S.P.F. Os boletins de inscrição podem ser requisitados junto das Delegações Regionais. Colabore com a sua Sociedade, propondo novos sócios!

CRIOLAB

EQUIPAMENTO CRIOGÉNICO
E DE LABORATÓRIO, LDA.

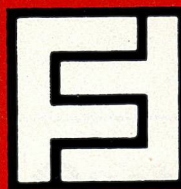
PRAÇA D. AFONSO V, 120
4100 PORTO
TELEFONE 682028

A



em Portugal

We perform best under pressure 



VOL. VII • FASC. 3/4 • OUTUBRO 1984

SUMÁRIO

Um sistema giroscópio simples para demonstração e verificação experimental do teorema do momento angular	43
<i>R. Ferreira Marques</i>	
Contribuição didáctica para o ensino de energia solar	47
<i>A. José Alves e A. Traça de Almeida</i>	
A alternativa hidrogénio - energia solar	54
<i>J. Orehotsky</i>	
A astronomia de amadores no ensino	57
<i>Rui Jorge Agostinho</i>	
A história do barómetro	60
<i>Alexander Calandra</i>	
O paradoxo dos gémeos	62
<i>A. M. Nunes</i>	
A Física fora do laboratório	63
<i>C. Marciano</i>	
Física 84 — 4. ^a Conferência Nacional de Física	65
Noticiário da Sociedade Portuguesa de Física	75