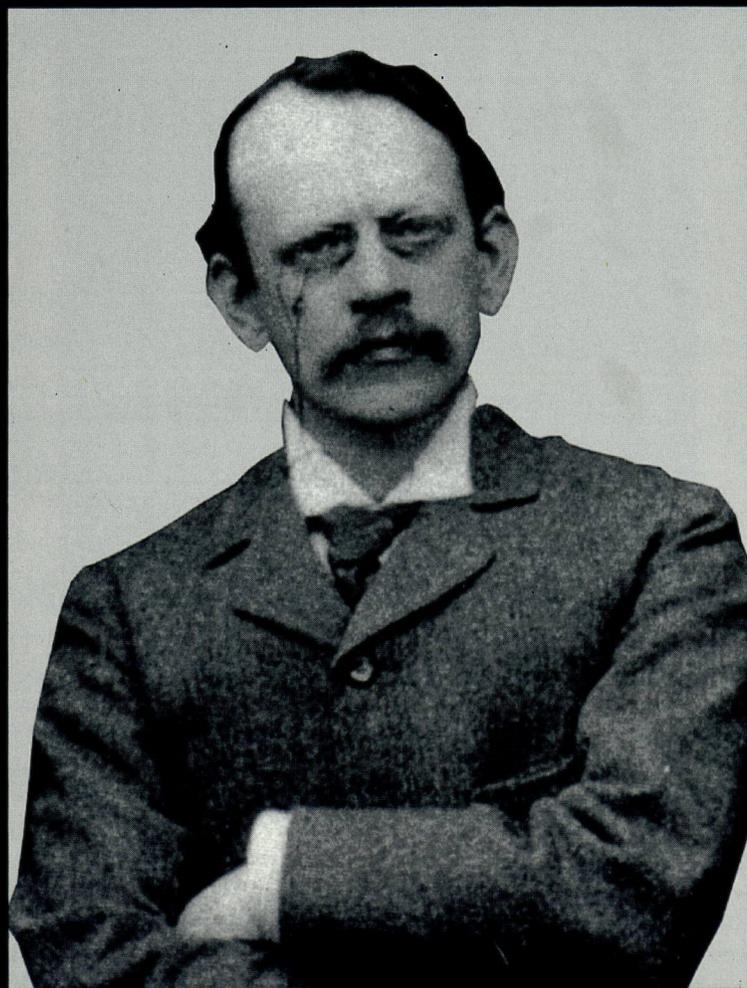


G A Z E T A D E

FÍSICA



SOCIEDADE PORTUGUESA DE FÍSICA

VOL. 20 • FASC. 2/3 • 1997 • PUBLICAÇÃO TRIMESTRAL • ABRIL / SETEMBRO

GAZETA DE FÍSICA – REVISTA FUNDADA EM 1946

Gazeta de Física

Propriedade da Sociedade Portuguesa de Física

ISSN: 0367-3561

Registo na DGCS n.º 107280 de 13/5/80

Depósito Legal n.º 51419/91

Publicação Trimestral

N.ºs 2/3 — 1997

Redacção e Administração

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

Telefone (01) 7973251

Fax (01) 7952349

Director

João Bessa Sousa (FCUP)

Comissão de Redacção e Administração

Carlos Matos Ferreira (IST)

Margarida Telo da Gama (FCUL)

Ana Maria Eiró (FCUL)

Maria Margarida Cruz (FCUL)

Preparação e Revisão de Texto

Florbelá Martins Teixeira

Execução Gráfica

Imprensa Portuguesa

Rua Formosa, 108-116 — 4000 Porto

Telefone (02) 2002466

Fax (02) 2015105

Tiragem: 1500 exemplares

Preço avulso: 650\$00

Assinatura anual (quatro números):

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

35 US dólares (estrangeiro)

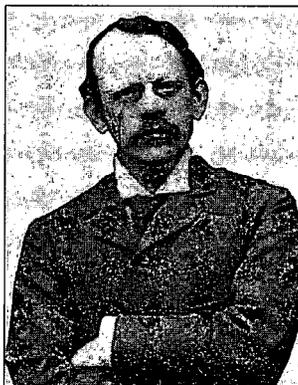
Publicação subsidiada pela Junta Nacional
de Investigação Científica e Tecnológica

A **Gazeta de Física** publica artigos, com índole de divulgação, considerados de interesse para estudantes, professores e investigadores em Física. Deverá constituir também um espaço de informação para as actividades da SPF, nomeadamente as suas Delegações Regionais e Divisões Técnicas. Os artigos podem ter índole teórica, experimental ou aplicada, visando promover o interesse dos jovens pelo estudo da Física, o intercâmbio de ideias e experiências profissionais entre os que ensinam, investigam ou aplicam a Física. As opiniões expressas pelos autores não representam necessariamente posições da SPF.

Os manuscritos devem ser submetidos em duplicado, dactilografados em folhas A4 a dois espaços (máximo equivalente a 3500 palavras, incluindo figuras; 1 figura corresponde em média a 140 palavras). Deverão ter sempre um curto resumo, não excedendo 130 palavras. Deve ser indicado o(s) endereço(s) completo(s) das instituições dos autores. Agradece-se o envio do texto em disquete (de preferência «Word» para Macintosh ou PC). Os originais de figuras devem ser apresentados em folhas separadas, prontos para reprodução. Endereço para correspondência: **Gazeta de Física — Sociedade Portuguesa de Física, Av. da República, 37-4.º — 1050 Lisboa.**

Na capa: Em 1997 comemora-se o primeiro centenário da descoberta do electrão, pelo físico inglês Joseph John Thomson. As notáveis propriedades do electrão, derivadas da sua massa, carga e spin, vieram revolucionar a ciência e a tecnologia até aos nossos dias, num processo permanente de inovação e aplicações que não cessa de aumentar e de nos surpreender. Thomson foi galardoado com o Prémio Nobel de Física em 1906.

[Ver, por exemplo, *Gaz. Física* 1 6-9 (1997), *Physics World* 4 31-51 (1997), *The Physics Teacher* 6 328-332 (1997)]



SUMÁRIO

2

A FÍSICA E A INDÚSTRIA

J. Lourenço Castro

10

AQUISIÇÃO DE EXPERIÊNCIA NAS OBSERVAÇÕES ASTRONÓMICAS

Guilherme de Almeida, António Magalhães e João Clérigo

13

SUGESTÕES PARA UM MELHOR APROVEITAMENTO DA EXPERIÊNCIA
DA PONTE DE WHEATSTONE

J. M. Ferreira, M. Duarte Naia e Wagner L. Truppel

17

COR, ÓPTICA E PINTURA

Laurinda Leite e Susana Sá

22

OLIMPÍADAS DE FÍSICA

A FÍSICA E A INDÚSTRIA

REMINISCÊNCIAS DE UMA EXPERIÊNCIA E DE UM PERCURSO *

J. LOURENÇO CASTRO

Tendo como pano de fundo um interesse especial pela Física como Ciência, narram-se algumas histórias de sucessos e insucessos tecnológicos, vividos pelo autor, na sua actividade profissional, em empresas industriais de base nacional.

Daqui decorrem considerações sobre a importância de uma mudança de atitude e da implementação de um pragmatismo relacional, na cooperação entre as Universidades e as Indústrias Portuguesas.

Finaliza-se o artigo, sublinhando as excelentes oportunidades profissionais que se poderão perspectivar para os licenciados e pós-graduados em Física.

1. As origens de formação na Física

Antes de iniciar a abordagem do tema que me proponho tratar, permitam-me umas palavras de algum saudosismo, à boa maneira portuguesa.

Recordo, com enorme emoção, os meus laços antigos com o Laboratório de Física da Faculdade de Ciências do Porto, como aluno e como assistente.

Permitam-me salientar, contudo e desde já, pelo impacto que teve na minha formação técnica e humana, a cadeira do Curso Complementar de Física e o seu professor Catedrático, Prof. Moreira de Araújo.

Recordo ainda com especial carinho a regência da Física Experimental e de Electrónica.

A Física Experimental consolidou em mim o interesse por esta ciência; a regência de Electrónica foi especialmente gratificante pelo privilégio que tive em ser professor de um grupo, excepcional, de alunos.

Recordo ainda a excelente colaboração, a amizade e a entre-ajuda existentes entre os meus colegas assistentes, alguns dos quais são hoje professores e brilhantes investigadores desta casa.

Dois anos passados no Laboratório de Física da Faculdade de Ciências do

Porto, em contacto íntimo com o estudo, as aulas e sua preparação, a organização dos laboratórios, tudo isso sob a égide do meu mestre, implantaram em mim, de forma indelével, o estigma da Física.

Tenho ainda uma grata recordação do tempo que aqui passei: dos meus professores, dos meus alunos, das cadeiras a que assisti e que regii.

A passagem pelo LFEN em Sacavém, onde trabalhei algum tempo no Departamento do Reactor, só contribuiu para impregnar-me mais profundamente dessa tendência.

Analisando hoje, em termos retrospectivos, o que me ficou da minha formação de base e do volume de informação que por mim foi passando ao longo dos anos, concluo que, felizmente, a minha memória foi selectiva e escolheu conservar o que eu ainda hoje considero essencial: uma formação e um gosto pela Física.

Esta formação tem constituído frequentemente uma vantagem decisiva ao longo da minha vida profissional que, infelizmente, coexiste com outras desvantagens, que nada têm a ver com a Física.

* Palestra realizada no 1.º Dia do Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 19 de Outubro de 1996.

Papel da formação em Física

Experiência profissional na Indústria

Histórias de sucessos e insucessos

Do que precisa a indústria portuguesa?

Condições de sucesso

Espectativas para o licenciado em Física

2. Experiência profissional na Indústria

Razões de ordem circunstancial e familiar levaram-me a optar, mais tarde, por uma carreira profissional ligada à indústria.

Tive a sorte de passar por actividades industriais estimulantes.

Estive ligado a indústrias várias:

— Metalomecânica pesada — Máquinas eléctricas rotativas de grande potência.

— Pneus e artefactos de borracha.

— Metalomecânica ligeira — recipientes metálicos para gases de petróleo liquefeitos (GPL) e outros.

— Cabos eléctricos e de telecomunicações.

A retrospectiva de toda esta experiência mostra-me que uma boa parte dos fenómenos envolvidos me eram familiares. A aprendizagem das especificidades do "métier", com a sua informação específica, era, em geral, rápida.

Isso deu-me sempre uma sensação de segurança nas intervenções que fazia e no trabalho que executava.

E isto tem muito a ver com a Física!

Alguns factos que me vêm à memória relacionam-se intimamente com o tema sobre o qual estamos hoje a falar. São histórias que eu gostaria de partilhar.

Cito, a propósito, o prefácio de um Livro de Divulgação, recentemente publicado:

"A Física não é algo que tem que ser realizado necessariamente num departamento de Física.

A Física e os seus problemas existem no mundo real e quotidiano onde vivemos, trabalhamos, amamos e morremos..."

Mas vamos às histórias... Histórias de alguns sucessos, mas também de insucessos. Histórias de Indústria, com a Física — o seu conhecimento ou o seu desconhecimento — em pano de fundo.

3. Histórias de sucessos e insucessos

3.1. O ventilador do forno

Comecei a minha actividade como engenheiro na Divisão de Máquinas Eléctricas de uma empresa metalomecânica pesada. Produzíamos alternadores hidráulicos e motores de média e grande potência.

Dada a dimensão de algumas dessas máquinas (os alternadores chegavam a atingir várias centenas de toneladas de peso e mais de 10 metros de diâmetro) podia dizer-se que elas continham "mecânica e electromagnetismo" a sério.

Os motores e geradores de média potência eram máquinas mais ligeiras, em geral mais rotativas, mas sempre com várias toneladas de peso.

Daí a necessidade de proceder à equilibragem dinâmica dos seus rotores a qual se fazia, a maior parte das vezes, em fábrica.

Para o efeito construímos um banco oscilante, constituído essencialmente por dois apoios elásticos onde assentava o rotor a equilibrar.

Um motor de accionamento, acoplado elasticamente ao rotor, e dois detectores de vibração completavam o equipamento necessário. Era um conjunto sumário, mas suficiente.

Apesar de algumas dificuldades iniciais, a nossa experiência foi aumentando e chegámos a equilibrar, em fábrica, rotores até 5 toneladas de peso, a 1000 rpm. Era bonito de se ver!

Como a nossa empresa pertencia a um grande grupo cimenteiro e siderúrgico, começaram a aparecer ventiladores, alguns deles de grande dimensão, para serem equilibrados.

Mas este sucesso trouxe-nos trabalhos adicionais.

Uma tarde, pelas 18,00 horas, surge um telefonema de um engenheiro de manutenção de uma grande fábrica de cimento do nosso grupo, informando que tinha o forno parado para reparação e que precisava que o ventilador respectivo fosse equilibrado, nessa noite.

Dada a sua dimensão e a exiguidade de tempo disponível, tal operação só poderia ser feita no local.

Surgiram tergiversações quanto à disponibilidade, oportunidade, assuntos particulares inadiáveis, etc.. Um telefonema, dez minutos mais tarde, do todo poderoso vice-presidente do grupo, pôs tudo e todos, imediatamente na ordem.

A conversa começou assim:

"Ó Sr. Eng.º, ouvi dizer que, por motivos particulares, o Senhor e a sua equipa não podiam vir hoje à noite equilibrar o ventilador do forno? Lembro-lhe que cada hora de paragem do forno custa ao grupo vários milhares de contos... Como é? Pode ou não pode?" Fiquei siderado! Era um dos primeiros contactos com a realidade económica da indústria. Pragmatismo e actuação rápida. Eu ainda não estava bem habituado a isso...

Uma hora depois lá seguíamos de carro, na estrada de Lisboa, a caminho da fábrica de cimento, em Alhandra. Na bagagem ia a mala com os pequenos detectores de vibrações, material de desenho, régua de cálculo e alguns conhecimentos de Dinâmica.

Chegámos por volta das 23 horas e fomos logo para o local.

Era um ventilador com mais de quatro metros de diâmetro e várias toneladas de peso. Ocupava uma enorme câmara em betão.

Mandámos pô-lo a rodar. "Vibrava por quantas tinha". Metia medo. Uma plateia circundante, de técnicos e operários da fábrica de cimento, olhava para nós e para os nossos aparelhos com ar levemente trocista.

Fizemos alguns cálculos e mandámos soldar umas chapas com meia dúzia de quilos, nas duas abas do ventilador. Cada vez ele vibrava mais!

O "gozo" da plateia aumentava com o nível das vibrações!

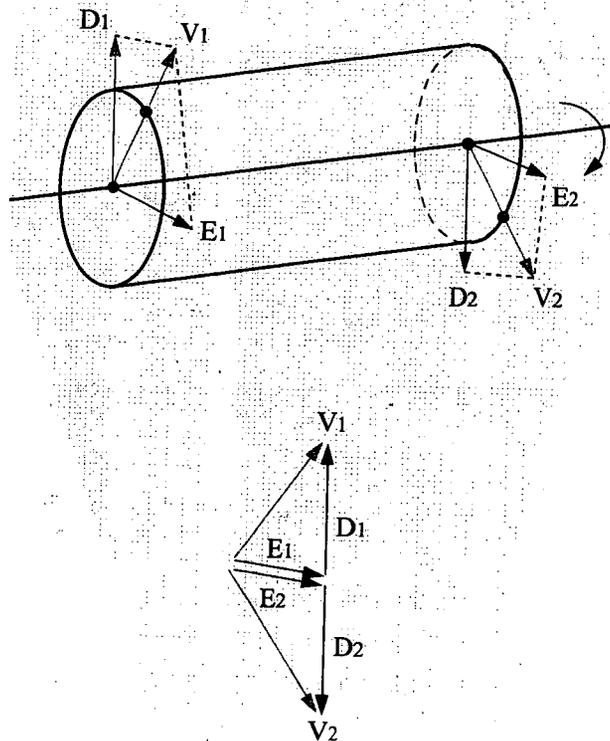
Depois de muitos esforços e de vários quilos de chapa soldada em sítios próprios, a "fera" começou a amansar.

Pelas 5 horas da madrugada regressávamos a casa e o ventilador rodava sereninho.

Fizemos algumas "flores"!

Os conhecimentos de Física ajudaram! Era um cálculo vectorial simples, por detrás da complexidade aparente. Começámos por anular o desequilíbrio estático E1 e E2 e depois anulávamos o desequilíbrio puramente dinâmico D1 e D2 (ver figura).

EQUILIBRAGEM DINÂMICA



Devo dizer que a passagem por esta empresa foi muito gratificante em termos técnicos.

Atingiram-se níveis elevados de desenvolvimento tecnológico, graças a um forte espírito de experimentação e de pioneirismo da equipa que nela trabalhava.

Começámos como subfornecedores de uma multinacional, fabricando em Portugal apenas os elementos metálicos mais simples das máquinas. Dizia-se, em jeito de graça, que apenas fornecíamos as escadas e os estrados dos alternadores.

Ao fim de alguns anos éramos os fornecedores principais da EDP, com uma incorporação nacional acima de 60%.

Mais tarde, evoluiu-se mesmo para o projecto eléctrico e mecânico dos alternadores.

Hoje, infelizmente, todo este património científico-tecnológico, ligado à produção de máquinas eléctricas rotativas, desapareceu, na sequência de uma reestruturação industrial que optou pela concentração desta actividade numa outra unidade industrial da cintura de Lisboa. Essa unidade possuía menos experiência e um *curriculum* mais limitado.

Foi uma decisão discutível que, a meu ver, lesou o património industrial português.

O conhecimento global dissipou-se. Ficaram apenas fragmentos isolados nas pessoas que com ele, de alguma forma, interagiram.

3.2. O cableamento "à mão"

Na empresa de cabos eléctricos, onde exerço actualmente a minha actividade, surgiu em tempos — há uns dez anos — uma importante consulta para o fornecimento de diversos cabos de potência.

As condições para ganhar a encomenda eram grandes, mas havia uma dificuldade: não tínhamos equipamento para a produção de um determinado cabo, ou mais exactamente, para efectuar o seu cableamento. E o dilema era simples: ou fornecíamos tudo ou não havia encomenda.

Não conhecíamos tão pouco outras empresas a quem pudéssemos recorrer para uma subcontratação, com excepção dos nossos concorrentes directos. E isto estava completamente fora de hipótese.

