

Gazeta de

Física

Sociedade Portuguesa de Física

GENERALIZAÇÕES A PARTIR DOS RESULTADOS DA INVESTIGAÇÃO PEDAGÓGICA

Arnold B. Arons

A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NA SOCIEDADE DE HOJE

Jonathan Osborne

"SUBALTERNIZAR A FÍSICA E A QUÍMICA SIGNIFICARIA QUE NOS ATRASARÍAMOS MAIS UMA DÉCADA"

Entrevista com José Veiga Simão

PROFESSORES CONTRA MUDANÇAS NO SECUNDÁRIO



DIRECTOR Carlos Fiolhais
EDITOR Carlos Pessoa

CORRESPONDENTES Paulo Crawford (Lisboa),
Constança Providência (Coimbra) e Fátima Pinheiro (Porto)

COLABORAM AINDA NESTE NÚMERO

Adriano Sampaio e Sousa, Alberto Ferreira Silva, Arnold B. Arons, Carlos Rodrigues, Cristina Santos, Diogo Oliveira e Silva, Fernando Nogueira, Florbela Meireles, Francisco Cid, Gonçalo Carvalho, Graça Santos, João Paulo Fonseca, João da Providência, João da Providência Jr., João Ferreira Vasconcelos, Joaquim Morgado, Jonathan Osborne, José António Paixão, José Carlos Teixeira, José Urbano, Maria José B. M. de Almeida, Manuel Fiolhais e Natália Bebiano.

SECRETARIADO

Maria José Couceiro (Lisboa)
e Andreia Fonseca (Coimbra)

DESIGN

MediaPrimer - Tecnologias e Sistemas Multimédia Lda
Rua Simões de Castro, 132, 1º Esq.
3000-387 Coimbra
E-mail info@mediaprimer.pt

PRÉ-IMPRESSÃO E IMPRESSÃO

Carvalho & Simões, Artes Gráficas, Lda
Estrada da Beira 479 / Anexo
3030-173 Coimbra

TIRAGEM 1800 exemplares

PREÇOS Número avulso 5,00 (inclui IVA).
Assinatura anual 15,00 (inclui IVA).
A assinatura é grátis para os sócios da SPF.

PROPRIEDADE DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE FÍSICA

ADMINISTRAÇÃO E REDACÇÃO

Avenida da República 37-4º 1050-187 Lisboa
Tel 217 993 665 Fax 217 952 349
E-mail secretariado@spf.pt

ISSN 0396-3561

REGISTO DGCS nº 107280 de 13.05.80

DEPÓSITO LEGAL nº 51419/91

PUBLICAÇÃO TRIMESTRAL

A Gazeta da 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 ou 17500 caracteres, incluindo figuras, sendo que uma figura corresponde em média a 140 palavras). Deverão ter sempre um curto resumo, não excedendo 130 palavras. Deve(m) ser indicado(s) o(s) endereço(s) completo(s) das instituições dos autores, assim como o endereço electrónico para eventual contacto. Agradece-se o envio dos textos em disquete, de preferência "Word" para PC. Os originais de figuras devem ser apresentados em folhas separadas, prontas para reprodução, e nos formatos electrónicos jpg, gif ou eps.

PUBLICAÇÃO SUBSIDIADA



ÍNDICE

ARTIGOS

GENERALIZAÇÕES A PARTIR DOS RESULTADOS DA INVESTIGAÇÃO PEDAGÓGICA Arnold B. Arons	4
A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NA SOCIEDADE DE HOJE: DIFICULDADES, QUESTÕES E DILEMAS Jonathan Osborne	12
FORMAÇÃO EM MAGNETISMO DE PROFESSORES DO 1º CICLO DO ENSINO BÁSICO Francisco Cid e Maria José B. M. de Almeida	20
CORDAS, CABOS E OUTROS OBJECTOS PENDURADOS Diogo Oliveira e Silva	26
ROLANTES Natália Bebiano, João da Providência, João da Providência Jr., José Carlos Teixeira e Gonçalo Carvalho	32