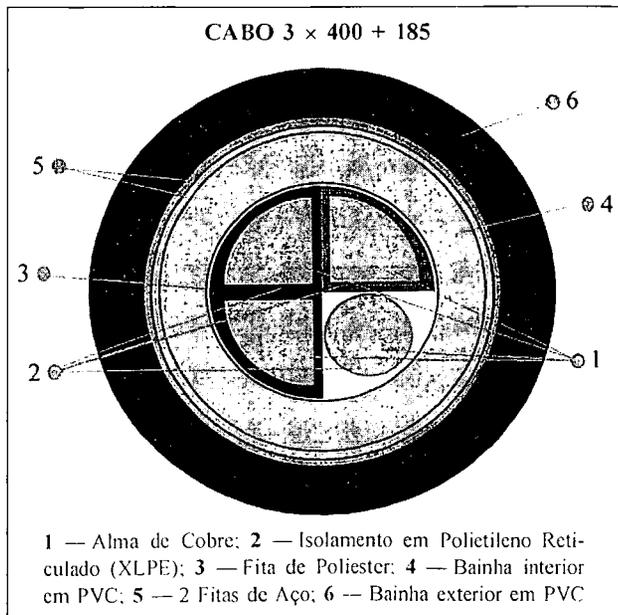
O cabo em questão era um cabo armado com 3 condutores de fase de 400 mm² e um condutor de neutro de 185 mm², ou seja:

$$\text{VAV } 3 \times 400 + 185 \text{ mm}^2 \text{ (ver figura)}$$

Pesava cerca de 20 kg/m e devia ser fornecido num comprimento único de 350 metros.

O peso total era de 7 toneladas. Como podem ver, era um cabo respeitável. Que fazer? Juntámo-nos todos a "partir pedra" sobre o problema.

A certa altura surgiu uma ideia. Já que não tínhamos uma máquina cableadora, por que não torcer o cabo à mão?



Tendo sido a principio acolhida com algum cepticismo e até com ironia, a ideia recolheu adesão de todos. Devo dizer que não tínhamos outra saída!

Apresentámos a proposta e ganhamos a encomenda. Havia então que fazer o cabo. A equipa galvanizou-se.

Num sábado, com a ajuda de uma trintena de pessoas entre operários e engenheiros, ao fim de muito esforço físico, engenho e alguns conhecimentos de mecânica, lá conseguimos fazer o cabo. Um bom cabo! Comportou-se perfeitamente perante todos os ensaios a que foi submetido, em conformidade com as Normas aplicáveis. Foi um entusiasmo!

Garanto-vos que não é fácil torcer manualmente 350 metros de um cabo tetrapolar, em cobre isolado, com um peso linear de 20 kg/m.

Gastámos nas ferramentas meia dúzia de contos. E custou-nos um sábado de trabalho (ver anexo).

A cableadora necessária custa hoje cerca de 150 000 contos. Na altura, creio que rondava os 90 000 contos!

Hoje, felizmente, temos uma grande cableadora que permite torcer este e outros cabos de envergadura semelhante ou mesmo maior.

3.3. A guarda da sucata

Certo dia, destinada à instalação de uma grande fábrica química no Barreiro, apareceu na empresa uma consulta para o fornecimento de:

— Vários comprimentos, com composições diversas, de cabos de extensão para termopares de Fe-Constantan e de Cu-Constantan.

— 1 comprimento de 1000 metros de um cabo de compensação para um termopar de Platina-Platina/Ródio.

Nunca tínhamos feito cabos de ligação a termopares.

Imediatamente nos pusemos em campo para obter cotações dos diversos fios condutores: ferro, cobre, constantan, platina e platina/ródio.

Relativamente aos três primeiros materiais não tivemos qualquer problema. A eventual aquisição da platina e do ródio foi mais difícil.

Com efeito, demo-nos conta, após pesquisa no mercado, de que a aquisição da quantidade necessária desses 2 fios importava em algumas centenas de milhares de contos. E começámos a fazer contas aos possíveis desperdícios.

Na fabricação de um cabo desta natureza temos por vezes mais de 5% de desperdícios. Só o valor das sucatas poderia ultrapassar uma dezena de milhar de contos.

Que fazer? Como lidar, na fábrica, com a utilização de materiais tão valiosos?

Teríamos que montar uma guarda permanente para evitar tentações. Até a sucata precisava de ser cuidadosamente vigiada. Seria uma situação totalmente irrealista, para além de ridícula.

Felizmente, o bom senso aconselhou-nos a desistir de apresentar cotações para esta posição da consulta, alegando um qualquer motivo de ocasião.

Obtivemos, felizmente, a encomenda para as restantes posições.

O cabo em questão foi importado. Era um vulgar cabo de Cobre-Liga de Cobre/Níquel.

De facto, para a gama de temperaturas em jogo, este cabo é termoelectricamente compatível com o termopar de platina-platina/ródio.

Os nossos conhecimentos de física, nesta área, eram manifestamente insuficientes. A ignorância era negra.

Hoje fazemos toda uma enorme série de cabos de instrumentação, destinados às mais diversas aplicações.

3.4. A "bricolage-maison"

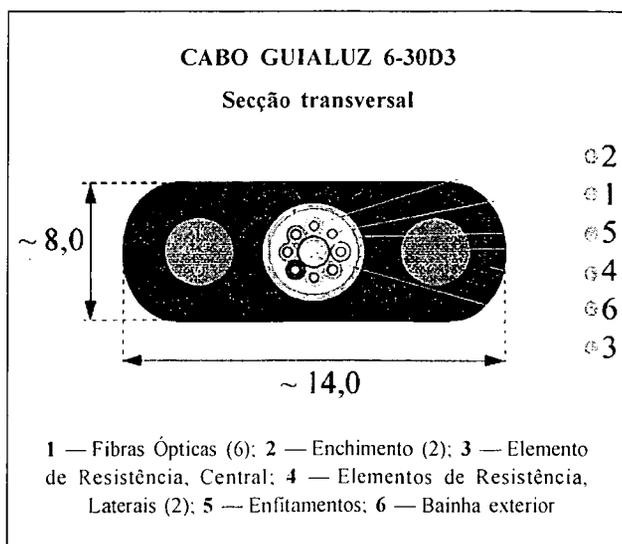
Certo dia, no ano de 1981, um dos nossos administradores apareceu com uma bobina de fibra óptica. Tinha-lhe sido oferecida por uma empresa japonesa, produtora de fibras e de cabos ópticos e que se propunha apoiar-nos no desenvolvimento deste mercado em Portugal.

Olhamos, com admiração e apreensão, para aquele cabelo, mágico, de vidro.

Alguns contactos feitos com os operadores de telecomunicações da época revelavam que iniciativas deste género eram ainda prematuras no nosso país.

Surgiu, no entanto, a pretensão de um organismo existente na altura, o IDC (Instituto para o Desenvolvimento das Comunicações) de fazer uma ligação experimental, em fibra óptica, entre as suas instalações e as do INESC, no Instituto Superior Técnico em Lisboa.

A configuração do cabo foi definida. Designámos o cabo de Guia-Luz 630D3 (ver figura). A ligação em causa era de cerca de uma centena e meia de metros.



A fibra óptica deveria ser de tipo multimodo, "graded index". Era do melhor que na altura havia! (ver figura).

CABO GUALUZ 6-30D3
Características Ópticas das Fibras

TIPO	Multimodo com variação gradual do índice de refração
Abertura numérica	0,21 ± 0,2
Atenuação λ = 850 nm λ = 1300 nm	< 3 dB / Km < 1 dB / Km
Largura da banda λ = 850 nm λ = 1300 nm	> 300 MHz × Km > 450 MHz × Km

Tínhamos que fazer o cabo! Como a firma japonesa referida se desinteressou do negócio, dada a sua exiguidade, ficámos sozinhos com a "criança nos braços".

Habitados ao cobre e ao alumínio e à sua solidez e resistência, não sabíamos bem como lidar com a fibra de vidro, e com a sua fragilidade.

Uma pequena volta pela Europa e pelos principais fabricantes de equipamento — na altura ainda em fase de evolução rápida — desiludiu-nos quanto à viabilidade de aquisição de qualquer máquina para o efeito. O preço era incomportável!

Tomámos, contudo, nota de alguns aspectos construtivos desses equipamentos. Porque não construir algo semelhante em Portugal que respeitasse alguns dos pressupostos fundamentais observados?

Precisávamos de executar um cableamento com distorção ("back-twist"), esforço de tracção sobre as fibras controlado e de baixo valor, ângulos suaves de colocação da fibra, etc, etc.

Tínhamos na nossa empresa um bom projectista de equipamentos e ao lado da fábrica de cabos havia uma pequena oficina de mecânica ligeira, com grande aptidão para estas coisas.

A máquina foi assim projectada e construída, com um grande acompanhamento da nossa parte e montada para ensaios na garagem da referida oficina. Não cabia na oficina propriamente dita!

Comprou-se equipamento de soldadura e de ensaio e o cabo foi produzido e ensaiado. Com excelentes resultados! Algumas noções de óptica ajudaram.

Isto aconteceu no ano de 1982! Foi o primeiro cabo óptico produzido em Portugal!

Verdade será dizer-se que, nesta pequena epopeia, foi decisivo o apoio prestado por um professor da Universidade do Minho, o Sr. Prof. Borges de Almeida, doutorado em fibras ópticas. Algum apoio, informal, do Centro de Óptica deste Laboratório (Profs. M. Barros, Pereira Leite e J. Salcedo) foi também, na altura, precioso.

A máquina, assim construída, continuou a produzir cabo óptico durante alguns anos, tendo chegado a tra-

balhar em regime de laboração contínua (7 dias/semana, 24 horas por dia). O investimento global na altura não ultrapassou os 1000 contos. Que bela iniciativa!

Hoje, a Cabelte dispõe de uma moderna fábrica de cabos ópticos, ao melhor nível europeu, em termos de qualidade e "performance", tendo utilizado em 1995 cerca de 40 000 km de fibra óptica.

Os técnicos da Cabelte projectam integralmente equipamentos que podem ser produzidos na sua quase totalidade em Portugal.

3.5. Algumas conclusões

Estas e outras histórias são simbólicas de um certo espírito de pioneirismo e um sentido de experimentação existente nas equipas com quem eu tive o grato prazer de colaborar. Constituíram marcos que permitiram, nas empresas referidas, dar enormes saltos em frente, no plano tecnológico.

Para mim, hoje, é claro que:

- O sentido da experimentação
- O rigor de raciocínio e a sistematização de ideias
- A hierarquização de fenómenos e a sua clara interpretação

são instrumentos poderosos ao serviço da indústria e da gestão e que o estudo e o conhecimento, reflectidos da Física, poderão desenvolver.

A Física ajuda-nos na busca da sintonia, com nitidez e sem ruído de fundo.

É, como hoje se diz, uma vantagem competitiva.

Mas o conhecimento da Física também nos dá outra perspectiva. Permite-nos avaliar, com mais rigor, a dimensão da nossa própria ignorância. E o conhecimento exacto desta, é frequentemente determinante na escolha correcta da decisão a tomar.

E isto é também uma vantagem competitiva.

4. Do que precisa a indústria portuguesa

4.1. Cooperação tecnológica nacional

Um certo tipo de pioneirismo, caricaturado de algum modo nas histórias que acabei de contar, é indispensável ao desenvolvimento industrial. As grandes epopeias industriais estão recheadas de histórias de cariz semelhante. Deveremos, no entanto, ser prudentes na adopção generalizada destas atitudes, pois, de outro modo, correremos riscos quixotescos, face a enormes moinhos de vento. E nem sempre vale a pena reinventar a roda. Pode ser demasiado caro e correremos sempre o risco de termos uma roda não circular.

A complexidade crescente da tecnologia aplicável na indústria, e a abertura constante de novas fronteiras do conhecimento, deve-nos aconselhar uma abordagem prudente e segura do fenómeno do desenvolvimento industrial.

Todos temos conhecimento dos enormes apoios — financeiros e de outra natureza — concedidos à implantação de "joint-ventures" industriais no nosso país, as quais, em alguns casos, se resumem a centros de produção, numa perspectiva de utilização de "mão-de-obra" ainda relativamente mais barata. Frequentemente, nessas unidades, a gestão comercial e financeira, o próprio planeamento da produção, são feitos nos centros de decisão, colocados algures fora do nosso país. São unidades que, embora gerando "cash-flow", nem sempre geram lucros. Tenho dúvidas que contribuam para a endogeneização efectiva de tecnologias. Da tecnologia de base não contribuem com certeza, pois ela é fornecida embalada em impenetráveis "black-boxes". Talvez promovam o aperfeiçoamento e a interiorização de alguma tecnologia periférica. E criam também alguns postos de trabalho!

Não é desta indústria que eu pretendo falar. Não me sinto com competência para o fazer. Pretendo tão somente fazer algumas considerações sobre as empresas mais genuinamente nacionais e sobre os problemas que a necessidade de desenvolvimento e de actualização tecnológica permanente lhes acarreta, face à sua dimensão e à concorrência impiedosa de um mercado aberto, suscitado pelo fenómeno da globalização da economia.

Refiro, a propósito, que a empresa onde exerço a minha actividade profissional é uma média empresa a nível nacional. No seu sector é mesmo a maior!

A dimensão média europeia de empresas do mesmo ramo, e com um leque equivalente de produtos, é cinco vezes maior. Um grande grupo multinacional é 50 vezes maior.

Dedicamos corajosamente ao desenvolvimento cerca de 3% do nosso volume de vendas, o que, asseguro, não é uma verba desprezável para a nossa dimensão. Mas, quando comparados, a percentagens iguais, com os grandes grupos, os valores absolutos aplicados são perfeitamente insignificantes.

Que fazer?

— Comprar tecnologia?

A tecnologia é muito cara, pois os seus detentores não a vendem facilmente, a menos que disso lhe advenham importantes vantagens comerciais.

— Promover alianças estratégicas?

Isto significa frequentemente a perda de uma efectiva independência, pois o dador de tecnologia é, em geral, um parceiro tecnológico e economicamente mais forte.

— Formar redes de cooperação técnica, com parceiros internacionais de dimensão equivalente, a fim de criar massa crítica indispensável ao desenvolvimento?

A repartição de mercados dificulta frequentemente soluções desta natureza, em face da crescente globalização da economia.

Esta é uma matéria extremamente sensível e com soluções diversificadas. Cada caso é um caso e, como tal, tem que ser avaliado na sua individualidade.

Mas é neste enquadramento, e para este tipo de empresas, que se põe com premência crescente a cooperação entre a indústria e os centros de saber nacionais. É nelas onde os apoios governamentais se devem focalizar.

Já temos bons centros de pesquisa, já temos investigadores credenciados. Vamos funcionar melhor com tudo isso, com objectivos concretos e, de preferência, com utilidade mais visível.

Somos um país sem grande riqueza de matérias-primas, periférico, sobrecarregado portanto, à partida, com cargas acrescidas de transportes.

Não podemos ser ingénuos pois os países concorrentes não o são. Tão pouco são os nossos parceiros comunitários. A existência de barreiras técnicas nos seus países, dificultando a penetração de produtos do exterior são realidades frequentemente incontroláveis.

Daí que, sem perder a nossa condição de europeístas, teremos de deixar de ser, como hoje se diz, "bons alunos demais" e, realisticamente, implementarmos medidas que defendam o nosso património, promovam os nossos produtos e, no caso em debate, valorizem e aperfeiçoem o nosso saber, a nossa competência.

Não nos podemos arriscar a perder todas as batalhas de tecnologia pois, de outra forma, perderemos a prazo a guerra do desenvolvimento e também de um certo tipo de independência. Os nossos filhos correrão o risco de se tornarem apenas os "chauffeurs" dos alemães e holandeses, ou de passarem a "levar a pasta" dos americanos, japoneses ou franceses. E até dos espanhóis!

Sem ofensa para a nobreza dessas profissões.

É por isso que a cooperação entre os centros de saber e de investigação e os centros produtivos de base nacional se poderão tornar num factor decisivo da afirmação do nosso país.

4.2. Identificar e concretizar projectos de cooperação

Frequentemente cinco grandes condicionantes influenciam uma normal e desejável cooperação entre a Universidade/Centros de Investigação e a Indústria:

a) As empresas nem sempre dispõem de suficiente conhecimento, "inteligência" ou sensibilidade, para poderem efectuar um diagnóstico claro sobre o estágio da sua tecnologia, das necessidades de inovação e das oportunidades que decorrem de uma adequada cooperação com a Universidade.

b) Desconfiança, por parte da Indústria, sobre a real capacidade das organizações universitárias de efectuarem desenvolvimento "real" por medida, algumas vezes em assuntos "banais", em tempo útil.

c) Menorização, por parte das autoridades académicas, dos trabalhos de cooperação com a indústria que se apresentam e se veem como trabalho de menor valor científico e, conseqüentemente, com pequena importância curricular.

d) Insuficiente conhecimento, ou mesmo total desconhecimento sobre as competências específicas dos diversos Institutos Científicos e, portanto, sobre quem está melhor preparado para responder a uma necessidade ou que, efectivamente, melhor domina uma dada tecnologia.

e) Insuficientes apoios governamentais para este tipo de cooperação.

4.3. Pragmatismo na cooperação

Algumas destas questões são antigas e complexas, tendo sido debatidas à exaustão.

Não me proponho reacender o debate, mas tão somente apresentar algumas reflexões, relacionadas com a indispensabilidade de um pragmatismo relacional.

Na cooperação Universidade-Indústria, o cliente primeiro é a Indústria e, por inerência, a estrutura produtiva do país. A gestão da tecnologia terá assim de ser organizada, numa perspectiva de garantia de serviços, sujeita às regras das relações fornecedor-cliente.

Hoje, as empresas modernas, por imposição da concorrência e do mercado, desenvolveram sistemas avançados de gestão, com elevados níveis de motivação e conseqüente participação, que asseguram uma consistente qualidade nos produtos e serviços. Os seus sistemas de garantia da qualidade estão estandardizados, obedecendo a critérios internacionalmente reconhecidos e aceites (Normas ISO 9000, métodos TQM, etc.). Os seus fornecedores são classificados, auditados e constituem-se, por força do sistema, num elo importantíssimo da cadeia de valor, assumindo-se como autênticos "parthenaires".

É nesta lógica que o serviço de cooperação tecnológica se deve inserir, ultrapassando-se uma certa imobilidade e alguma inconstância, características frequentemente presentes no funcionamento de certas instituições. Lembro que não basta a existência de um par de doutorados, quicá altamente qualificados, para assegurar perenidade e consistência num serviço de cooperação tecnológica.

4.4. Condições de sucesso

Do que atrás foi dito e, em jeito de resumo, eu acrescentaria que, na prossecução deste objectivo que é do

alargamento da cooperação tecnológica nacional, algumas medidas careceriam de um mais elevado factor de concretização.

— Levantamento rigoroso e completo das potencialidades científicas e tecnológicas dos diversos Institutos/Universidades do país.

— Atitude de Marketing, na promoção dessas potencialidades.

— Sistemas organizativos que garantam perenidade e segurança no funcionamento dos Institutos de Investigação.

— Adequada valorização curricular dos trabalhos de cooperação com a Indústria.

— Apoio governamental rápido, eficaz e vigiado, na promoção de diagnósticos e no desenvolvimento de "parthenariados" tecnológicos, especialmente dirigidos para empresas de base nacional.

5. Que expectativas para o graduado de Física?

Conheço mal os "curricula" actuais das licenciaturas em Física. Segundo julgo, as saídas tradicionais para os jovens licenciados são, na sua maioria, o ensino e, em menor grau, a investigação científica.

São naturalmente profissões que se revestem da maior dignidade e que serão, porventura, excelentemente desempenhadas por esses mesmos licenciados.

Penso contudo que há todo um campo aberto para receber, com vantagem essas competências na área industrial. As nossas empresas precisam de engenheiros e economistas, sem dúvida, mas precisam cada vez mais de verdadeiros intérpretes do fenómeno científico. As áreas laboratoriais, de projecto e de desenvolvimento, são actividades naturais em que os licenciados em Física terão porventura vantagens competitivas, face a outros licenciados.

Penso mesmo que com algumas pequenas adaptações curriculares e com um certo sentido de "marketing", os físicos poderiam desempenhar um papel inestimável e mais abrangente na indústria, onde se poderiam situar "como peixe dentro de água". E, segundo a minha experiência, não apenas em áreas técnicas, mas cobrindo outras competências nomeadamente as ligadas à gestão industrial, em sentido lato.

O que é que as empresas procuram, em geral, quando contratam um jovem quadro técnico para áreas tão diversas como produção, qualidade, desenvolvimento, engenharia, planeamento, gestão de "stocks", etc.?

Valorizam sobretudo a formação e menos a informação específica. Esta adquire-se facilmente. Aquela leva anos.

Procura-se em geral:

- Formação em Matemática, Física ou Química ou em outras Ciências (conforme os casos)
- Conhecimentos de Estatística
- Informática (como ferramenta)
- Fluência na língua inglesa

e algumas outras valências comportamentais ou intelectuais:

- Capacidade de liderança
- Sentido de organização
- Bom perfil psicológico
- Cultura em geral

e, naturalmente, alguma inteligência.

O licenciado em Física pode responder a tudo isto. Mas hoje as empresas começam a ter consciência de que, quanto a nível de formação, terão que ir mais longe, à procura de competências específicas mais exigentes, que só os cursos de pós-graduação podem permitir. A caça aos mestrados e sobretudo aos doutorados, se não existe ainda, vai abrir muito em breve, no mercado de trabalho português. Os doutorados em Física virão a ter, com certeza, um futuro promissor, no panorama industrial português. Isto para mim é perfeitamente claro. Haverá apenas que vencer alguma timidez e hesitações iniciais.

Programas governamentais de apoio, poderão dar enormes e decisivos empurrões de saída.

O recurso a estas competências académicas começa a ser uma condição "sine qua non" para o desenvolvimento industrial.

A interpenetração entre técnicos da indústria e técnicos da investigação terá que fazer-se a ritmo cada vez mais acelerado.

É indispensável que os industriais e sobretudo os gestores técnicos, conheçam o ambiente académico e tenham, de preferência, um bom nível de formação científica. Do mesmo modo, os investigadores só lucrarão com os contactos com a vida real das indústrias e das fábricas.

Lembro-me, a propósito, da história do filho de um gestor industrial que chega à beira do pai e lhe diz:

— Pai, gostaria de tirar um Curso de Gestão. Que achas?

— Acho bem que tires o teu Curso de Gestão, mas depois de acabares um Curso de Engenharia.

Eu acrescentaria:

— De preferência um Curso de Engenharia, com uns sólidos conhecimentos de Física, ou tão somente um Curso de Física.

J. Loureiro Castro é Engenheiro Electrotécnico pela Universidade do Porto (1964) e foi Assistente do Laboratório de Física da FCUP (1962-1966). É administrador das empresas Cabelte, Cabelanto e NQF - Energia.

FÍSICA 98

E

ENCONTRO IBÉRICO PARA O ENSINO DE FÍSICA

Porto - Setembro 1998

Vai realizar-se no Porto, de 7 a 10 de Setembro de 1998, a 11.ª Conferência Nacional de Física — Física 98 e o 8.º Encontro Ibérico para o Ensino da Física.

A organização está a cargo da Delegação Regional do Norte da Sociedade Portuguesa de Física, decorrendo as sessões no Departamento de Física da Faculdade de Ciências do Porto, rua do Campo Alegre, 687, e no Seminário de Vilar, rua Arcediogo Van Zeller, 50, Porto.

Como habitualmente, será dado especial relevo aos desenvolvimentos mais significativos na Física actual, aos aspectos do Ensino da Física e à crescente importância da Física para a tecnologia moderna. A conferência estará também aberta para acolher iniciativas para a análise da questão das saídas profissionais para jovens físicos em Portugal.

Espera-se ter brevemente em distribuição pelos sócios da SPF a 1.ª circular da Conferência e do Encontro Ibérico.

Para mais esclarecimentos contactar:

Secretariado da Física 98

SPF — Delegação Regional do Norte

R. Campo Alegre, 687, 4150 Porto

Tels. (02) 6082709; 6082640/1

Fax: (02) 6082679

QUOTAS DA SPF

Sócios efectivos — 6000\$00

Estudantes — 3000\$00

Os sócios da SPF recebem gratuitamente, para além da revista Gazeta de Física, a revista Europhysics News, da Sociedade Europeia de Física (EPS).

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

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

AQUISIÇÃO DE EXPERIÊNCIA NAS OBSERVAÇÕES ASTRONÓMICAS

— UM PROBLEMA A RESOLVER NAS ESCOLAS DO ENSINO BÁSICO E SECUNDÁRIO

GUILHERME DE ALMEIDA

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

ANTÓNIO MAGALHÃES

(APAA) Associação Portuguesa de Astrónomos Amadores
Rua Alexandre Herculano, 57-4.º Dto., 1250 LISBOA

JOÃO CLÉRIGO

RNOA (Rede Nacional de Observação Astronómica)
Trav. 1.º de Maio, 16, 2430 MARINHA GRANDE

“Mortal como sou, sei que nasci por um dia, mas quando observo a cerrada multidão das estrelas no seu curso circular, os meus pés deixam de tocar na terra; ascendo até ao próprio Zeus para me banquetear de ambrosia, o alimento dos deuses.”

*Cláudio Ptolomeu
de Alexandria
Astrónomo grego (90-168)*

O crescente entusiasmo de milhares de pessoas pela Astronomia e pelas observações astronómicas é indiscutível. E o interesse dos alunos não é menor. Tudo leva a crer, conseqüentemente, que os tópicos de Astronomia e o convite à observação, implícitos nos actuais programas de Física do 8.º ano, vieram para ficar. Acentua-se assim, por parte dos docentes desta disciplina, a necessidade de ganhar alguma experiência na observação do céu, o domínio de alguns conceitos fundamentais e a indispensável destreza na manipulação dos telescópios.

Serão referidas neste artigo algumas associações das quais os docentes podem esperar algum apoio e sugestões, bem como várias iniciativas periódicas de grande interesse neste domínio.

Há quem pense que um astrónomo amador é alguém que

só sabe “mexer em telescópios”. Esta é, no entanto, uma perspectiva redutora que geralmente não corresponde à realidade. O termo “astrónomo amador” abrange desde o simples curioso até ao entusiasta sabedor que possui equipamento sofisticado e sabe utilizá-lo bem, desenvolvendo um programa de trabalho regular e coerente. Também, em sentido lato, as observações astronómicas englobam um vasto leque de actividades, desde a simples localização das constelações mais óbvias até à observação das galáxias e nebulosas mais débeis, ao estudo de variáveis e dos índices da actividade solar.

Nas associações de astrónomos amadores encontram-se pessoas reunidas por uma paixão comum, a Astronomia, por puro prazer. São naturalmente muito diferentes, de sócio para sócio, os níveis de profundidade quanto aos seus conhecimentos astronómicos; são também diversos os temas preferidos por cada um, o que se traduz numa certa especialização e actualização constantes que têm, obviamente, os seus limites (quem os não tem?). Contudo, os astrónomos amadores podem, numa linguagem simples de entender e *concretizável* — muitas vezes de imediato — na prática, dar uma ajuda valiosa a quem pretende iniciar-se em Astronomia. A sua *disponibilidade* e *gosto* por transmitir conhecimentos são notáveis e devem ser aproveitados. O seu apoio e conselhos são indiscutivelmente preciosos



Galáxia de Andrómeda (M31)

para os docentes que, confrontados com o ensino da unidade temática *Nós e o Universo*, na componente de Física do programa de 8.º ano, se vêm a braços com a necessidade de vir a ter um mínimo de à-vontade na observação do céu, na interpretação de conceitos fundamentais de Astronomia e na manipulação de instrumentos de observação.

Há várias revistas específicas para astrónomos amadores, francesas, americanas e inglesas, disponíveis também em Portugal. E astrónomos e astrofísicos profissionais como David Malin, Jay M. Pasachoff, Carl Sagan, Damon Simonelli, David Burstein, Pamela Spence, Ken Crowell, e autores do calibre e prestígio de Patrick Moore, não desdenham escrever nas suas páginas. Seria interessante que os boletins mensais das associações portuguesas de astrónomos amadores pudessem também contar, mesmo que raramente, com alguns artigos de divulgação escritos por astrónomos profissionais e astrofísicos portugueses. É estéril e contraproducente a ideia de que só os astrónomos e astrofísicos profissionais estão aptos a divulgar a Astronomia ao nível da iniciação, e a promover a prática das observações astronómicas. Neste âmbito, as actividades e experiências de uns e de outros *complementam-se*. Curiosamente, foi o astrofísico Hubert Reeves que referiu, numa entrevista dada nos anos 80, que colegas seus não sabiam identificar no céu a constelação de Oriente, uma das mais óbvias. E se ele sabia foi porque se lançou à descoberta do céu por puro prazer, com o espírito com que o fazem os astrónomos amadores. Não deverá, por isso, haver antagonismos. Em Agosto último, o programa *Astronomia na Praia*, promovido a nível nacional pelo Ministério da Ciência e Tecnologia e pelo Museu de Ciência da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, durante o mês de Agosto de 1996, levou mais de 100 000 pessoas a olhar para o céu de outra maneira; de 24 para 25 do mesmo mês realizou-se a *Astrofesta 96*, num local excelente, nos arredores de Aljustrel, reunindo mais de 1400 participantes. Em ambos os eventos a contribuição, no campo, foi dada por astrónomos amadores. Sucede ainda que a descoberta de fenómenos imprevisíveis, como acontece com os cometas, as novas e as supernovas, é predominantemente feita por amadores dedicados, conhecedores e persistentes.

É cada vez maior, entre os professores e também entre o grande público, o número de pessoas que se interessam por Astronomia. Os conhecimentos de cada um progredirão mais rápido caso os interessados adiram às associações de astrónomos amadores, onde poderão receber apoio e trocar impressões e experiências com uma grande diversidade de entusiastas. Todos os sócios serão bem recebidos. Ninguém deve temer expôr a sua ignorância, pois todos temos alguma. E nestas associações encontra-se quem tenha formação académica que inclui Astronomia, quem não a tenha mas possua vasta

experiência e conhecimentos, e também os recém-chegados que poderão ter de início dificuldade em encontrar até a estrela Polar, numa noite límpida. Mas todos se interessam por Astronomia. Há dinamismo e sinergia. E os astrónomos e astrofísicos profissionais serão bem vindos e também se podem fazer sócios.

A APAA (Associação Portuguesa de Astrónomos Amadores) tem já mais de 20 anos; passou por muitas vicissitudes e está actualmente em franca reactivação. Não tem fins lucrativos. Edita mensalmente um boletim que inclui, nas suas 16 ou 20 páginas, artigos destinados a todos os níveis de conhecimentos, mas preferencialmente dedicados a quem está a começar a sua aprendizagem. O *Boletim APAA* é distribuído gratuitamente a todos os associados e está também à disposição dos não-sócios, por um custo acessível. A APAA realiza semanalmente (na sede) palestras/debates, de assistência livre a todos os interessados, sobre os mais variados temas relacionados com a Astronomia e possui uma página na *Internet*, em espaço cedido para o efeito pela Universidade de Coimbra. Organiza também sessões de observação do céu, palestras nas escolas para onde é convidada, geralmente com uma parte teórica durante o dia — acompanhada por apresentação de diapositivos —, completada à noite com sessões de observação. A APAA está a preparar, em conjunto com o Museu de Ciência, a realização de cursos de Astronomia Geral, CCD e construção de telescópios. Organiza, em conjunto com outras entidades, as *Astrofestas*. Em 1996 foi responsável pelo posto fixo da Costa da Caparica no âmbito do programa *Astronomia na Praia*. Projecto mais ambicioso, e também em preparação, é o da realização de viagens consistindo em visitas a observatórios astronómicos e a locais onde serão observáveis eclipses totais do Sol.

A RNOA (Rede Nacional de Observação Astronómica) é um projecto da Associação Nacional de Observação Astronómica, sem fins lucrativos. Tem por objectivo o estudo, execução e divulgação de actividades de Astronomia. O *Boletim RNOA*, de 12 páginas, é enviado mensalmente a todos os sócios. Embora ainda jovem, a RNOA propõe aos interessados as mais variadas actividades: observações públicas, palestras, colóquios, participações no seu *Boletim*, mini-cursos de iniciação à Astronomia, etc. A RNOA é ainda grupo integrante no recente projecto *Astronomia nas Escolas* e em outras iniciativas como a *Astronomia na Praia* e a *Astrofesta*.

O Centro de Formação de Associação de Escolas "Calvet de Magalhães", situado na Escola Secundária Marquês de Pombal (em Lisboa) realizou já, no âmbito do programa FOCO (em 1995 e em 1996), duas edições do curso "*Astronomia: Noções fundamentais e práticas de observação*" (35 horas), destinado aos professores do 4.º grupo A e de outros grupos disciplinares. Haverá um terceiro curso em 1997.

As associações descritas¹ neste artigo poderão não ser as únicas que perseguem os objectivos indicados. Caso haja outras, por lapso ou nosso desconhecimento aqui não referidas, agradecemos o contacto dos respectivos coordenadores, para que, a nível nacional, seja possível dar um apoio ainda melhor aos professores que leccionam temas de Astronomia no âmbito da Física do 8.º ano.

Ao concluir este artigo, pode subsistir uma questão pertinente: será que nos outros países as associações de astrónomos amadores suscitam interesse significativo? A resposta é inequívoca: enquanto temos, em Portugal, 2 associações de astrónomos amadores, há 7 na vizinha Espanha, 200 na Inglaterra e mais de 400 na França.

Endereços e contactos

APAA—Associação Portuguesa de Astrónomos Amadores

Rua Alexandre Herculano, 57- 4.º Dt.º, 1250 LISBOA
Telef. (01)386 37 02 (6.ªs feiras depois das 22 h)
e-mail: (a.magalhaes@mail.telepac.pt)
ou (a.cidadao@mail.telepac.pt).
Home Page: (<http://www.eq.uc.pt/~eq3pmr/apaa>).

RNOA—Rede Nacional de Observação Astronómica
Trav. 1.º de Maio, 16, 2430 MARINHA GRANDE
Telefs. (044) 56 69 86 e (044) 50 38 20 (depois das 19 h)

e-mail: (rnoa@mail.telepac.pt)
Home Page: (<http://www.com2000si.com/rnoa>).

¹ Há mais *instituições* vocacionadas para a *divulgação da Astronomia*, mas é diferente a sua actuação. Neste artigo pretendeu-se dar a conhecer, essencialmente, as associações de astrónomos amadores existentes no nosso país e as suas estratégias de actuação (enquanto apoios úteis aos docentes que leccionam tópicos de Astronomia no âmbito dos actuais programas de Física do ensino básico e secundário), bem como a existência de um curso de formação, no âmbito do programa FOCO, que os docentes podem frequentar e é simultaneamente útil e relevante para a sua progressão na carreira. No que se refere à *divulgação da Astronomia*, não queremos deixar de referir o Museu de Ciência da Universidade de Lisboa (MCUL), o Planetário Calouste Gulbenkian (em Lisboa) e a Associação Portuguesa para o Ensino da Astronomia (ASTRO), no Porto.

Guilherme de Almeida é professor efectivo do 4.º grupo-A da Escola Secundária Marquês de Pombal, em Lisboa. Autor de livros sobre iniciação à Astronomia e observações astronómicas, assinou diversos artigos, realizou numerosas acções de formação para professores e é formador do programa FOCO para as áreas de Astronomia e Física.

António Magalhães é médico oftalmologista e presidente da Associação Portuguesa de Astrónomos Amadores. Desde há muitos anos que se dedica, paralelamente à sua actividade clínica, às observações astronómicas e à sua divulgação. Tem feito ainda palestras sobre a visão e o telescópio.

João Clérigo é técnico de informática e coordenador da Rede Nacional de Observação Astronómica. Faz regularmente observações astronómicas e divulga a sua prática.

Portugal joins the ESRF^(*)

The government of Portugal has expressed its interest in joining the ESRF as a Scientific Associate with a view to move to full membership once the involvement of the Portuguese scientific community in the ESRF has increased appropriately. The ESRF Council has agreed that an arrangement on the long-term use of synchrotron radiation is made between the ESRF and the government of Portugal and has authorised the Director General to enter into detailed negotiations on this item with the aim of admitting Portugal as a Scientific Associate with effect from 1 January 1998.

The ESRF Statutes stipulate that each Member to the ESRF shall hold at least 4% of the shares. This has led some of the Contracting Parties to form consortia such as Benesync (Belgium, the Netherlands) or Nordsync (Denmark, Finland, Norway, Sweden). However, the ERSF Convention also provides for another option of access suited for countries with relatively small scientific communities, namely "arrangements for long-term use of synchrotron radiation". At the end of 1996, the ESRF Council formalised this option by establishing a model arrangement with so-called Scientific Associates. Portugal is the first of several interested countries to make use of this access possibility.

In preparing for this associateship, a delegation of eighteen Portuguese scientists visited the ESRF on 5 April 1997, followed by the visit of Professor J. M. Gago, the Portuguese Minister for Science and Technology, on 16 May 1997.

Although the Portuguese government would have preferred full Membership in its own right, a share of 4% was not realistic given the present size of the Portuguese scientific community. Therefore, the status of Scientific Associate was chosen as a first step towards joining the ESRF. Meanwhile, the ESRF Council will start to discuss the question as to whether a reduction of the threshold for Membership to below 4% should be considered in the long term, e.g. after the end of the construction period (1988-1998).

In order that the community of users in Portugal can take full advantage of the ERSF it is planned that the ERSF and the Portuguese authorities on the development of research in Portugal related to the ESRF and on the allocation of national research funds in the areas where synchrotron radiation is an important research tool.