ENTREVISTA

"SUBALTERNIZAR A FÍSICA E A QUÍMICA SIGNIFICARIA QUE NOS ATRASARÍAMOS MAIS UMA DÉCADA" Entrevista com José Veiga Simão, Professor de Física, investigador e político	40
---	----

NOTÍCIAS

FÍSICA NO MUNDO	46
FÍSICA EM PORTUGAL	50
ENSINO DA FÍSICA	55
SOCIEDADE PORTUGUESA DE FÍSICA	60

SECÇÕES

OLIMPÍADAS DE FÍSICA	62
LIVROS E MULTIMÉDIA	66
OPINIÃO	72
CARTAS DOS LEITORES	74

NUVENS SOBRE O ENSINO DA FÍSICA

Contrariando uma prática de encontro com os leitores que tem marcado os últimos anos, este número da Gazeta de Física chega às mãos de todos um pouco fora da "janela" habitual de edição. Também não é uma convencional edição de trimestre, nem inclui o normal número de páginas. Diga-se, então, que foi nosso propósito deliberado surpreender os leitores com uma revista que, a vários títulos, escapa ao figurino previsível, com mais artigos e mais notícias. Em poucas palavras, um número maior e, esperamos, mais forte.

Sosseguem-se os mais ansiosos, reafirmando que a Gazeta continuará, apesar das enormes dificuldades que se vêm adensando sobre a Sociedade Portuguesa de Física, a cumprir os seus objectivos editoriais, e a respeitar o compromisso assumido quando começou esta série da Gazeta - em particular, promover a mais ampla circulação de informação e opinião no domínio da Física e constituir um elo de ligação entre todos quantos se movimentam nesse domínio.

É nos períodos difíceis que o papel da nossa revista se torna mais fulcral e decisivo. Assim acontece agora, quando se anuncia um novo enquadramento curricular do ensino da Física e da Química, matéria que já foi tratada em edições anteriores. A gravidade da situação e as implicações que ela comporta justificam plenamente que nos concentremos neste número no **ENSINO DA FÍSICA**. Este é, assim, o fio condutor deste número duplo da Primavera e Verão e traduz-se em nada menos do que cinco artigos que glosam vários aspectos do que é, nos nossos dias, o ensino da Física a vários níveis, do básico à universidade. É esse também o tema central da nossa recente secção, dedicada precisamente ao Ensino da Física, onde destacamos a opinião dos professores do ensino secundário sobre o próximo ano lectivo. E, por fim, este é igualmente um assunto incontornável na interessante entrevista que o professor de Física, investigador e político **JOSÉ VEIGA SIMÃO** nos concedeu.

Nada disto pode fazer esquecer os amplos motivos de interesse contidos nas habituais secções - da Física em Portugal à Física no mundo, passando pelas Olimpíadas, livros e multimédia, e opinião (de **JOSÉ DIAS URBANO**, Presidente da SPF), - que completam a edição, e cuja leitura recomendamos vivamente.

Pela nossa parte, resta-nos prometer um regresso em força no Outono. Boas férias e boa leitura!

O autor, um reputado especialista em ensino da Física entretanto falecido (ver biografia no final), apresenta neste artigo de 1994 um conjunto de generalizações relativas ao ensino e aprendizagem da Física.

Arnold B. Arons
Departamento de Física
da Universidade de Washington,
Seattle, Estados Unidos da América

(tradução de Adriano Sampaio e Sousa, do
Departamento de Física da Universidade do Porto)

GENERALIZAÇÃO DOS RESULTADOS DA INVESTIGAÇÃO

Nas últimas duas décadas tem surgido em todo o mundo um trabalho sistemático de investigação sobre vários aspectos do ensino e da aprendizagem da Física, incluindo algumas relações com aspectos básicos do desenvolvimento cognitivo. O volume crescente de literatura favorece decerto os nossos esforços pedagógicos e melhora as nossas práticas.