Na sequência deste processo foi pedida à comunidade científica portuguesa a apresentação de propostas para utilização das várias estações a funcionar na ESR-facility em Grenoble, num primeiro período, de Janeiro a Julho de 1998 (ver ainda Gazeta de Física, fasc.4, pág.2, 1993).

Contactos em Portugal:

M. Arménia Carrondo - ITQB, Oeiras e IST, Lisboa
Margarida R. Costa, Dep. Física, Univ. Coimbra
M. Ondina Figueiredo, C. Crist. Mineralogia, IICT, Lisboa
M. Teresa Ramos, C. Fis. Atómica, Univ. Lisboa

^(*) Notícia extraída da ESRF Newsletter n.º 29, Julho 97.

SUGESTÕES PARA UM MELHOR APROVEITAMENTO DA EXPERIÊNCIA DA PONTE DE WHEATSTONE

J. M. FERREIRA, M. DUARTE NAIA
e WAGNER L. TRUPPEL

Departamento de Física, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro,
Quinta de Prados, 5000 Vila Real

Propõem-se alguns procedimentos para tirar maior partido da experiência da ponte de Wheatstone num laboratório didáctico. O método sugerido permite obter com maior precisão o ponto de equilíbrio da ponte, e a respectiva sensibilidade. Para além disso, permite ilustrar a forte dependência da corrente no galvanómetro com a escala utilizada na sua medição, e também com a relação de resistências nos braços da ponte.

Deste modo são alargados os objectivos desta experiência, permitindo um melhor aproveitamento dos dados experimentais, ao mesmo tempo mostrando como um processo de medição pode afectar dramaticamente a grandeza física medida.

Na determinação das características eléctricas de componentes de circuito (resistência, capacidade e indutância) é habitual o uso da técnica de ponte, a qual é aplicada extensivamente em laboratórios de medida de padrões eléctricos (Noltingk 1988). A palavra ponte exprime o facto de, por meio desta técnica, dois pontos de um circuito serem unidos através de um detector, o qual detecta uma corrente eléctrica ou uma diferença de potencial entre estes dois pontos.

A ponte na sua forma mais simples consiste no circuito de quatro resistências conhecido como ponte de Wheatstone, o qual é adequado para medições de resistência e é frequentemente utilizado em laboratórios de ensino para ilustrar a teoria de circuitos elementar (Worsnop e Flint 1960). Uma das montagens mais utilizadas é a da Fig. 1, em que o estudante ajusta a resistência variável S até que, quando $S = S_0$, a corrente i através do galvanómetro é nula, dando a condição de equilíbrio

$$R = \frac{Q}{P} S_0 \quad (1)$$

Se o ponto de equilíbrio não puder ser determinado a partir de uma única medição, então normalmente faz-se uma leitura (i, S) de cada lado do ponto de

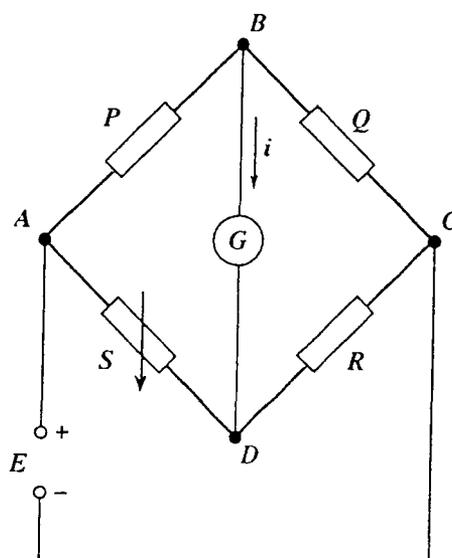


Fig. 1 — Circuito da Ponte de Wheatstone utilizado neste trabalho, com resistências dos braços P e Q , resistência desconhecida R , caixa de resistências S , galvanómetro com resistência interna G , e fonte de alimentação com diferença de potencial E . Estão também indicados os pontos A , B , C , e D do circuito, e a corrente i através do galvanómetro.

Equações básicas

Funcionamento junto do equilíbrio

Factores de erro experimental

Melhoria da sensibilidade

Aspectos didácticos

equilíbrio seguida da determinação do valor de $S = S_0$ por meio de uma interpolação de dois pontos para S em $i = 0$. O ponto de equilíbrio é portanto determinado com base em apenas uma ou duas medições.

Seria possível obter um valor mais preciso de S_0 com um conjunto maior de pontos (i, S) , porém a interpolação linear não é o melhor método, pois da análise linear de circuitos pode escrever-se a resistência variável S em função da corrente i que passa no galvanómetro, isto é

$$S = \frac{PE + [(P+Q)G+PQ]i}{QE - [(P+Q)(R+G) + PQ]i} R \quad (2)$$

Uma vez que (2) é uma função não linear da corrente pode-se fazer o ajuste dos pontos (i, S) medidos próximo do equilíbrio com uma curva de segundo grau do tipo

$$S = S_0 + A_1 i + A_2 i^2 \quad (3)$$

O coeficiente de ordem zero, S_0 , é obtido a partir da curva de melhor ajuste. O erro no valor de S_0 obtido do gráfico não depende do erro em S (caixa de resistências) nem do erro em i (galvanómetro) pois no modelo de ajuste dos desvios quadráticos mínimos faz-se a hipótese da distribuição de erros ser normal. Sendo assim, o valor do erro absoluto em cada ponto não pesa na determinação dos erros dos coeficientes da curva.

Além disso o aluno pode comparar os coeficientes de primeira e segunda ordem com os respectivos valores teóricos A_1 e A_2 , que podem ser determinados facilmente expandindo a equação (2) em série binomial, dando

$$A_1 = \frac{R \frac{P}{Q} \left(1 + \frac{P}{Q}\right) \left[Q + R + G \left(1 + \frac{Q}{P}\right)\right]}{E} \quad (4a)$$

$$A_2 = \frac{R \frac{P}{Q} \left(1 + \frac{P}{Q}\right) \left[Q + R + G \left(1 + \frac{Q}{P}\right)\right] \left[P + (R+G) \left(1 + \frac{P}{Q}\right)\right]}{E^2} \quad (4b)$$

onde a resistência desconhecida R pode ser obtida por substituição na equação (1) do valor de S_0 obtido do gráfico. No entanto, como o erro relativo de R é a soma dos erros relativos de S_0 , P e Q , por muito preciso que seja o valor de S_0 obtido do gráfico este método está sempre limitado pela precisão com que se conhecem os valores das resistências P e Q . É habitual eliminar esta limitação trocando as posições das resistências P e Q no circuito e determinando o novo ponto de equilíbrio S'_0 , de forma que o valor da resistência desconhecida é agora dado por

$$R = \sqrt{S_0 S'_0} \quad (5)$$

ou seja o erro em R é independente dos erros de P e Q . A precisão de R é também afectada pela resistência dos contactos e fios de ligação, a qual poderá variar entre algumas centésimas de Ohm e algumas décimas de Ohm para cada contacto. É de esperar que existam algumas ligações cuja resistência dependa do sentido da corrente, donde deve sempre ser aconselhada a inversão da polaridade da fonte de alimentação para reduzir ao mínimo este efeito.

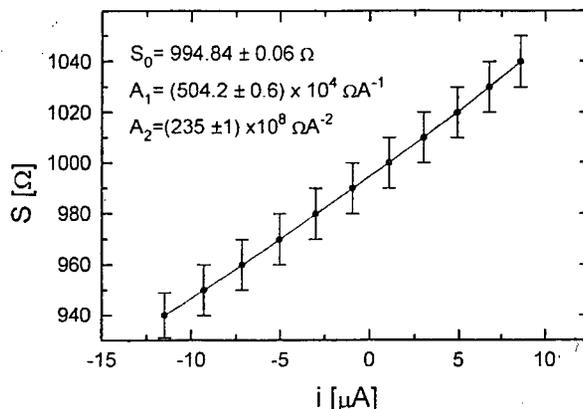


Fig. 2 — Ajuste da curva de segundo grau $S = S_0 + A_1 i + A_2 i^2$ aos pontos medidos (i, S) . O valor de S_0 obtido do gráfico é mais preciso que o valor $S_0 = 995 \pm 27 \Omega$ obtido por interpolação de dois pontos, e os coeficientes de primeira e segunda ordem obtidos do gráfico estão em bom acordo com os respectivos valores teóricos

$$A_1 = (508 \pm 75) 10^4 \Omega \cdot A^{-1} \text{ e } A_2 = (247 \pm 53) 10^8 \Omega \cdot A^{-2}.$$

Na realização deste estudo deve-se também chamar a atenção para a necessidade dos pontos (i, S) serem bem representados por uma equação de segundo grau, para o que é essencial assegurar uma convergência rápida da série binomial obtida da equação (2). Isto obriga a que o valor absoluto da corrente $|i|$ seja muito mais pequeno que o raio de convergência δ da série binomial, dado por

$$\delta = \frac{E}{P + (R+G) \left(1 + \frac{P}{Q}\right)} \quad (6)$$

Para satisfazer este critério de convergência verificou-se ser suficiente seleccionar aqueles pontos (i, S) para os quais $|i|$ era menor ou igual a aproximadamente 15% de δ , o que se traduz na prática por medir pontos próximos do equilíbrio.

O aluno pode também extrair informação adicional do seu gráfico utilizando-o para determinar a sensibilidade Π da ponte de Wheatstone, a qual pode ser definida por (Duffin 1990)

$$\Pi = \left(S \frac{di}{dS} \right)_{S=S_0} \quad (7)$$

Da análise elementar de circuitos,

$$i = \frac{(QS - PR)E}{PQ(R+S) + RS(P+Q) + G(P+Q)(R+S)} \quad (8)$$

Utilizando as equações (7) e (8) obtém-se imediatamente

$$\Pi = \frac{E}{\left(1 + \frac{P}{Q}\right) \left[Q + R + G\left(1 + \frac{Q}{P}\right)\right]} \quad (9)$$

Comparando as equações (4a) e (9)

$$\Pi = \frac{S_0}{A_1} \quad (10)$$

ou seja a sensibilidade da ponte pode ser determinada directamente dos valores de S_0 e A_1 obtidos do gráfico.

As equações (9) e (10) podem também ser utilizadas para verificar a forma como a sensibilidade depende das resistências do galvanómetro e da ponte, mas uma análise aprofundada da optimização da sensibilidade da ponte é bastante complexa e não se enquadra nos objectivos deste trabalho.

Os autores também verificaram que se pode tornar o estudo da ponte de Wheatstone mais interessante se o aluno for levado a fazer duas experiências adicionais. A primeira destas investiga a forma drástica como a corrente i através do galvanómetro depende da escala do galvanómetro usada na sua medição, o que fornece um excelente exemplo de como um processo de medida pode perturbar dramaticamente a grandeza que se está a medir. A segunda experiência investiga a relação entre a razão dos braços da ponte $P:Q$ e a corrente i . Uma maneira conveniente de interpretar os resultados destas duas experiências consiste em escrever a corrente i na equação (8) em função do desvio de S do equilíbrio, $\Delta S = S - S_0$, dando

$$i = \frac{QE\Delta S}{R(P+Q) \left[P + G + \frac{P}{Q}(R+G) \right] + [PQ + (P+Q)(R+G)]\Delta S} \quad (11)$$

Esta expressão também pode ser expandida em série binomial, obtendo-se

$$i = \frac{E\Delta S}{R \frac{P}{Q} \left(1 + \frac{P}{Q}\right) \left[Q + R + G\left(1 + \frac{Q}{P}\right)\right]} - \frac{P + (R+G)\left(1 + \frac{P}{Q}\right)}{\left(R \frac{P}{Q}\right)^2 \left(1 + \frac{P}{Q}\right)^2 \left[Q + R + G\left(1 + \frac{Q}{P}\right)\right]^2} E(\Delta S)^2 \quad (12)$$

Três casos de interesse onde a equação (12) se simplifica consideravelmente são:

(a) $P \gg Q \approx R$

$$i \approx \frac{E}{P^2 \left(2 + \frac{G}{Q}\right)} \Delta S - \frac{E}{P^3 \left(2 + \frac{G}{Q}\right)^2} (\Delta S)^2 \quad (13a)$$

(b) $Q \gg P \approx R$

$$i \approx \frac{E}{P^2 \left(1 + \frac{G}{P}\right)} \Delta S - \frac{2 + \frac{G}{P}}{P^3 \left(1 + \frac{G}{P}\right)^2} E(\Delta S)^2 \quad (13b)$$

(c) $P \approx Q \approx R$

$$i \approx \frac{E}{4P^2 \left(1 + \frac{G}{P}\right)} \Delta S - \frac{3 + 2\frac{G}{P}}{16P^3 \left(1 + \frac{G}{P}\right)^2} E(\Delta S)^2 \quad (13c)$$

As equações (13) permitem que o estudante veja que é de esperar que a corrente através do galvanómetro seja quase inversamente proporcional à resistência interna G do mesmo. Uma vez que escalas diferentes do galvanómetro têm resistências internas diferentes, a forte dependência da corrente no galvanómetro, com a escala utilizada para medi-la, torna-se imediatamente evidente.

Inspeccionando as equações (13), o aluno pode também compreender como é que uma dada variação de S do equilíbrio, ΔS , produz uma pequena variação na corrente i quando $P \gg Q \approx R$, uma grande variação quando $Q \gg P \approx R$, e uma variação intermédia quando $P \approx Q \approx R$.

Conseguem-se obter bons resultados em todas as experiências descritas utilizando equipamento simples e facilmente disponível. Os autores utilizaram um galvanómetro BK (Modelo 2703), uma caixa de resistências WPA (Modelo N66), algumas resistências baratas de 1/4W, e uma fonte de alimentação estabilizada de corrente contínua de 5V. Na falta desta, pode utilizar-se um bom acumulador de chumbo para assegurar a estabilidade de tensão necessária para medições em Ponte.

Conclusão

Nesta experiência utilizou-se a ponte de Wheatstone para abordar dois aspectos experimentais muito importantes, e habitualmente negligenciados, no ensino experimental: a interpolação do equilíbrio e a dependência dos resultados na escala do aparelho de medida.

No que toca ao primeiro destes aspectos convém salientar que a nível dos últimos anos do secundário e primeiro ano universitário, os alunos estão habituados a

utilizar, quase em exclusivo, formalismos baseados na dependência linear. Através da utilização de uma interpolação de segundo grau na determinação do equilíbrio da ponte, pretendeu-se tornar possível aos alunos visualizar uma dependência não linear num circuito que inclui apenas elementos lineares.

Um segundo aspecto, de extrema importância, é a influência da resistência interna dos amperímetros na corrente que percorre o circuito. Em várias situações laboratoriais, a resistência mais importante do circuito é a resistência do amperímetro. Nestes casos, a mudança de escala do amperímetro afecta de forma drástica a corrente do circuito. Neste contexto pretendeu-se também apresentar a ponte de Wheatstone como um exemplo de uma experiência didáctica simples que permite ao aluno visualizar de forma eficaz esta dependência.

Agradecimentos

Desejamos agradecer ao Prof. Ferreira da Silva do Departamento de Física, Universidade do Porto, por auxílio neste trabalho.

Referências

- DUFFIN, W. J. — *Electricity and Magnetism*, 161. McGraw-Hill, London (1990).
- NOLTINGK, B. E. — *Instrumentation Reference Book*, Part 3, 40-41. Butterworths, London (1988).
- WORSNOP, B. L. e FLINT, H. T. — *Advanced Practical Physics for Students*, 528. Methuen, London (1960).

J. M. Ferreira é doutorado em Física pela Universidade de Monash, Austrália, sendo professor Auxiliar da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Departamento de Física. M. Duarte Naia é Assistente Estagiário no Departamento de Física da UTAD. Wagner L. Truppel é Assistente no mesmo Departamento, estando presentemente a realizar o seu doutoramento em Física na Universidade da Califórnia, Irvine, USA.

SIMPÓSIO SOBRE HISTÓRIA DA TECNOLOGIA

Lisboa, Caparica, 18-22 de Agosto de 1998

A Secção de História e Filosofia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa organizará, entre 18 e 22 de Agosto de 1998, em Lisboa, a XXV Conferência da Comissão Internacional da História da Tecnologia (ICOHTEC).

O tema geral da conferência será

European Technology in a Global Context

e os tópicos de referência para as sessões a organizar são os seguintes:

- Tecnologia e Descobrimientos
- Tecnologia e Exposições Universais
- Identidade Tecnológica e Instituições
- Estruturas de Mundialização da Tecnologia
- Tecnologia, Ciência e Economia
- Ensino Técnico: Para uma Perspectiva Comparativa
- Tecnologia e Aplicação da Pólvora num Contexto Internacional

As comunicações à conferência devem ter em conta os tópicos de referência. Qualquer membro do ICOHTEC pode, no entanto, submeter à aprovação, uma sessão com uma temática diferente, devendo apontar o seu organizador e reunir, pelo menos cinco trabalhos.

O resumo das comunicações deverá ser enviado até 31 de Dezembro de 1997, em formulário próprio a enviar junto com a 2.ª circular. Esta incluirá os preços relativos à inscrição no congresso e de hotéis.

A inscrição na conferência faz-se mediante o preenchimento de formulário próprio a enviar com a 2.ª circular.

A língua oficial da XXV Conferência do ICOHTEC é o inglês. As comunicações poderão ser, contudo, apresentadas em português, francês, alemão e espanhol, mas a sua tradução não será assegurada.

ICOHTEC Organizin Committee

Prof. A. Buchanan, Centre for the History of Technology, Univ. of Bath
Prof. H. J. Braun, Universitaet der Bundeswchr Hamburg

National Organizin Committee

Dr.ª Maria Paula Diogo, Fac. Ciências e Tecnologia UNL (Presidente)
Prof. António Manuel Nunes dos Santos, Dr.ª Ana Carneiro, Dr.ª Ana Simões, Dr. Francisco Domingues

Secretariat

Maria de Fátima Correia
Fundação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da UNL
Quinta da Torre, 2825 Monte da Caparica, Portugal
Tel. 01-2954464 — Fax 01-2954461
e-mail: sec-csa@mail.fct.unl.pt



25th Symposium of the International Committee for the History of Technology (ICOHTEC)

Pre-Registration Form (Please, use CAPITAL LETTERS)

I am interested in receiving the next circular and call for papers

Surname: _____

Other Names: _____

Institution: _____

Address: _____

Post Code: _____

Country: _____

Tel: _____

Fax: _____

e-mail: _____

I am considering: Attending the Conference.....

Submitting a Oral Presentation.....

COR, ÓPTICA E PINTURA

UM ESTUDO SOBRE CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS

LAURINDA LEITE e SUSANA SÁ

Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho
Campus de Gualtar — 4710 Braga Codex

Na sequência da recente Reforma Curricular, o estudo da Óptica passou a fazer-se, pela primeira vez, no 8.º ano de escolaridade, no âmbito da unidade didáctica "Luz e Visão". A Cor foi um dos tópicos incluídos nesta unidade que comporta algumas dificuldades para os alunos.

Neste artigo, para além de se apresentar as principais concepções alternativas perfilhadas por alunos dos 8.º e 11.º anos acerca da cor e de se discutir a origem das mesmas, analisa-se o modo como a cor é abordada pelos novos manuais escolares do 8.º ano. Finalmente, sugere-se que a mudança das concepções alternativas dos alunos requer, entre outros, que o ensino da cor inclua uma análise comparativa de aspectos de síntese aditiva e subtractiva.

1. Introdução

Apesar da falta de escritos sobre as primeiras investigações no domínio da Óptica, parece que, já na antiguidade, os povos babilónicos e egípcios dispunham de alguns conhecimentos acerca da luz, nomeadamente acerca da sua propagação rectilínea [1]. Por outro lado, filósofos gregos tais como Pitágoras, Demócrito, Platão e Aristóteles desenvolveram várias teorias sobre a natureza da luz, e Euclides (300 A.C.) conseguiu mesmo enunciar a lei da reflexão [2]. Contudo, as grandes controvérsias que ao longo dos séculos se levantaram acerca da natureza da luz, só no século XX foram resolvidas, e, mesmo assim, de uma forma salomónica, com a aceitação da dualidade onda/corpusculo, tanto para a natureza da matéria como para a natureza da luz [3].

A Óptica era um tema que fazia parte do antigo programa do 9.º ano de Ciências Físico-Químicas mas que, por falta de tempo, raramente era leccionado.

Na sequência da recente Reforma Curricular, o estudo da Óptica passou a fazer-se, pela primeira vez, no 8.º ano, no âmbito da nova unidade didáctica intitulada "Luz e Visão". O estudo deste tema é, em princípio, retomado no 11.º ano e, posteriormente, no 12.º ano.

Comparativamente com os anteriores programas, a abordagem da Óptica que agora se preconiza para o 8.º ano parece colocar uma maior ênfase no estudo da natureza e do comportamento da luz, enquanto aspecto fundamental para a compreensão de fenómenos do mundo que nos rodeia.

Um dos tópicos incluídos nesta unidade foi a cor, "fenómeno" que, desde a antiguidade, fascina e intriga o Homem [4] mas que só na sequência da descoberta do espectro por Newton, foi objecto de uma explicação satisfatória [5].

Estudos realizados por diversos autores [6, 7, 8] parecem indicar que, frequentemente, as explicações dadas por crianças e jovens para situações problemáticas relacionadas com a cor têm subjacentes concepções alternativas cujo conteúdo, em alguns casos, se assemelha ao de concepções outrora perfilhadas por diversos cientistas e que actualmente fazem parte da História da Óptica [1]. De entre as concepções identificadas por esses autores destacamos as seguintes:

- A cor da luz mistura-se com a cor do objecto, originando uma outra cor;
- Um vidro colorido "pinta" a luz que passa através dele;
- A luz dá a sua cor ao objecto;
- As cores escuras sobrepõem-se às cores claras;

A Óptica nos ensinamentos básico e secundário

O conceito de cor

Inquérito sobre concepções alternativas de alunos acerca da cor

Abordagem da cor em manuais escolares

Conclusões e implicações

— As diferentes cores formam um contínuo que vai desde o branco ao preto;

— O preto e o branco são cores.

Neste contexto, foram nossos objectivos identificar e comparar concepções perfilhadas por alunos do 8.º e do 11.º anos de escolaridade acerca da cor (antes do estudo deste conteúdo nos respectivos anos de escolaridade) e compreender a origem dessas mesmas concepções. Analisámos, ainda, a abordagem que os diferentes manuais escolares do 8.º ano fazem da cor, com o objectivo de verificar até que ponto ela é adequada às dificuldades conceptuais detectadas nos alunos.

2. Metodologia

2.1. Amostra

O estudo com alunos envolveu seis turmas (N = 134) de três Escolas Secundárias da cidade de Braga, agrupadas em três grupos, como se segue:

— 3 turmas do 8.º ano, sem ensino formal acerca da cor (n = 90);

— 2 turmas do 11.º ano, sem formação em Óptica/cor (n = 26);

— 1 turma do 11.º ano, com formação em Óptica/Cor do antigo 9.º ano (n = 18).

Os alunos não tinham iniciado o estudo da Óptica nos anos de escolaridade em que se encontravam e apenas uma das turmas do 11.º ano tinha estudado Óptica e cor no 9.º ano.

No que respeita a manuais escolares, foram analisados os 11 manuais do 8.º ano a que tivemos acesso. Para este efeito, considerou-se a edição mais recente.

2.2. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

A recolha de dados junto dos alunos foi efectuada por questionário e entrevista.

O questionário elaborado para este estudo continha 13 perguntas acerca de uma situação problemática. Entre as perguntas variava a luz incidente num filtro (designado para os alunos por plástico) e o próprio filtro. Na figura 1 apresenta-se o seu formato geral.

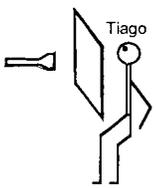
Esquema da situação	Passa luz através do plástico?	O Tiago vê o plástico?
	__ Não	__ Não
	__ Sim, cor _____	__ Sim, cor _____
	Explicação: _____	Explicação: _____
	_____	_____
	_____	_____

Fig. 1 — Esquema geral das perguntas colocadas aos alunos.

As combinações de luz e filtro consideradas estão assinaladas no quadro 1, através do número correspondente à pergunta do questionário.

Quadro 1 — Combinações de luz e filtro usadas no estudo e sua relação com o número da pergunta

Luz \ Filtro	Filtro				
	Branco	Azul	Amarelo	Vermelho	Preto
Branca	5	1	8	—	13
Azul	6	2	—	—	12
Amarela	7	3	10	9	—
Vermelha	—	4	11	—	—

O questionário foi aplicado por uma das autoras, tendo sido apresentadas aos alunos amostras dos diversos filtros. Os alunos responderam individualmente, tendo demorado no máximo 30 minutos.

Dez alunos do 8.º e do 11.º anos foram entrevistados por uma das autoras acerca de algumas das perguntas do questionário, com o objectivo de complementar a informação recolhida através deste e, assim, melhor podermos compreender a origem das concepções apresentadas pelos alunos.

No que respeita aos manuais escolares, analisou-se o conteúdo dos livros de texto do 8.º ano (e, quando existem, dos correspondentes manuais de actividades e livros do professor), com o objectivo de verificar se os conceitos e as relações conceptuais que nos parecem necessárias para a compreensão da cor são abordadas.

3. Resultados

3.1. Concepções alternativas perfilhadas pelos alunos

As previsões e explicações dadas pelos alunos em resposta às diferentes perguntas foram analisadas com vista à identificação das concepções, cientificamente aceites ou alternativas, que lhes estão subjacentes.

A identificação das concepções alternativas perfilhadas por cada aluno foi efectuada tendo em conta a coerência das suas respostas às diversas questões que compunham o questionário embora, em alguns casos, se tenha considerado suficiente a coerência em subconjuntos de questões (quadro 2) que parecem mais capazes de evidenciar uma determinada concepção alternativa.

O quadro 2 apresenta os resultados relativos às questões que se baseavam na utilização de filtros brancos, azuis, amarelos e vermelhos (não pretos).

Quadro 2 — Concepções evidenciadas pelos alunos em questões envolvendo filtros não pretos (%)

Categorias de resposta	(N = 134)		
	8.º ano (n = 90)	11.º ano S/ Óptica (n = 26)	11.º ano C/ Óptica (n = 18)
A - Respostas cientificamente aceites	0.0	0.0	0.0
B1 - As cores misturam-se, originando uma nova cor que depende das cores misturadas: - qualquer que seja a combinação cor da luz/ cor do filtro (3, 4, 9, 11) - quando a cor mais escura é a do filtro (1, 3, 4, 8, 9)	84.4 4.4	57.7 11.5	55.6 22.2
B2 - As cores escuras sobrepõem-se às cores claras - qualquer que seja a combinação cor da luz/ cor do filtro (1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 11) - quando a cor mais escura é a da luz (6, 7, 11)	4.4 4.4	3.8 11.5	11.1 22.2
B3 - O filtro e a luz têm cores características	1.1	15.4	11.1
B4 - O filtro tem uma cor característica que determina a cor da luz que o atravessa	2.2	3.8	0.0
C - Outras respostas	3.3	7.7	0.0

Nota: Na coluna "Categorias de resposta", os números entre parêntesis representam o número das perguntas do questionário que foram consideradas para a identificação da concepção.

Como mostra a análise deste quadro, não se detetaram respostas cientificamente aceites em nenhum dos grupos considerados.

A concepção alternativa largamente predominante, independentemente do grupo, é a concepção B1 — "As cores misturam-se, originando uma nova cor que depende das cores misturadas". Esta concepção é coerentemente utilizada por muitos alunos em quatro questões que envolvem diferentes combinações de luz e filtro, mas a frequência da sua utilização, nestas condições, diminui do 8.º (mais de 80% dos alunos) para o 11.º ano (cerca de 55% dos alunos). Por outro lado, parece haver alunos que usam coerentemente (em cinco situações) a concepção B1 apenas quando o filtro é mais escuro do que a luz. Neste caso, a concepção em causa é mais utilizada por alunos do 11.º ano que tinham recebido formação em óptica no 9.º ano, de acordo com os programas anteriores.

A concepção alternativa que aparece em segundo lugar é B2 — "As cores escuras sobrepõem-se (ou anulam) às cores claras". Alguns alunos evidenciam-na para qualquer combinação de luz e filtro, mas outros apenas a manifestam em respostas a perguntas em que a luz é

mais escura do que o filtro (luz azul/amarela e filtro branco ou luz vermelha e filtro amarelo). Os resultados obtidos parecem evidenciar que esta concepção é mais frequente no grupo de alunos do 11.º ano que tinham estudado Óptica no 9.º ano.

De notar que alguns alunos pensam que a cor é característica da luz e do filtro (B3), uma vez que afirmam (por exemplo em resposta à pergunta 3) que quando luz amarela incide num filtro azul, passará luz amarela através do filtro e este continuará a ser visto azul. Parece, não só, que a cor com que vemos um objecto à luz branca é, na opinião destes alunos, uma propriedade característica desse objecto (independente da radiação incidente), mas também que a cor da luz é uma característica desta, que permanece inalterada na sequência da sua interacção com o filtro.

De referir ainda que um número reduzido de alunos do 8.º e do 11.º anos parecem acreditar que a cor do filtro determina a cor da luz que o atravessa (B4). Parece, assim, que o filtro "pinta" a luz da sua própria cor.

Para além das concepções explicitamente referidas no quadro 2, pode ainda inferir-se a existência da concepção "o branco é uma cor", dado que alguns alunos participantes no estudo tratam a luz branca e o filtro branco do mesmo modo que uma luz monocromática ou um filtro que deixa passar uma só cor.

No quadro 3 apresentam-se os resultados obtidos através das questões que envolviam a utilização de um filtro preto.

Quadro 3 — Concepções evidenciadas pelos alunos em questões que envolviam um filtro preto

Categorias de resposta	(N = 134)		
	8.º ano (n = 90)	11.º ano S/ Óptica (n = 26)	11.º ano C/ Óptica (n = 18)
Não passa luz através do filtro	34.3	30.8	33.3
Passa luz através do filtro:			
— As cores misturam-se	47.8	30.8	33.3
— As cores escuras sobrepõem-se	7.8	0.0	22.3
— A cor da luz é uma sua característica	7.8	0.0	0.0
— Não justificam	0.0	30.8	11.1
Não responde	2.2	7.6	0.0

Mais de 30% dos alunos de cada grupo afirmam que o filtro preto não deixa passar luz. Contudo, as explicações que eles apresentam para este facto ou não são suficientes para considerarmos as respostas como cientificamente aceites (ex. "o preto não tem cor, logo não deixa passar nenhuma cor" e "o preto faz com que a cor não passe") ou indicam que os alunos perfilham a concepção de que o preto anula as outras cores

(ex.: "o preto é bastante forte" e "o plástico é mais escuro do que a luz").

Os alunos que afirmam que passa luz através do filtro preto, tanto os que consideram a mistura de cores (concepção prevalecte) como os que consideram a sobreposição da cor mais escura, parecem adoptar a concepção "preto é uma cor", uma vez que tratam este filtro do mesmo modo que qualquer outro filtro não preto.

De notar que alguns alunos do 8.º ano (7.8%) afirmam que a luz passa através do filtro, sem sofrer alteração de cor. Consideram estes alunos que a cor é característica da luz.

3.2. Origem das concepções alternativas acerca da Cor

As explicações dadas pelos alunos às perguntas que envolvem luz branca revelam que muitos deles tratam a luz branca do mesmo modo que uma qualquer luz colorida, afirmando, por exemplo, que "branco mais azul dá azul claro". Em nossa opinião, isto deve-se ao facto de os alunos (incluindo alguns do 11.º ano) não possuírem uma concepção adequada do que é a luz branca.

Como já referimos anteriormente, a análise das concepções evidenciadas nas respostas às questões que envolviam um filtro preto mostra que muitos alunos consideram que o preto é uma cor. Esta concepção parece ser induzida pela linguagem do dia a dia mas pode também dever-se ao desconhecimento dos princípios que regem a interacção da radiação com os objectos, nomeadamente no que se refere à subtracção de cores.

A concepção de cor como característica dos objectos (aplicada tanto à luz como ao filtro) pode, em nossa opinião, dever-se ao facto de as experiências dos alunos com objectos coloridos (pelo menos aquelas de que eles têm consciência) se realizarem à luz branca, o que faz com que eles vejam os objectos sempre da mesma cor e, conseqüentemente, os leva a construir a concepção de que a cor dos objectos (e da luz) é invariável.

A concepção de que o filtro tem uma cor que determina a cor da luz que o atravessa, ou seja "o filtro pinta a luz da sua própria cor", pode ter várias origens mas uma delas pode estar relacionada com o desconhecimento da subtracção de cores e outra com uma "analogia hidráulica" — a água ao atravessar alguns materiais coloridos pode arrastar pigmentos que foram usados no tingimento desses materiais e, conseqüentemente, adquirir a cor do material que atravessa.

Consideremos, finalmente, as duas concepções alternativas mais frequentes entre os participantes no estudo: "as cores misturam-se originando uma nova cor" e "as cores escuras sobrepõem-se às cores claras". A análise das respostas dadas pelos alunos no questionário e na entrevista indicam que estas concepções têm a sua origem na pintura. Na verdade, relativamente à primeira concepção, alguns alunos limitam-se a afirmar "a mistura

do amarelo com o azul dá verde" ou "o vermelho com o amarelo dá laranja" mas outros explicitam que "é igual à mistura de cores feita em desenho" ou "é igual à mistura de pigmentos feita em educação visual". Para estes alunos, "juntar" uma luz com um objecto que apresenta uma determinada coloração quando visto à luz branca é o mesmo que juntar tintas (ex. guache ou aguarelas).

No que se refere à concepção "as cores escuras sobrepõem-se às cores claras", os alunos apresentam explicações do tipo "o azul é mais escuro e sobrepõe-se ao amarelo". Dado que a informação recolhida junto dos sujeitos entrevistados não foi suficientemente esclarecedora, tentámos, em conversas informais com outros alunos, compreender melhor a origem desta concepção. Verificámos que ela parece dever-se às experiências dos alunos com lápis de cor. Neste contexto, os alunos conseguem sobrepor o preto, por exemplo, ao branco ou ao amarelo, pintando com um lápis preto sobre uma folha anteriormente pintada com essas cores. Esta experiência do domínio da Pintura parece ser linearmente transferida para a Óptica dando origem à existência da concepção alternativa em questão.

3.3. A abordagem da Cor em manuais escolares do 8.º ano

No quadro 4 apresentam-se os resultados de uma análise de 11 manuais escolares (incluindo os respectivos cadernos de actividades e livros do professor, quando existem) acerca da abordagem que fazem da Cor.

Quadro 4 — A abordagem da Cor em manuais escolares de 8.º ano

Subtópicos	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Luz branca	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cores primárias/monocromáticas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cores secundárias/policromáticas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cores complementares	✓	✓	✓		✓		✓	✓		✓	
Preto	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cor dos objectos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Adição de cores	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Subtracção de cores	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ref. explícita a cor em Pintura	✓	✓	✓	✓	✓	✓					
Comparação Luz/Tintas	✓	✓									

Como se pode verificar pela análise deste quadro, há cinco subtópicos que são abordados por todos os manuais analisados, embora nem sempre os nomes dos conceitos sejam explicitados. São eles a composição da luz

branca, cores primárias/radiação monocromática, cores secundárias/radiação policromática, a cor dos objectos e sua dependência da radiação incidente e a subtracção de cores. Contudo, em alguns casos (e talvez devido ao facto de a abordagem da radiação ter, a este nível, que ser necessariamente superficial), a definição de radiação monocromática que é apresentada parece contradizer algumas afirmações efectuadas a propósito da adição e da subtracção de cores. Por exemplo, no manual D afirma-se que o amarelo é resultante da adição de vermelho e verde (cores primárias) e que, portanto, é uma cor secundária e, por outro lado, apresenta-se como exemplo de luz monocromática a luz amarela. Também no manual B, a propósito da dispersão da luz e do espectro solar, se apresenta a radiação amarela como exemplo de um feixe monocromático e se afirma que o amarelo é uma só cor, e depois, a propósito da subtracção de cores, se diz que um filtro amarelo deixa "passar a luz vermelha e a luz verde; logo, obtemos luz amarela". Talvez fosse importante distinguir estas cores metaméricas [2] que, parecendo iguais, se demonstrariam com constituição diferente, caso fossem decompostas através de um espectrofotómetro. Ainda a propósito da subtracção de cores, refira-se que a abordagem superficial deste aspecto realizada por alguns manuais escolares (ex. K) pode conduzir/reforçar a ideia de que os objectos pintam a luz da sua própria cor.

Dez dos 11 manuais abordam a adição de cores e/ou o conceito de preto/negro. Contudo, verifica-se que em alguns desses manuais aparecem expressões como "a cor preta" (A e H), "produz-se o preto" (C), "obtem-se o preto" (E), as quais podem levar o leitor a pensar que o preto é uma cor. Por outro lado, o manual J, apesar de incluir situações de ausência de luz, não relaciona esta com as palavras preto ou negro.