Contudo, em vez de me debruçar sobre assuntos específicos, mostrar estatísticas ou apresentar protocolos de investigação pormenorizados, gostaria de sustentar algumas generalizações que faço a partir de observações e conhecimento acumulado. Algumas destas generalizações são meramente qualitativas e várias delas não serão certamente novas para os professores mais experientes. Mesmo que eu não seja capaz de documentar cada uma delas com protocolos específicos ou com estatísticas, acredito que são fortemente apoiadas por uma grande quantidade de dados. Constituem uma espécie de síntese qualitativa ou "meta-análise" do enorme corpo de conhecimento existente.

Não pretendo apresentar uma lista completa e exaustiva. Seleccionarei apenas algumas generalizações que julgo particularmente importantes. Creio que poucas delas, se é que algumas, são partilhadas com os meus colegas universitários que ensinam Física, mas que não estão familiarizados com a investigação pedagógica. Julgo também que estas generalizações não estão bem interiorizadas pelos alunos do ramo educacional ou pelos professores

DES A PARTIR OS DA PEDAGÓGICA¹

em início de carreira. Se queremos ver os resultados das nossas investigações aplicados de forma mais ampla aos vários níveis do ensino da Física, julgo que temos de transmitir a uma audiência mais vasta do que aquela que lê a literatura especializada não só os resultados relativos à aprendizagem de tópicos específicos, mas também algumas generalizações, como as que tentarei apresentar.

EXTRAPOLAR A PARTIR DA NOSSA PRÓPRIA EXPERIÊNCIA

Quando tento mostrar aos meus colegas universitários que ensinam Física que a investigação pedagógica tem vindo a revelar grandes dificuldades de aprendizagem e que o reconhecimento destas dificuldades põe em causa muitas das nossas práticas lectivas, que estão profundamente enraizadas, uma resposta frequente que ouço desses físicos, aliás muito competentes, é: "*Mas eu aprendi este assunto desta maneira, e, portanto, é assim que o dou aos meus alunos*". Essa atitude está profundamente arreigada, mas é altamente falaciosa, devendo ser confrontada com a seguinte generalização:

Os cientistas não deveriam extrapolar as suas próprias experiências de aprendizagem para a totalidade dos seus alunos, já que apenas uma pequena fracção dos mesmos aprende através das mesmas experiências, ou com a mesma rapidez.

Aqueles que se tornaram físicos profissionais eram membros da pequena fracção de estudantes que *não* experimentam muitas das dificuldades verificadas pela maioria. Temos de desenvolver melhores técnicas para beneficiar a maioria, sem no entanto desmotivar aquela pequena fracção. Extrapolar simplesmente a partir das nossas próprias experiências *não* é decerto a melhor forma de o conseguir.

Esta extrapolação, embora esteja particularmente difundida entre os cientistas profissionais, não se confina, de modo nenhum, a este grupo. Professores de todos os níveis de ensino, após terem dominado certos conceitos ou raciocínios, perdem por vezes de vista as dificuldades que eles próprios tiveram e passam a extrapolar a partir de uma posição que está desfasada da experiência concreta dos seus alunos.

OUVIR O QUE OS ALUNOS DIZEM QUE PENSAM

Outra resposta frequente que ouço dos meus colegas quando lhes falo das dificuldades reveladas pela investigação pedagógica é: "*Sim, claro, os alunos estavam a pensar isto ou aquilo*." Tais asserções são vulgarmente feitas com uma convicção, praticamente imutável, da sua correcção. Contudo, a investigação acerca do pensamento dos alunos sugere a seguinte generalização, mais realista:

Quando os alunos cometem erros e nós conjecturamos o que eles estão a pensar (sem ouvir cuidadosamente o que eles realmente dizem), enganamo-nos quase sempre.

Temos de convencer os professores de todos os níveis da necessidade de evitar conjecturas puramente subjectivas. É importante que eles aprendam (por exemplo, através de protocolos de investigação bem elaborados) a formular questões sem fornecer pistas de modo a que os alunos, ao responder, revelem aquilo que estão realmente a pensar.