Apenas seis dos manuais analisados fazem referência à cor em Pintura e entre eles encontram-se diferenças, nomeadamente no que respeita às cores que consideram primárias, em Pintura. Assim, enquanto que os manuais A, B, C e E consideram (e bem [2]) que o amarelo, o ciano e o magenta são as cores primárias em Pintura, os manuais D e F consideram que a esse tipo de cor corresponde o amarelo, o azul e o vermelho. Por outro lado, a referência à cor em Pintura é feita em "opção" no manual F e numa espécie de nota (tipo legenda a uma figura) no manual C. Finalmente, é de realçar que os manuais A e B são os únicos que explicitam a diferença, no que respeita à cor final obtida, entre misturar luzes coloridas e misturar tintas.

4. Conclusões e implicações

Os resultados deste estudo parecem indicar que os alunos portugueses perfilham concepções alternativas acerca da cor que são idênticas às referidas na literatura. Essas concepções parecem ser independentes do ano de escolaridade considerado e do facto de os alunos terem

sido submetidos a ensino formal acerca da cor, uma vez que são semelhantes tanto no 8.º como no 11.º anos e, neste último caso, não diferem entre alunos com e sem formação prévia em Óptica.

Os dados recolhidos sugerem que as concepções mais frequentes, relacionadas com a mistura e a sobreposição de cores, parecem ter origem nas experiências dos alunos com guaches/aguarelas e lápis de cor, respectivamente.

A concepção de cor como característica dos objectos parece ter a sua origem no facto de as experiências dos alunos com objectos coloridos se realizarem à luz branca. Por outro lado, as concepções de que "branco é uma cor" e "preto é uma cor" parecem dever-se a um desconhecimento da natureza da luz branca e da cor, enquanto que a concepção de que "um filtro pinta a luz que o atravessa" pode dever-se a uma "analogia hidráulica" e/ou ao desconhecimento da subtracção de cores.

A análise da abordagem da cor efectuada pelos diferentes manuais escolares mostra que eles contemplam a maior parte dos aspectos cuja ausência parece estar na origem das concepções alternativas acima referidas. Parece-nos, contudo, que o conceito de preto é ainda insuficientemente tratado na maior parte dos manuais e que a distinção entre "Cor em Óptica" e "Cor em Pintura" é explicitamente efectuada num número muito reduzido de casos.

Os resultados deste estudo relativos às concepções alternativas acerca da cor apontam para a necessidade de se utilizar estratégias de ensino que sejam capazes de promover e facilitar a mudança conceptual dos alunos. Tendo em conta as causas que parecem estar na origem do conteúdo das diferentes concepções, essas estratégias deveriam permitir aos alunos, entre outros:

- Compreender que a luz branca é uma mistura de várias cores;
- Constatar a dependência da cor do objecto relativamente à radiação incidente;
- Relacionar o preto com ausência de luz;
- Distinguir a situação de mistura de tintas coloridas, da situação em que uma radiação colorida incide sobre um objecto que apresenta determinada cor quando observado à luz branca.

Alguns dos manuais escolares existentes no mercado podem já constituir um recurso didáctico importante e facilitador da implementação destas estratégias. Contudo, seria desejável que o conceito de preto e a distinção entre cor em Óptica e cor em Pintura (de acordo com a terminologia usada nos manuais escolares) ou cor espectral e cor de pigmentos (terminologia cientificamente mais adequada, dado que no fundo se trata de distinguir a síntese aditiva e subtractiva de cores, ambas englobadas na Óptica) fosse adequadamente efectuada por todos os manuais escolares, de modo a darem um contributo ainda maior para a mudança conceptual dos alunos que os utilizarem e, consequentemente, para a diminuição das concepções alternativas com que os alunos chegam ao 11.º ano de escolaridade.

Finalmente, refira-se que o facto de neste artigo nos termos centrado na cor, não significa que acreditamos no sucesso de um ensino orientado para a mudança conceptual que se restrinja a esse tópic. Como se sabe, um dado conceito não existe nem tem significado isoladamente, mas antes está incluído numa rede conceptual que pode mesmo estender-se a outras disciplinas [9]. Para que os alunos possam construir aquele conceito, os restantes conceitos da rede devem ser adequadamente compreendidos. Obviamente, a cor está integrada numa rede conceptual da qual fazem parte conceitos de Óptica, tais como natureza da luz, interacção da luz com os corpos (absorção, transmissão, reflexão selectiva) e sua percepção. É nossa convicção que se o aluno não tiver tido oportunidade de (re)construir as suas ideias acerca dos conceitos pertencentes á rede conceptual da cor (especialmente os do domínio da Óptica), o ensino deste tópic, mesmo que orientado numa perspectiva de mudança conceptual, terá poucas hipóteses de ser bem sucedido.

Nota: Parte deste trabalho foi apresentado em poster na Conferência Física-96.

Agradecimentos: As autoras agradecem aos Alunos e aos Professores que tornaram possível este trabalho.

Referências Bibliográficas

- [1] HOPPE, E. (1928). *Histoire da la physique*. Paris: Payot.
- [2] HECHT, E. (1991). *Óptica*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- [3] MORENO, A. (1993). Light stories: A brief history of light. Em *Proceedings of the GIREP'93 international conference on physics education — Light and information*. Braga: Universidade do Minho, 38-80.
- [4] EINSTEIN, A. e INFELD, L. (s/d). *A evolução da Física*. Lisboa: Livros do Brasil.
- [5] NASSAU, K. (1983). *The physics and chemistry of color*. New York: John Wiley & Sons.
- [6] SAXENA, A. (1991). The understanding of the properties of light by students in India. *International Journal of Science Education*, 13 (3), 283-289.
- [7] FEHER, E. e MEYER, K. (1992). Children's conceptions of color. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (5), 505-520.
- [8] VERKERK, G. e BOWENS, R. (1993). Learning optics from seeing light. Em *Proceedings of the GIREP'93 international conference on physics education — Light and information*. Braga: Universidade do Minho, 100-121.
- [9] DE VECCHI, G. e GIORDAN, A. (1990). *L'enseignement scientifique: Comment faire pour que ça marche?*. Nice: Z'éditions.

Laurinda Leite é doutorada em Educação — Metodologia do Ensino das Ciências, pela Universidade do Minho, e professora Auxiliar na mesma Instituição.

Susana Sá é licenciada em Ensino de Física e Química pela Universidade do Minho, e Assistente Convidada nesta Instituição. Frequenta o curso de Mestrado em Educação — Supervisão Pedagógica em ensino de Física e Química.

OLIMPIADAS DE FÍSICA

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

1 — NOTÍCIAS DAS OLIMPIADAS

1.1. Olimpíadas 97 – Fase Regional

A fase regional das Olimpíadas de Física decorreu no dia 17 de Maio, nos Departamentos de Física das Universidades do Porto, de Coimbra e de Lisboa. Participaram 275 alunos do escalão A (9.º/10.º anos) e 198 do escalão B (11.º ano) em representação de 120 escolas secundárias e do 3.º ciclo do ensino básico de diversas regiões do país (continente e regiões autónomas). Houve este ano um número recorde de participantes (e de escolas participantes) o que se regista com muita satisfação. A todos os docentes e funcionários dos Departamentos de Física acima referidos, aos professores do ensino secundário que colaboraram na organização desta fase regional das Olimpíadas e, em particular, às equipas de correctores das provas, a SPF agradece reconhecidamente. Sem esse trabalho empenhado o sucesso das Olimpíadas estaria irremediavelmente comprometido. Um agradecimento especial é devido às Comissões Executivas dos Departamentos de Física das Universidades do Porto, de Coimbra e de Lisboa por, uma vez mais, terem prestado à SPF um apoio inestimável.

A todos os alunos foram oferecidos diplomas e prémios de presença e, aos vencedores das diferentes provas, foram oferecidos prémios especiais. Os alunos classificados nestas Olimpíadas Regionais ficaram apurados para participar na fase nacional das Olimpíadas que decorreu no Porto nos dias 20 e 21 de Junho como a seguir se dá notícia.

Os enunciados dos problemas das provas da fase regional estão publicados noutra local desta Secção.

Refere-se a seguir uma síntese dos dados relativos a cada Delegação Regional da SPF.

Delegação Regional do Norte

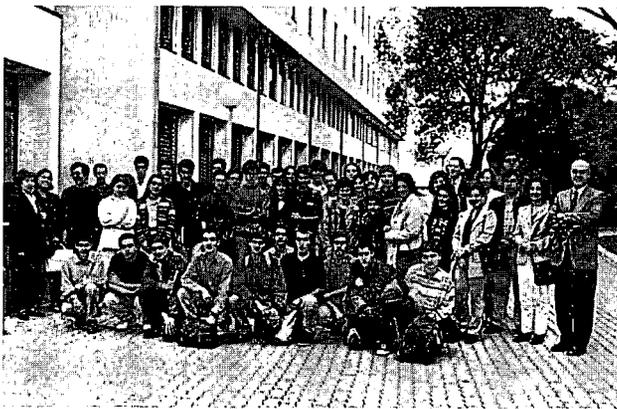
- *Escolas participantes: 48*
- *Número de alunos participantes: 120 (escalão A) e 90 (escalão B)*
- *Equipa vencedora no escalão A:* Equipa do Colégio Liceal de Santa Maria de Lamas, constituída pelos alunos Nuno Filipe Sousa Castanheira, Alexandre de Oliveira Resende e José Fernando Pereira.
- *Vencedores no escalão B (por ordem alfabética do último nome):*
 Maria Irene da Conceição Barbosa, da Esc. EB 2,3 Baião; Nuno Miguel Reis Couto, da Esc. Sec. da Trofa; Ricardo Fernandes Garim Dias, da Esc. Sec. Carlos Amarante, Braga; Tiago C. Antunes Lopes e Diogo Nuno Mota Mendonça, ambos da Esc. Sec. da Maia; Pedro Filipe Pinto, da Esc. Sec. Augusto Gomes, Matosinhos; André Miguel Rodrigues Ramos, do Colégio de Gaia; Bruno Flávio Sousa Soares, da Esc. Sec. Camilo Castelo Branco, V.N. Famalicão.

Delegação Regional do Centro

- *Escolas participantes: 42*
- *Número de alunos participantes: 113 (escalão A) e 77 (escalão B)*
- *Equipa vencedora no escalão A:* Equipa da Esc. Sec. Emídio Navarro, Viseu, constituída pelos alunos Nuno Alexandre Campos Peixeiro, Paulo Renato Geraldês Bispo da Costa e Rui Oliveira Meleiro.
- *Vencedores no escalão B (por ordem alfabética do último nome):*
 José Carlos de Almeida Barreto, da Esc. Sec. José Falcão, Coimbra; Helena Filipa Coelho, da Esc. Sec. Alves Martins, Viseu; Rui André Providência e Costa, da Esc. Sec. José Falcão, Coimbra; Paulo Adriano Gomes de Oliveira, da Esc. Sec. Alves Martins, Viseu; André Miguel Pinto de Oliveira, da Esc. Sec. de Cantanhede; Luís Miguel Costa Ferreira Marques de Resende, da Esc. Sec. Avelar Brotero, Coimbra; Alexandre Augusto Branco Sampaio, da Esc. Sec. de Cantanhede; António Miguel Fernandes Simões, da Esc. Sec. Avelar Brotero, Coimbra.

Delegação Regional do Sul e Ilhas

- *Escolas participantes: 30*
- *Número de alunos participantes: 42 (escalão A) e 31 (escalão B)*
- *Equipa vencedora no escalão A:* Equipa da Esc. Sec. D. Pedro V, Lisboa, constituída pelos alunos Aida Maria Reis Correia, João Miguel Cardeiro e João Paulo Machado.
- *Vencedores no escalão B (por ordem alfabética do último nome):*
 Vítor Delgado Antunes, da Esc. Sec. Ferreira Dias, Cacém; Marta Figueiredo Garrido, da Esc. Sec. Prof. Herculano Carvalho, Lisboa; Vasco Henriques e João Manso, ambos da Esc. Sec. Sebastião e Silva, Oeiras; Gonçalo Parente Mendes e Manuel Fonseca e Silva, da Esc. Sec. Prof. Herculano de Carvalho, Lisboa; Nelson Gonçalves da Silva, da Esc. Sec. Francisco Franco, Funchal; Miguel Ferreira Valente, da Esc. Sec. Dr. Manuel Fernandes, Abrantes.
- *Agradecimentos adicionais:*
 A Delegação Regional do Sul e Ilhas agradece ainda o apoio logístico dos Departamentos de Química e Matemática da Universidade de Lisboa, e o apoio das seguintes empresas e entidades que ofereceram prémios:
 - ◆ **Microsoft**, que ofereceu 11 conjuntos de software (Office97, Encarta e Simulador de voo)
 - ◆ **CP - Caminhos de Ferro de Portugal**, que ofereceu uma viagem de inter-rail e 10 viagens de comboio em Portugal.
 - ◆ **Porto Editora**, que ofereceu livros.
 - ◆ **Texto Editora**, que ofereceu o CD Rom "Enciclopédias", livros "Aprender a estudar", pastas, canetas e blocos.
 - ◆ **Edições Asa**, que ofereceu livros.
 - ◆ **Reader's Digest**, que ofereceu 11 enciclopédias "Como funciona a Ciência".
 - ◆ **Editorial Verbo**, que ofereceu livros.
 - ◆ **Círculo de Leitores**, que ofereceu livros.
 - ◆ **Fundação Calouste Gulbenkian**, que ofereceu livros de Física.
 - ◆ **Valentim de Carvalho**, que ofereceu sacos.
 - ◆ **Direcção Geral de Energia**, que ofereceu 50 conjuntos sobre Poupança de Energia.
 - ◆ **EDP — Electricidade de Portugal**, que ofereceu emblemas sobre poupança de energia.
 - ◆ **Caixa Geral de Depósitos**, que ofereceu pastas, canetas e blocos.



Participantes nas provas nacionais das Olimpíadas de Física, Porto, 1997.

1.2. Olimpíadas – Fase Nacional

As provas das Olimpíadas Nacionais de Física de 1997 realizaram-se em 21 de Junho, no Departamento de Física da Universidade do Porto. Nestas provas, da responsabilidade da Delegação Regional do Norte e da Comissão Nacional das Olimpíadas, participaram estudantes de todo o país, previamente seleccionados nas Olimpíadas Regionais do Norte, Centro e Sul e Ilhas. Nos dias 20 e 21 de Junho tiveram lugar outras actividades (além da realização das provas), com o objectivo de promover não só o contacto dos estudantes com a Física, mas também o convívio entre estudantes e professores das diversas regiões do país. Concretizou-se, assim, o seguinte programa:

20 de Junho — 19h00 Recepção no Departamento de Física da Faculdade de Ciências do Porto. Saída de autocarro para uma visita breve à cidade e jantar. **22h30** Alojamento no seminário de Vilar.

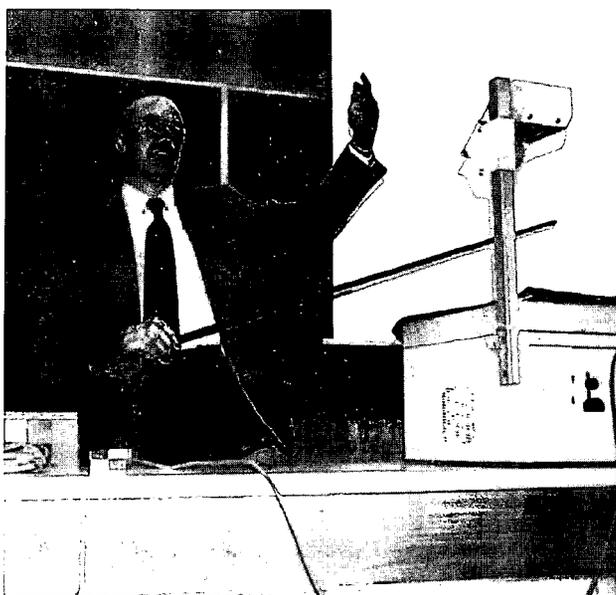
21 de Junho — 9h00 Prova Teórica. **11h00-11h30** Intervalo. **11h30-13h00** Prova Experimental. **13h00-14h30** Almoço. **14h30** Palestra: "*A importância actual da Física e o seu impacto no Futuro*", pelo Prof. João Bessa Sousa. **16h30** Distribuição de prémios e sessão de encerramento

• *Vencedores no escalão A:*

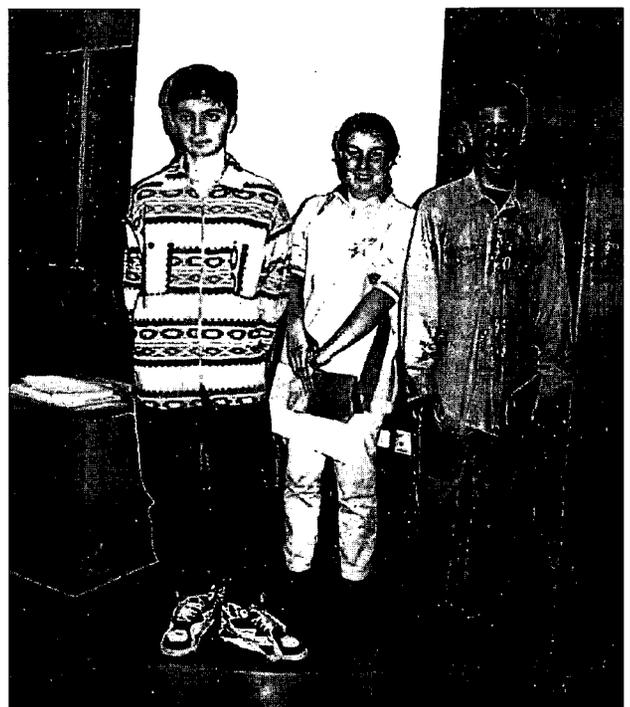
Equipa da Escola Sec. D. Pedro V, Lisboa, formada por João Miguel Carneiro, João Paulo Machado e Aida Correia.



Entrega de prémios aos vencedores das provas nacionais das Olimpíadas de Física 97.



Palestra "A importância actual da Física e o seu impacto no futuro", por João Bessa Sousa (Ol. Nacionais).



Equipa vencedora no escalão A: João Carneiro, João Machado e Aida Correia.

• **Vencedores no escalão B** (por ordem alfabética do último nome):

José Carlos Barreto, da Esc. Sec. José Falcão, Coimbra; Ricardo Dias, da Esc. Sec. Carlos Amarante, Braga; Marta Isabel Garrido, da Esc. Prof. Herculano Carvalho, Lisboa; Gonçalo Gonçalves Mendes, da Esc. Sec. Prof. Herculano Carvalho, Lisboa; Nelson Silva, da Esc. Sec. Francisco Franco, Funchal; António Miguel Simões, da Esc. Sec. Avelar Brotero, Coimbra; Bruno Flávio Sousa Soares, da Esc. Sec. Camilo Castelo Branco, V. N. Famalicão; Miguel Ferrão Valente, da Esc. Sec. Dr. Manuel Fernandes, Abrantes.