O grande mérito das nossas investigações acaba por ser o facto de, contrariamente às opiniões pouco informadas de alguns pensadores, cada aluno não ser simplesmente diferente dos outros quando experimenta certas dificuldades fundamentais de aprendizagem. Quando pesquisamos concepções prévias e concepções erradas, quando estudamos dificuldades relativas a formas mais abstractas de raciocínio lógico, encontramos repetidamente grupos grandes de alunos que exibem as mesmas dificuldades e descrevem o seu pensamento essencialmente com as mesmas palavras. É este facto que permite usar os resultados da investigação desse tipo para melhorar a qualidade do ensino.

Os professores deveriam esforçar-se por aumentar, através de questões adequadas, o seu conhecimento empírico sobre o pensamento dos alunos em determinadas circunstâncias, em vez de tirarem conclusões precipitadas que se baseiam afinal naquilo que eles próprios *pensam* (ou *adivinham*) que os alunos estão a pensar. A procura consciente desse conhecimento e a abstenção de conjecturas descuidadas facilitaria, além do mais, o aparecimento de recursos informáticos de melhor qualidade do que os actuais.

O PAPEL DA EXPLICAÇÃO E DA DEMONSTRAÇÃO

O velho método de ensino expositivo perpetuou o ponto de vista segundo o qual "ensinar bem" consiste quase inteiramente em apresentações verbais e explicações claras. Esta noção está particularmente enraizada no ensino universitário, mas tende também a impregnar os níveis anteriores. As nossas pesquisas contradizem inequivocamente esta posição e confirmam que ela é ilusória. Toda a investigação apoia fortemente a seguinte generalização:

Não há explicações verbais nem demonstrações suficientemente claras e eficazes que levem à compreensão e ao domínio dos conceitos ou de formas abstractas de raciocínio por parte de cada um dos membros passivos de uma audiência. É essencial envolver a mente dos alunos em pensamento e raciocínio activos.

Alguns despreveriam esta posição como intrinsecamente "construtivista", mas eu prefiro evitar o jargão. Além disso, não defendo uma posição radical, e acredito que explicações e demonstrações claras desempenham um papel vital no ensino e devem *também* envolver a indução de pensamento e raciocínio activos. Ao defender esta generalização, frequentemente tenho de dizer a alguns colegas mais cépticos que *não* estou a defender explicações pouco claras. Apenas estou a apontar a necessidade de estimular a mente dos alunos de um modo que uma explicação, ainda que clara, não consegue. Alguns protocolos de investigação revelam-se excelentes exemplos do modo como esses estímulos podem ser conseguidos na prática. Mas são necessários muitos mais exemplos, que deveriam ser inseridos nos manuais escolares e nas práticas lectivas.

ENSINO EM ESPIRAL

A par da ideia ilusória de que, para haver ensino e aprendizagem efectivos, só precisamos de expor claramente,

existe a ilusão de que uma única explicação clara de um novo conceito ou modo de raciocínio lógico-formal devia ser suficiente para todo um grupo de alunos. Os alunos que não conseguissem apreender o conteúdo de uma tal exposição seriam totalmente incapazes de aprender aquele assunto. No nosso grupo de investigação da Universidade de Washington, temos tido a seguinte experiência:

Mesmo quando induzimos a participação e a actividade mental dos alunos, não devemos esperar que todos os alunos de um dado grupo consigam aprender tudo na primeira explicação. É necessário voltar repetidamente ao conceito ou raciocínio, após ter decorrido um certo tempo, em contextos diferentes e progressivamente mais ricos. De cada vez que se regressa ao assunto, neste percurso em espiral, um número maior de alunos conseguirá dominar a matéria e ter sucesso.



Os elementos-chave são "tempo" e "contextos diferentes". Aparentemente é necessário tempo para que as ideias abstractas sejam assimiladas. Sem ter decorrido um lapso de tempo suficiente, os efeitos serão apenas marginais. Se o contexto não for alterado, muitos alunos recorrerem à memorização de procedimentos ou enunciados evitando os processos essenciais de raciocínio.

Como exemplo cito a experiência de uma população constituída por alunos do ramo educacional e por professores do ensino básico a frequentar uma disciplina de Física a nível universitário. Inicialmente, menos de 5 por cento deste grupo era capaz de responder a problemas que pediam raciocínio com proporções, ou raciocínio recorrendo simplesmente a divisões e multiplicações. Não reconheciam o processo de divisão como uma contagem de subtrações sucessivas. Não possuíam os conceitos operacionais nem de área nem de volume (substituíam números em fórmulas sem saber de onde estas tinham vindo, ou o que estavam a calcular), e não tinham o

conceito de escala para áreas e volumes, quando se mudam as dimensões do objecto. Eram incapazes de interpretar o número obtido quando se divide a massa de um corpo (em gramas) pelo seu volume (em centímetros cúbicos) como o número de gramas de *um* centímetro cúbico. Usavam a palavra "por" com a vaga recordação de que os seus professores a tinham usado associada à divisão, mas não tinham nenhuma ideia do significado real de "por".

Esta população de adultos estava em tal estado porque os seus professores do 5º e 6º anos de escolaridade tinham evitado problemas expressos por palavras concentrando-se apenas na manipulação de algoritmos, já que eles próprios não eram capazes de lidar com problemas desse tipo. Por sua vez, esses professores estavam nessa situação porque a sua inabilidade não tinha sido diagnosticada e remediada quando eram alunos universitários. Assim, continuaram a perpetuar as suas falhas através dos seus alunos, prosseguindo um círculo vicioso. Ao lidar com o grupo de adultos procurámos romper o círculo. Na nossa disciplina de Física, envolvemo-los em raciocínios de proporcionalidade, desenvolvemos as noções operacionais de área e volume no contexto de uma estratégia para chegar ao conceito de densidade, e introduzimos a ideia de escala. Lidámos com problemas que requeriam a divisão e a multiplicação de arcos de circunferência e o significado de pi, a propósito do conceito de densidade, da concentração de soluções, da composição de substâncias e, no final, da velocidade e da aceleração.

O nosso teste do domínio do raciocínio aritmético consistiu no seguinte: Formulávamos um problema acerca de, por exemplo, composição de substâncias e pedíamos uma explicação verbal de cada passo do raciocínio, assim como uma interpretação clara, também verbal, do resultado final e uma avaliação do significado físico dele. Em seguida, pedimos que inventassem um problema relacionado com as situações estudadas anteriormente. Este problema tinha de exigir a mesma linha de raciocínio do problema acabado de resolver.

Repetimos testes deste tipo em contextos novos. Em cada ciclo, a percentagem de alunos com sucesso foi aumentando regularmente, de uma percentagem inicial de cerca de 20 por cento até uma percentagem final, após cinco ciclos, de cerca de 85 por cento. (Nunca atingimos os 100 por cento de sucesso nesses testes. Muitas questões relevantes podem ser colocadas a propósito. Mas tudo o que posso dizer aqui é que não tenho respostas para as questões mais óbvias: estou simplesmente a apresentar resultados).

O aspecto que quero destacar é que foram necessários *cinco* ciclos em diversos contextos, cada vez mais ricos, nos quais o assunto em causa era apresentado, até que 85 por cento desta população dominasse um raciocínio aritmético envolvendo basicamente a operação de divisão. Foram necessárias muita paciência e persistência. Uma sessão rápida de remediação feita no início do curso não teria produzido quaisquer resultados com exemplos não significativos (uma prática muito comum nas universidades americanas).

Julgo que a minha experiência com o raciocínio aritmético é um exemplo importante. Mas não se trata de um exemplo único. Foram precisos cinco ou mais ciclos noutras situações para se formarem certos conceitos ou raciocínios lógico-formais. Nunca atingimos 100 por cento de sucesso em qualquer grupo. Outras populações (por exemplo, estudantes de medicina numa disciplina de Física que exige álgebra e estudantes de engenharia numa disciplina de Física que exige cálculo avançado) começaram com percentagens mais baixas de insucesso, mas aqueles que o evidenciavam tiveram de passar pelo mesmo processo de esforço que os professores do ensino básico. O número de ciclos necessário para atingir 85 a 95 por cento de alunos bem sucedidos foi o mesmo.