Equipa vencedora no escalão B: José Barreto, Ricardo Dias, Marta Garrido, Gonçalo Mendes, Nelson Silva, António Simões, Bruno Soares e Miguel Valente.

As provas da fase nacional estão publicadas noutra local desta Secção.

Os oito alunos classificados no escalão B ficam pré-seleccionados para integrar a delegação portuguesa à XXIX International Physics Olympiad que se realiza no próximo ano na Islândia.

Aos alunos vencedores dos escalões A e B será oferecida, oportunamente, uma visita à Base Aérea de Monte Real.

As Olimpíadas Nacionais de Física têm o apoio do Ministério da Educação.

A Delegação Norte da Sociedade Portuguesa de Física agradece a todos os colegas da Comissão Nacional das Olimpíadas assim como aos colegas do ensino secundário, Maria Lucinda Oliveira, Adriano Sampaio e Sousa, Célia Pinto Bento, Ana Marta Pereira Rilo e Paula Alexandra Alves Pacheco, toda a colaboração prestada durante a realização das provas. Agradece também a colaboração de Filomena Dara.

1.3. Apuramento para as Olimpíadas Internacionais 1997

As provas de selecção para as Olimpíadas Internacionais deste ano (IPhO'97) realizaram-se em Coimbra nos dias 30 e 31 de Maio (ver os enunciados das provas noutra local desta Secção). Participaram os oito alunos vencedores do escalão B da Olimpíada Nacional de 1996 e ficaram apurados:

1.º Prem Gopal Griffith, da Esc. Sec. Maria Lamas, Torres Novas.

2.º Miguel Matos da Cunha, da Esc. Sec. da Maia.

3.º Sérgio Oliveira Marques, da Esc. Sec. José Macedo Fragateiro, Ovar

4.º Rui Miguel Salvador Bento, da Esc. Sec. D. Pedro V, Lisboa.

5.º Gonçalo Cunha Dias, da Esc. Sec. D. Pedro V, Lisboa.

São estes os alunos que estarão presentes na XXVIII International Physics Olympiad que se realiza em Sudbury, no Canadá, de 13 a 21 de Julho de 1997.

Ao longo do presente ano lectivo, os oito alunos envolvidos nesta fase das Olimpíadas tiveram um acompanhamento especial na sua preparação por parte dos seguintes professores nomeados por cada Escola e a quem a SPF agradece a colaboração prestada: Dr. José Manuel Morgado, da Esc. Sec. Maria Lamas, Torres Novas; Dr.ª Maria José da Silva Ramos de Sequeira Amaral, da Esc. Sec. da Maia; Dr.ª Maria Cecília Oliveira, da Esc. Sec. José Macedo Fragateiro, Ovar; Dr.ª Anabela Bastos Tibúrcio Martins, da Esc. Sec. D. Pedro V, Lisboa; Dr. José António Martins da Rocha, da Esc. Sec. Latino Coelho, Lamego; Dr.ª Teresa Maria Patrão Silva, da Esc. Sec. Filipa de Vilhena, Porto.

No âmbito da preparação dos alunos para a IPhO tiveram lugar no Departamento de Física da Universidade de Coimbra dois encontros de trabalho com os oito alunos. Esses encontros decorreram nos dias 31/1 e 1/2 e nos dias 18 e 19/4. As reuniões serviram para aprofundar os conhecimentos em domínios que fazem parte do programa da IPhO mas que não são leccionados no ensino secundário. Agradece-se a colaboração nesta actividade dos Profs. Pedro Alberto, José António Paixão e Maria Amália Tavares.

A participação de Portugal na Olimpíada Internacional de Física é apoiada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia.

**2 — PROVAS DAS OLIMPIADAS
REGIONAIS DE FÍSICA 97**
(Lisboa, Porto e Coimbra, 17.5.1997)

ESCALÃO A

Prova Teórica (1h15)

O João poupa energia!

a) Durante o mês de Janeiro, o João Poupado usou **diariamente** uma torradeira (potência 200 W) para fazer uma torrada durante 3 minutos. Na factura da electricidade junta, encontra-se a energia total consumida em kWh, assim como o custo de cada kWh. Que percentagem de energia total desse mês foi consumida pela torradeira?

TIPO DE CONSUMO	LET ANTERIOR	LET ACTUAL	TIPO DE LETURA	MULT.	CONSUMO F.A.C.TURADO (kWh)	PREÇO (€/kWh)	VALOR	I.V.A.
ELECTRICIDADE	2859	4537	ENPÉRESA		1678	851	827	15159.0 1
I.V.A. 1 / 5.0% X 17483.00 = 874.00								
ALTERAÇÕES TARIFA E/OU POTENCIA								
EN. Nº 840.X 18.38+ 360.X 18.20/1200.								
POTENCIA (6,6 KVA)								2314.0 1
TAXA DE EXPLORACAO (DGE)								10.0 1
TAXA RS (DL-389/76)								273.0
I.V.A TOTAL								874.0
TOTAL								18630.0

b) Nesse mês que é o mais frio do ano, o João usou um aquecedor eléctrico (potência 2 kW) durante 6 horas todos os dias. Quanto dinheiro é que o João teria poupado, se tivesse usado o aquecedor apenas durante 1 hora todos os dias?

c) Numa manhã, quando estava ligada a torradeira, o aquecedor eléctrico, a máquina de lavar roupa (2 kW), o ferro de engomar (800 W), etc, o disjuntor do quadro eléctrico (que indica 15 A para a intensidade máxima de corrente) disparou. Porque é que disparou o quadro? Que aparelho deve desligar para que o mesmo não volte a acontecer?

Nota: A tensão fornecida pela rede na Europa é 220 V.

d) Suponha que João Poupado leva a torradeira para os Estados Unidos, onde a tensão fornecida pela rede é 110 V. Quanto tempo demora a fazer a torrada para o pequeno almoço nos Estados Unidos?

ESCALÃO A

Prova Experimental (1h30)

O submarino ping-pong

Material: copo com água (A), copo com água salgada (B), bola de ping-pong, papel, areia, balança, fita-cola impermeável, craveira.

1) Vais fazer um modelo de um submarino, com uma bola de ping-pong. Como sabes, um submarino é feito de tal maneira que se "aguenta" no interior da água do mar. Tal se deve ao facto de que, para além do seu peso, um objecto num líquido está sujeito a uma força de impulsão dada pelo peso do volume de líquido deslocado. Com a ajuda de um funil feito de papel, coloca alguma areia dentro da bola. Tapa o orifício com um bocadinho de fita-cola. Vê se consegues que a bola fique imersa no interior da água do copo (A) tal como um submarino. Se não conseguires à primeira, tenta outra vez. Se não conseguires à segunda, tenta ainda outra vez.

a) Porque é que a bola de ping-pong fica em equilíbrio no interior do líquido?

b) Mantendo a bola com a mesma quantidade de areia, coloca-a agora no interior do copo com água salgada (B). Descreve o que acontece. Porque é que a bola não fica em equilíbrio?

c) Os dois líquidos A e B distinguem-se por uma certa propriedade, chamada densidade. Relaciona a força que se opõe ao peso da bola, quando esta está em equilíbrio, com a densidade do líquido. Essa força sobre a bola é maior ou menor para o líquido de maior densidade?

d) Determina a densidade de cada um dos líquidos, com o material que está à tua disposição.

e) Em vez de areia, o submarino tem dentro dele uma certa quantidade de água. Explica como se faz o submarino subir e descer. Que diferença se verifica quando o submarino navega no mar ou num canal de água doce?

(Lembra-te que o volume de uma esfera de raio r é $V = 4\pi r^3/3$).

ESCALÃO B

Prova Teórica (1h15)

Devagar se vai ao longe...

1)

Num dia de nevoeiro cerrado, um veículo ligeiro (a massa aproximada incluindo o condutor é de 800 kg) desloca-se numa auto-estrada com o limite legal de velocidade, 120 km/h. De súbito vê à sua frente, a 50 m, as luzes de outro automóvel que se desloca, em segurança, a 80 km/h. Inicia então uma travagem.

a) Calcula a força média de atrito do solo nas rodas, se nessa travagem a velocidade se reduziu para 90 km/h, numa distância de 40 m.

b) O condutor do automóvel é uma senhora com 50 kg. Qual é a força média exercida no seu cinto de segurança durante a travagem?

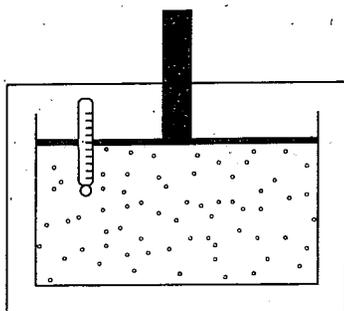
c) A que distância ficam os dois automóveis no final da travagem?

d) Explica, usando considerações energéticas, por que é que a distância de travagem regulamentar é menor em dias de chuva e a velocidade limite dentro da cidade é menor do que a velocidade limite nas auto-estradas.

2)

Comprimir, comprimir

Considera um recipiente contendo um gás ideal (ou perfeito) que está em equilíbrio térmico com um reservatório térmico, de modo a que a temperatura marcada pelo termómetro é constante. O recipiente é fechado por um êmbolo que se empurra lentamente de modo a diminuir o volume para metade.



a) De quanto aumenta a pressão do gás dentro do recipiente?

b) Representa o processo num diagrama (p, V).

c) A energia interna de um gás ideal só depende da temperatura. Durante o processo que representaste entra ou sai calor do sistema? Porquê?

d) Substituindo o banho térmico por uma parede adiabática (parede que não permite trocas de calor), o que é que acontece à temperatura do gás quando se empurra o êmbolo?

ESCALÃO B

Prova Experimental (1h30)

Cobre com cobre!

Material: pilha de 4,5 V, copo contendo uma solução de 0.1 mol dm^{-3} de CuSO_4 , 2 eléctrodos de grafite, fios eléctricos, multímetro, balança de precisão, cronómetro, papel absorvente.

Introdução

O revestimento de objectos com metais como cobre, níquel, prata, etc... é uma indústria em grande escala. Esta aplicação da electrólise, é realizada em cubas gigantes.

O fenómeno é descrito por duas leis — Leis de Faraday — cujo enunciado é o seguinte:

1ª lei: A massa m de qualquer elemento libertado é proporcional à quantidade total de carga eléctrica, ΔQ ,

que passa no circuito. A constante de proporcionalidade Z chama-se *equivalente electroquímico do elemento* e corresponde à massa (kg) do elemento depositado pela passagem da carga de 1 coulomb ($1\text{A} \times 1\text{s}$).

$$m = Z \Delta Q$$

2ª lei: A quantidade de carga eléctrica necessária para depositar **uma mole de qualquer ião monovalente** é igual a $9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$ (*constante de Faraday*).

$$F = N_A \cdot e = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \cdot 1,9 \times 10^{-19} \text{ C} = 9,65 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$$

N_A — Número de Avogadro

Massa atómica do cobre-64

e — carga do electrão

Vais realizar a electrólise do **sulfato de cobre II** (CuSO_4), $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$, utilizando um voltâmetro com dois eléctrodos de grafite, iguais.

Antes de iniciares a experiência lê atentamente a descrição de todos os passos que tens de executar.

Procedimento experimental

1. Pesa os eléctrodos A e B (de massas m_A e m_B) e assinala qual deles vais ligar ao pólo positivo e qual vais ligar ao pólo negativo, mantendo sempre a mesma polaridade durante todas as experiências.

2. Coloca os eléctrodos dentro do gobelé (voltâmetro) com CuSO_4 de forma a que fiquem aproximadamente paralelos.

3. Estabelece o circuito com a pilha de 4,5 V, o amperímetro e o voltâmetro.

4. Mantém o circuito fechado durante 3 min (Δt) e regista, utilizando o multímetro (a funcionar como amperímetro), os valores inicial e final da intensidade da corrente (I). Calcula o valor médio de I .

5. Retira o suporte com os eléctrodos, seca-os bem com papel absorvente, pesa novamente o cátodo, calcula e regista o valor da massa de cobre depositado, Δm .

6. Volta a colocar o suporte com os eléctrodos dentro do voltâmetro, mantendo a polaridade, e repete a experiência para dois outros valores diferentes de Δt (5 min e 10 min).

7. Constrói uma só tabela com todos os valores medidos e faz o gráfico de Δm em função de ΔQ .

Questões

a) Mostra que a massa de cobre depositada é proporcional à quantidade de carga eléctrica que passa no circuito.

b) Calcula e compara os valores teórico e experimental do equivalente electroquímico, Z , do cobre nesta solução. Calcula o erro relativo e critica os resultados referindo os erros introduzidos.

3 — PROVAS DAS OLIMPIADAS NACIONAIS DE FÍSICA 97

(Porto, 21 de Junho de 1997)

ESCALÃO A

Prova Teórica (1h15)

"Sonho espacial..."

Imagina que és um astronauta e vais visitar alguns planetas do Sistema Solar e seus satélites, acerca dos quais podes encontrar informações na tabela seguinte:

Planeta	Raio / m	aceleração da gravidade / $m\ s^{-2}$	velocidade de rotação de um ponto qualquer do equador / $m\ s^{-1}$
Terra	$6,378 \times 10^6$	9,81	$4,64 \times 10^2$
Marte	$3,375 \times 10^6$	3,80	$2,42 \times 10^2$
Júpiter	$7,14 \times 10^7$	24,9	$1,25 \times 10^4$
Io (satélite de Júpiter)	$1,820 \times 10^6$	x	

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N kg}^{-2} \text{ m}^2$$

massa do astronauta = 60 kg

1. Terá o peso do astronauta o mesmo valor durante toda a viagem?
2. Em qual dos planetas, Júpiter e Terra, o dia é mais longo?
3. Qual é a massa de Júpiter?
4. Calcula o valor de x, sabendo que a massa de Io é $8,9 \times 10^{22}$ kg.
5. Existe actividade vulcânica em Io. Fotografias tiradas por uma das sondas Voyager mostraram que as massas de enxofre líquido expelidas dos vulcões atingem uma altura de 70 km acima da superfície de Io. Determina o valor aproximado da velocidade com que o enxofre sai do vulcão.

Fundamenta as tuas respostas com cálculos.

ESCALÃO A

Prova Prática (1h30)

"De médico e de louco..."

O Zé Pitosga foi ao oftalmologista. Saiu muito triste, porque vai ser obrigado a usar óculos. A receita médica está no verso desta prova, e nela está indicada a potência, P , da lente correctora adequada.

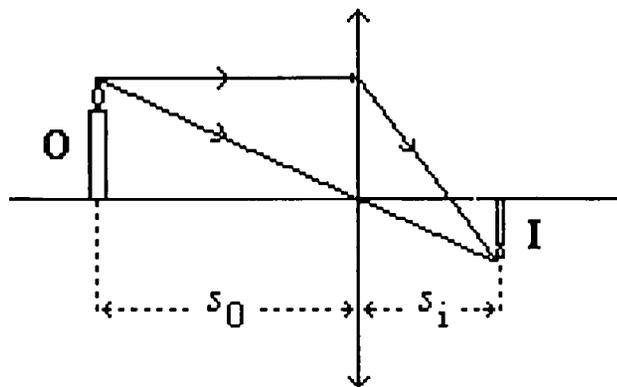
Vais ajudar o Zé a escolher as lentes dos seus óculos, aplicando os teus conhecimentos de Óptica e as indicações do médico. Para isso, dispões de:

- 1 banco de óptica
- 3 lentes
- 1 alvo
- 1 vela
- 1 caixa de fósforos
- 1 fita métrica

Vamos dar-te uma "mãozinha"...

Por convenção, atribui-se à potência e à distância focal, f , um sinal (+) para as lentes convergentes, e um sinal (-) para as lentes divergentes.

Um método simples para determinar f de certas lentes consiste em obter uma imagem nítida de um objecto luminoso, produzida pela lente, num alvo:



A distância focal é então calculada através da relação:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{s_0} + \frac{1}{s_1}$$

a) Das lentes de que dispões, identifica a que corresponde à receita.

b) Determina a ampliação, nas condições em que a experiência foi realizada.

ESCALÃO B
Prova Teórica (1h30)

“David e Golias...”

1)

Uma molécula diatómica com velocidade de 600 m s⁻¹ absorve um fóton de comprimento de onda $\lambda = 350$ nm e quantidade de movimento desprezável, dissocia-se em dois átomos de massa 6×10^{-26} kg.

a) Qual é o valor do momento linear dos dois átomos, na direcção perpendicular à direcção do movimento inicial da molécula? Nessa mesma direcção, qual é o valor da velocidade do átomo não detectado?

b) Caracteriza a velocidade do átomo não detectado.

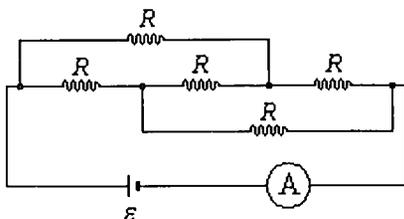
c) Determina a energia de ligação da molécula.

constante de Planck $h = 6,6 \times 10^{-34}$ J s
velocidade da luz $c = 3 \times 10^8$ m s⁻¹

2)

“Mais simples do que parece...”

Considera o circuito esquematizado a seguir:



Se $R = 1 \Omega$ e $\varepsilon = 10$ V, qual a resistência equivalente e o valor lido em A?

ESCALÃO B
Prova Prática (1h30)

“Aluno sofre...”

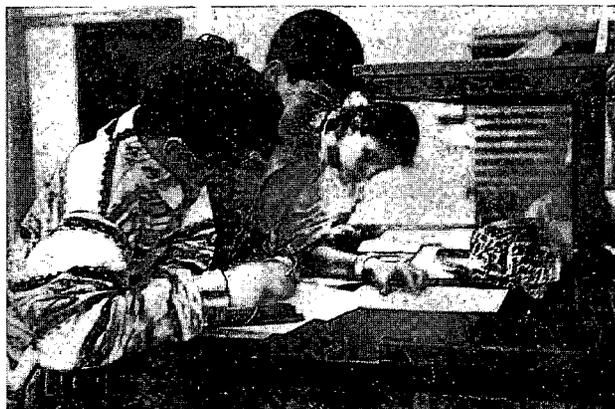
Os adultos encontram frequentemente maneiras complicadas de resolver problemas cuja simplicidade é evidente. Aqui tens um bom exemplo.