O EFEITO DA IDADE

Uma expectativa comum nos professores (particularmente ao nível universitário) é que a aprendizagem será mais rápida nos adultos do que nas crianças e que, em geral, devemos esperar uma maior capacidade de aprendizagem, à medida que o aluno amadurece. A investigação sobre a aprendizagem de conceitos e de modos de raciocínio abstracto mostra que tal expectativa é uma ilusão. De facto:

O domínio de conceitos e de modos de raciocínio abstracto não se torna mais rápido com a idade do aluno. Estudantes adultos, quando abordam os mesmos conceitos pela primeira vez, enfrentam os mesmos obstáculos, cometem os mesmos erros, tropeçam nas mesmas concepções erradas, e têm as mesmas dificuldades que as crianças. O ritmo de aprendizagem dos adultos é até frequentemente mais lento que o das crianças devido à camada de disparates verbais (adquiridos ao longo dos anos) que o adulto tem de eliminar antes de atingir uma compreensão genuína.

Um exemplo específico deste efeito foi já dado na secção anterior, a propósito do desenvolvimento da capacidade

de raciocínio aritmético envolvendo proporções e divisões. A população adulta que encontramos ao nível universitário não se distinguia das crianças dos 5º ou 6º anos de escolaridade uma vez que experimentava as mesmas dificuldades de aprendizagem.

Para reforçar este exemplo, refiro uma outra situação com alunos do ramo educacional e professores do ensino primário. Nenhum destes estudantes tinha tido uma disciplina formal de Física, ao nível secundário ou ao nível universitário, mas todos eles tinham tido Ciências Naturais, tinham ouvido falar em electricidade e em circuitos eléctricos, e tinham visto esquemas de circuitos em manuais e no quadro. Iniciei a exposição do tema clássico "pilhas e lâmpadas" do currículo de ciência básica. Dei a cada par de alunos uma pilha, uma lâmpada e um único fio condutor e pedi-lhes que acendessem a lâmpada e registassem cada montagem por meio de um esboço, quer ela desse resultado quer não.

Quando este exercício é feito com crianças de sete anos, uma situação inicial característica consiste em encostar uma ponta do fio a um terminal da pilha e a outra ponta a um dos contactos da lâmpada. Uma outra tentativa inicial característica consiste em curto-circuitar a pilha com o fio e encostar um contacto da lâmpada a um dos terminais da pilha. Como nenhum destes modos permite que a lâmpada acenda, outras configurações são experimentadas até que, após cerca de vinte a trinta minutos, um grupo consegue acender a lâmpada e a sua estratégia se espalha pelos outros grupos.

Fiz este mesmo exercício com 62 pares de professores do ensino primário. Sessenta e um pares começaram de um dos dois modos usados pelas crianças e levaram de vinte a trinta minutos a encontrar uma configuração em que a lâmpada acendesse ².

Há fortes provas de que não se consegue uma aprendizagem real, bem ligada à experiência, unicamente através da transmissão verbal e que ela não ocorre mais rapidamente nos alunos mais velhos, se a aprendizagem tiver lugar pela primeira vez.

EXPLICAR POR PALAVRAS PRÓPRIAS

Identificamos um outro problema sério que precisa de ser confrontado e resolvido:

Muitos alunos mais lentos, mas potencialmente competentes, não conseguem assimilar conceitos e raciocínios abstractos até serem levados a explicar o seu pensamento, mais do que uma vez, pelas suas próprias palavras.

Parte dos alunos que apresentam dificuldades como as referidas consegue alcançar o domínio de conceitos e de modos de raciocínio através de experiências concretas e envolvimento repetido em raciocínios activos, beneficiando de explicações e correcções quando cometem erros. Contudo, uma outra parte, constituída por alunos mais lentos, parece não tirar grandes benefícios apenas das explicações e correcções do professor. Este grupo só tem sucesso quando é levado, através de diálogo socrático, a explicar a sequência do seu pensamento pelas suas próprias palavras. Neste grupo estão incluídos muitos futuros professores do ensino básico, alunos pertencentes a minorias étnicas ou a camadas sociais desfavorecidas.