Pretendemos que determines o volume do corpo fornecido, através de um método indirecto, obrigando-te a utilizar todo o material que te é fornecido:

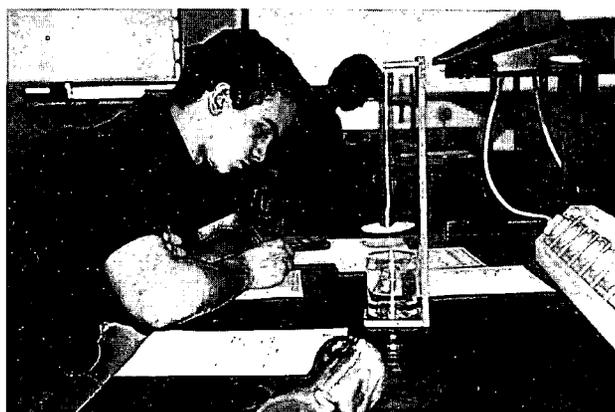
- 1 mola elástica
- 1 suporte com régua graduada
- 1 copo com água
- 1 balança electrónica

Sê persistente...

Depois de executares o trabalho, descreve os procedimentos realizados e efectua uma crítica ao método. Sugere métodos mais adequados para medir o volume de um corpo.



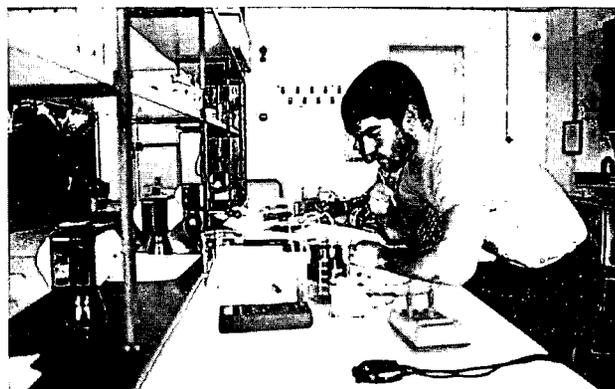
Prova prática, escalão A, Porto, 1997 (Ol. Nacionais).



Prova prática, escalão B, Porto, 1997 (Ol. Nacionais).



Prova prática, Olimpíadas Regionais, Lisboa, 1997.



Prova prática, Olimpíadas Regionais, Lisboa, 1997.

4 — PROVAS DE APURAMENTO PARA AS OLIMPIADAS INTERNACIONAIS DE FÍSICA

(Coimbra, 30 de Maio de 1997)

Prova Teórica (Duração 3h)

PROBLEMA 1

1.1. Estrela de Neutrões

Depois da explosão de uma supernova, pode originar-se uma estrela de neutrões cuja massa M é sensivelmente igual à massa do Sol ($M \approx M_{\text{SOL}} \approx 2 \times 10^{30} \text{ kg} \approx 3,33 \times 10^5 M_{\text{TERRA}}$) e raio $R \approx 10 \text{ km} \approx 1,57 \times 10^{-3} R_{\text{TERRA}}$.

a) Qual é a aceleração da gravidade à superfície dessa estrela em unidades de g ? Quanto pesaria um homem de massa $m = 70 \text{ kg}$ à superfície dessa estrela de neutrões?

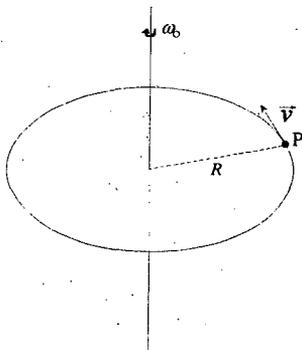
b) Considera que o neutrino n_e tem massa em repouso nula. Tal como para o fóton, a sua energia é dada por $E = h\nu$, onde h é a constante de Planck e ν a sua frequência. Um neutrino é emitido à superfície da estrela com uma frequência ν_0 . Determina a frequência desse neutrino a uma distância muito grande da estrela.

II. Disco que roda

Um disco horizontal roda no sentido dos ponteiros do relógio em torno de um eixo vertical que passa pelo seu centro. Não há atrito entre o disco e o eixo. O momento de inércia do disco é I e a sua velocidade angular, relativamente à terra, é ω_0 . Uma partícula P , de massa m , move-se na borda do disco, com velocidade linear de módulo constante, v , também em relação à terra, mas no sentido contrário ao dos ponteiros do relógio ($v > \omega_0 R$, com R o raio do disco). Num certo instante a partícula, devido unicamente a forças internas ao sistema disco-partícula, varia a sua velocidade, terminando parada relativamente ao disco.

a) Obtém a nova velocidade angular de rotação do disco.

b) Mostra se houve, ou não, conservação da energia mecânica.

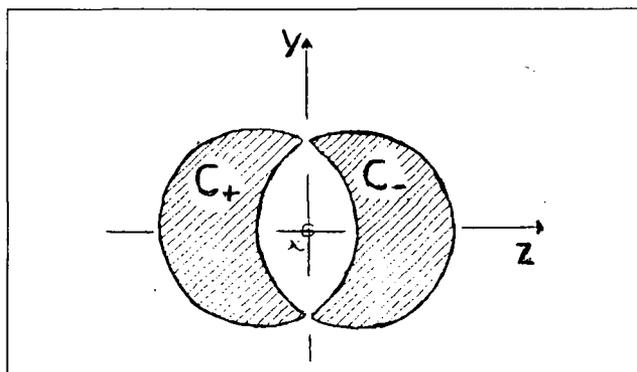


PROBLEMA 2

2.1. Distribuições cilíndricas de cargas

a) Considera um cilindro de raio R , muito longo, uniformemente carregado com a carga q num comprimento L . Obtém o campo eléctrico em pontos tais que $r \leq R$ (r é a coordenada cilíndrica).

b) Considera agora a figura seguinte onde as partes a tracejado, cada uma de área A , representam as secções transversais de duas distribuições uniformes de carga, isoladas uma da outra. As distribuições de carga são infinitas na direcção perpendicular às secções representadas e existe a carga Q num comprimento L de C_+ . Em C_- a carga é simétrica da carga em C_+ . As secções transversais das distribuições são limitadas, no plano yz por arcos de circunferência de raio R , sendo também R a distância entre os seus centros. Determina o campo eléctrico na região entre as distribuições de cargas.



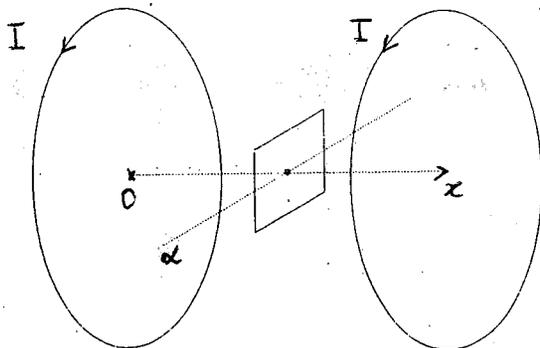
2.2. Campo entre espiras circulares

Considera duas espiras circulares colocadas paralelamente e percorridas pela corrente I nos sentidos indicados, como mostra a figura. O raio de cada espira é a e a linha que une os seus centros, igualmente distanciados de a , é perpendicular ao plano das duas espiras.

a) Obtém o campo de indução magnética, B , nos pontos da linha que une os centros das espiras situados entre elas (eixo x). Determina a variação máxima do módulo de B na região $0,3 a \leq x \leq 0,7 a$ relativamente ao seu valor no ponto médio, $x = a/2$.

b) Considera agora uma espira quadrada, de lado igual a $a/5$, inicialmente num plano vertical paralelo ao das espiras circulares, que passa pelo ponto $x = a/2$. A espira começa a oscilar em torno do eixo horizontal α que passa pelo seu centro e que é paralelo a dois lados do quadrado, como mostra a figura. O ângulo que o plano da espira quadrada forma com o plano vertical que inicialmente continha a espira é θ e a variação deste ângulo com o tempo é dada pela expressão $\theta(t) = \theta_0 \sin \omega t$. Obtém a força electromotriz induzida na espira qua-

drada (nota que a espira quadrada está interrompida). Considera que o campo é uniforme na região de oscilação e toma o valor do campo em $x = a/2$.

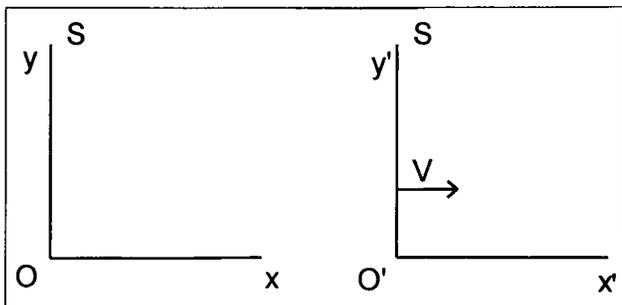


3.1 Nave espacial

Uma nave espacial (referencial S') desloca-se com velocidade $v = 0,5c$ relativamente à Terra (referencial S) — ver figura. Na nave existe uma barra cujo comprimento próprio é $L_0 = 10$ m, fazendo um ângulo de 30° com a horizontal (Ox').

a) Qual é o ângulo que a barra faz com a horizontal medido por um observador no referencial S ? E qual é o comprimento da barra medido nesse mesmo referencial?

b) Da nave são emitidos píões π^+ , partículas com um tempo médio de vida igual a 2×10^{-8} s. Obtém o tempo de vida dessa partícula no referencial da Terra e determina a distância máxima que o píão pode percorrer em S , sabendo que nesse referencial a sua velocidade é $0,8 c$.



———— Prova Experimental (Duração 3h) ————

PROBLEMA 1

Esta questão envolve a utilização do osciloscópio e sua aplicação em medidas de sinais periódicos.

Material:

- osciloscópio
- gerador de ondas sinusoidais e quadradas
- caixa que inclui as 3 montagens independentes a seguir indicadas:

Montagem 1 — com os terminais A e B a usar na Secção 1 do trabalho.

Montagem 2 — com os terminais L, M e P a usar na Secção 2 do trabalho. Entre estes terminais estão colocados elementos passivos (resistência, bobine ou condensador) de tal modo que o elemento em LM está em série com o elemento em MP.

Montagem 3 — com os terminais X, Y e Z a usar na Secção 3 do trabalho.

T — tensão de referência a ser usada como terra na Secção 3 do trabalho.

Em todas as respostas apresenta um esboço que indique claramente como efectuaste as ligações ao osciloscópio.

Deverás explicar sucintamente como efectuaste cada medição e apresentar, justificadamente, uma estimativa da incerteza no resultado.

Secção 1

Considera os terminais A e B da caixa que te é fornecida.

Usando o osciloscópio observa o sinal entre esses terminais.

Por dois métodos distintos determina as grandezas que caracterizam o sinal que observaste.

Secção 2

Regula os comandos do gerador para obter ondas sinusoidais com frequência 300 kHz e amplitude pico a pico de 1V. Aplica a sua saída entre os terminais L e P da caixa. Determina a diferença de fase entre a tensão em LM e a tensão em MP.

Secção 3

Regula os comandos do gerador para obter ondas quadradas com frequência 500 kHz e amplitude pico a pico de 1V. Aplica a sua saída entre os terminais X e T da caixa.

Tomando como referência a terra, T, verifica o que observas no terminal Y da caixa e procede, de modo semelhante, relativamente ao terminal Z da caixa.

Determina as diferenças, se é que existem, das saídas Y e Z relativamente à entrada X.

PROBLEMA 2

Nota: Deverás justificar claramente **todas** as respostas e apresentar uma estimativa dos erros nos valores calculados.

Secção 1

Segundo a Lei de Stefan a potência radiante P , emitida por um corpo negro de área A , é proporcional à quarta potência da sua temperatura T :

$$P = A\sigma\epsilon T^4$$

sendo $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$ a constante de Stefan, e ϵ , a emissividade do material que será igual a 1 para um corpo negro (radiante ideal).

Na experiência de verificação desta lei usou-se um filamento de tungsténio colocado numa atmosfera rarefeita. Fez-se variar a temperatura do filamento através da variação da intensidade de corrente, I , que percorre o filamento.

Verificou-se que o coeficiente de temperatura do material, dado pela expressão

$$\bar{\alpha} = \frac{1}{R_0} \frac{dR}{dT}$$

é constante em toda a região de temperaturas considerada, tendo sido determinado o valor $\bar{\alpha} = 0.0053(1) \text{ K}^{-1}$. Nesta expressão toma-se para R_0 o valor da resistência à temperatura ambiente de $20^\circ\text{C} = 293\text{K}$.

Para cada valor de I mediu-se também a diferença de potencial, V , nos terminais do filamento tendo sido obtida a seguinte tabela de valores:

I / mA	V / mV	I / mA	V / mV
9,1	48	200,0	6380
18,2	100	218,2	7397
27,3	161	236,4	8510
36,4	244	254,5	9646
54,5	578	272,7	10826
72,7	1083	300,0	12344
90,9	1636	322,4	14405
109,1	2193	349,1	16479
127,3	2992	376,4	18716
163,6	4548	403,9	21252

1. Será indiferente usar uma fonte DC ou AC para a corrente que percorre o filamento?
2. Faz um esquema das ligações necessárias para obter I e V .
3. Qual é a precisão dos aparelhos de medida usados?

4. Obtém a expressão que te permite, a partir dos valores obtidos, determinar a temperatura do filamento e calcula a temperatura T do filamento em cada medição.

5. Verifica que os valores obtidos não seguem exactamente a Lei de Stefan.

6. Como podes interpretar as diferenças obtidas.

Secção 2

Da primeira parte do trabalho ficaste a saber que é possível determinar a temperatura do filamento utilizado desde que se conheça a intensidade da corrente que o percorre.

Este filamento pode assim ser usado como termómetro (sistema normalmente designado por pirómetro), para medir a temperatura de materiais aquecidos a alta temperatura, sem necessidade de um contacto directo com o material.

O seu funcionamento baseia-se no facto de a frequência, correspondente à intensidade máxima do espectro da radiação emitida por um corpo negro, variar linearmente com a temperatura do corpo (lei de Wien). Assim, dois corpos radiantes que se encontrem à mesma temperatura, deverão apresentar a mesma cor.

Faz um esquema de um sistema que te permita efectuar essa comparação.

ERRATA

Esta errata diz respeito à prova Prova Experimental da XXVII IPHO (Oslo 1996) publicada na Secção Olimpíadas de Física no último número da *Gazeta de Física* (Vol. 20, Fasc. 1, 1997):

Página 48

— a equação (1) deve ler-se:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{g}} \sqrt{\frac{I}{MI}} + I \quad \dots \text{ e } I \text{ é o momento de inércia } \dots$$

— na secção 2 a), na 2.ª coluna, onde se lê: "... à distância do seu centro..." deve ler-se: "... à distância l do seu centro..."

A nota no final da página 49, onde se lê: "... designada por magnética..." deve ler-se: "... designada por indução magnética..."

Página 52

— a expressão final da solução alternativa 2b.1), deve ler-se:

$$g = \frac{4\pi^2}{T^2} \left[\frac{I(x)}{M \times I(x)} + I(x) \right] = \dots = 9.818 \text{ ms}^{-2}$$

— no quadro ao cimo da 2.ª coluna, em vez de "... os valores $x + Dx$ e $x - Dx$ na expressão para Δ prosseguindo..." deve ler-se: "... os valores $x + Dx$ e $x - Dx$ na expressão ... para $\Delta\{\}$ prosseguindo..."

Applications Note No. 1403 Force Modulation

dF/dz images of epoxy matrices with glass fibers.

- Force modulation images differentiate materials by their hardness or elastic modulus
- Topography and force modulation data can be collected both simultaneously and separately. Images each can then be used to make accurate

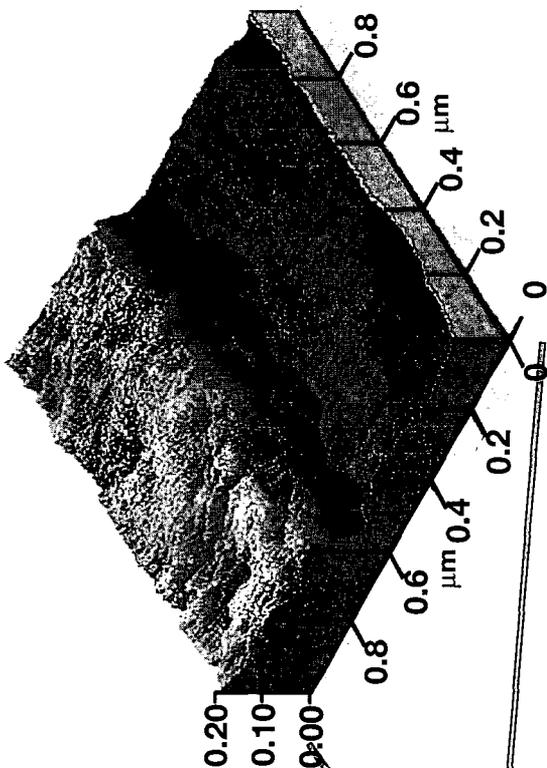
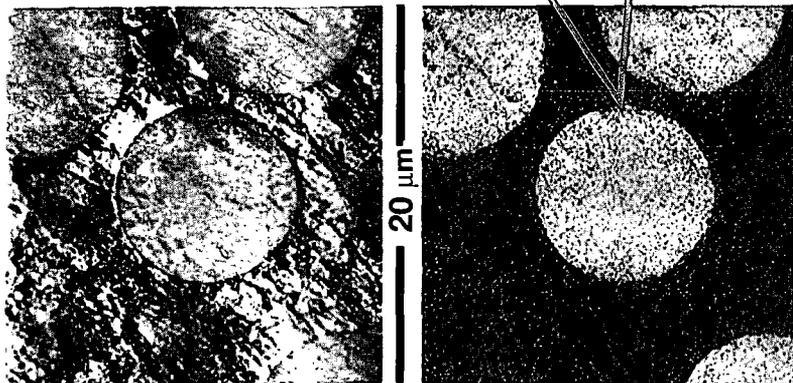
<http://www.parkscientific.com/Products/AFM/CP/CP.html>

AutoProbe CP

Contact AFM with Force Modulation Detector

Ultralever cantilever

100 μm ScanMaster scanner



Topographic contact-AFM image (top left) and dF/dz force modulation image (bottom left) of a fiber/polymer composite, measured simultaneously. The force modulation data clearly show the contrast between the harder fiber (bright areas) and the softer polymer (dark areas). The three dimensional rendition of the force modulation image (right) with higher resolution shows the variation in the fiber/polymer interface properties.

Force modulation obtains high resolution the local elasticity and hardness of the sample in the tip region.

This elastic information is substantially decoupled from topographic variations and permits identification and differentiation of materials by their physical properties. The extremely high lateral spatial resolution

10 nm order allows the transition interface between the materials to be studied in detail.

Data courtesy of Dr. Lawrence T. Drzal, Michigan State University.

© Park Scientific Instruments 1995. 3dafrnump_3dutils.bmp

PS Park Scientific Instruments

CAIOLAB

PORTO

TLF: (02) 996 48 45/6 - FAX: (02) 996 48 47

G A Z E T A D E

FÍSICA