As necessidades deste grupo levantam um enorme problema, se pretendermos que também ele obtenha sucesso. Não existem, e nunca existirão, professores em número suficiente para chegar a todos estes alunos, na base de um ensino individualizado. A única solução prática que hoje consigo imaginar consiste em gerar diálogos socráticos no computador que, através de respostas interactivas, levem os alunos a articular as necessárias explicações. Existe actualmente muito pouco material desta natureza, embora tenham sido produzidos alguns exemplos que demonstram as características do que seria necessário ³.

OCORRÊNCIA DE CONCEPÇÕES ERRADAS

Um facto empírico que emerge das observações de outras populações, para além dos alunos do ensino regular, nos cursos introdutórios de Física, é o seguinte:

As concepções prévias e concepções erradas encontradas frequentemente nos alunos de disciplinas introdutórias de Física estendem-se a estudantes de níveis superiores, a professores do ensino básico, a estudantes de pós-graduação e mesmo a alguns docentes universitários. A proporção de indivíduos que apresentam tais dificuldades diminui significativamente, mas não se anula à medida que aumenta o nível.

Por outras palavras, o domínio de conceitos básicos não é atingido por 100 por cento dos alunos, mesmo entre aqueles que conseguem obter aprovação em graus de ensino avançado. Recorde-se a minha afirmação de que nunca atingi 100 por cento de domínio do raciocínio de proporções com as populações com que trabalhei a um nível introdutório. Será que esta experiência implica uma restrição básica ao desenvolvimento de certos tipos de raciocínio lógico-formal (uma espécie de Segunda Lei do Ensino, análoga à Segunda Lei da Termodinâmica, de

acordo com a qual não é possível converter 100 por cento de calor em trabalho)? Ou será que a experiência indica apenas que as nossas competência e persistência são inadequadas? Não estou certo quanto à resposta a esta questão.

UMA CONJECTURA PESSOAL



Embora eu não possa documentar a conjectura que se segue com provas totalmente objectivas e me baseie apenas em observações pessoais essencialmente empíricas, atribuo-lhe uma importância tal que a escolhi como possível generalização:

Muitos dos alunos que mostram inicialmente grandes dificuldades em raciocínios elementares com proporções e em problemas que requerem o uso da divisão apresentam também grandes dificuldades noutros tipos de raciocínio lógico-formal (no léxico piagetiano, eles seriam incluídos no nível "operacional concreto"). Quando estes alunos acabam por dominar o raciocínio aritmético (após uma luta ao longo de cinco ou mais ciclos em contextos diferentes), atingem quase simultaneamente o domínio de outros tipos de raciocínio, tais como o controlo de variáveis, a manipulação de conceitos como a velocidade e a aceleração e, principalmente, a aquisição de raciocínio hipotético-dedutivo.

Chamo a atenção novamente que se trata mais de uma conjectura do que uma generalização segura, porque apenas se baseia nalguns dados empíricos. Contudo, observei um número suficiente de ocorrências de tais transformações para acreditar que a afirmação merece uma investigação mais sistemática, que conduza à sua confirmação ou rejeição. Se o efeito é, na verdade, real, talvez não se trate apenas de causa-efeito entre o desenvolvimento cognitivo e a auto-confiança intelectual do aluno. Se a conjectura estiver correcta, poderão emergir novas formas de

melhorar a eficácia do ensino e da aprendizagem – pelo menos para alguns alunos.

CONCLUSÃO

Nenhuma das generalizações que sugiro neste artigo tornam mais fácil a vida dos professores. Muitas delas são, de uma forma ou de outra, desagradáveis, porque negam esperanças e lugares comuns acerca do ensino e da aprendizagem e apontam para a redução do ritmo e volume da matéria conceptual. No entanto, apenas seremos capazes de efectuar melhorias significativas no ensino e na aprendizagem se reconhecermos a validade delas, ajustarmos os nossos currículos e métodos de ensino de modo a levá-las em conta, e, principalmente, convenceremos da sua importância os professores das escolas básicas e secundárias e os colegas universitários que não estão a par da investigação pedagógica. Só desta forma estaremos a contribuir para melhorar a aprendizagem, tornando-a mais proveitosa e menos académica.

NOTAS:

- (1) Comunicação convidada na conferência internacional "Thinking Science for Teaching: The Case of Physics", realizada em 1994 em Roma, Itália. Foi publicada no volume "Thinking Physics for Teaching" (ed. C. Bernardini *et al.*), Kluwer, 1995. Agradecemos à Kluwer a amável autorização para publicar esta tradução.
- (2) O par restante conseguiu acender a lâmpada imediatamente, já que um dos seus membros tinha sido técnico de electrónica durante o serviço militar na Marinha.
- (3) Satisfaz-me verificar que isto é possível, já que eu próprio produzi alguns destes exemplos. Contudo, os diálogos devem ser elaborados por professores experientes que acumularam o necessário conhecimento empírico do modo como os alunos respondem a vários tipos de questões. A produção destes materiais é uma outra história, que ultrapassa o objectivo deste artigo.

ARNOLD ARONS



O Professor emérito **Arnold Arons** faleceu em Seattle, com 84 anos de idade, em 28 de Fevereiro de 2001. Muitos o recordarão pelo seu esforço em prol do Ensino da Física, mas o seu currículo era já muito extenso antes de se dedicar à Educação. Em 1937 obteve o ME e em 1940 o MS em Química-Física, ambos no Stevens Institute of Technology seguindo-se, em 1943, o PhD, na Harvard University. De 1943 a 1946 foi membro da Woods Hole Oceanographic Institution; liderou o grupo que efectuou as medidas de ondas de choque durante os testes da primeira bomba atómica no atol de Bikini em 1946. Entre 1946 and 1968 leccionou, primeiro no Stevens Institute e depois no Amherst College, tornando-se conhecido pelos seus estudos sobre a circulação oceânica abissal e sobre a física das nuvens.

Em 1968, o Prof. Arons ingressou no Departamento de Física da Washington University, passando a dedicar-se à didáctica da Física. Recebeu em 1972 a medalha Oersted da American Association of Physics Teachers, em reconhecimento da sua notável contribuição para a educação. Entre os seus muitos livros e artigos destaca-se *Introductory Physics Teaching* (publicado pela Wiley) considerado um clássico do ensino da Física. Era conhecido (e temido) pelo seu humor, por vezes acutilante; uma das suas frases mais célebres diz o seguinte:

"O modelo relativístico de ensino baseia-se na premissa de que, se começarmos com uma E-N-O-R-M-E quantidade de matéria, mas a transmitirmos ao aluno a uma velocidade suficientemente elevada, a contracção de Lorentz encurtá-la-á de modo a poder entrar na cavidade que é a mente do aluno".

O artigo anterior terá sido o último contributo do Prof. Arons. Foi apresentado sob a forma de comunicação numa conferência realizada em Roma, em 1994. Por se tratar de uma excelente síntese do pensamento do autor e pela sua E-N-O-R-M-E actualidade a "Gazeta" publica-o em língua portuguesa.

CENTRO DE FÍSICA DAS INTERACÇÕES FUNDAMENTAIS

Instituto Superior Técnico

- > Projectos de investigação em Física de Partículas, Física Nuclear, Física Hadrónica, Física da Matéria Condensada, Relatividade e Cosmologia, Geometria Diferencial e áreas afins.
- > Teses de Mestrado e Doutoramento com uma formação internacionalmente competitiva.
- > 33 membros doutorados.

Visite a nossa página <http://cfif.ist.utl.pt>



Centro de Física Computacional

Partículas e Campos
Matéria Condensada
Geofísica
Ensino e História das Ciências

Escola de Física Computacional

Departamento de Física
Universidade de Coimbra
3004-516 Coimbra

<http://cfc.fis.uc.pt>
Tel: 239410600
Fax: 239829158

Jonathan Osborne esteve em Portugal em 2000, convidado pela Sociedade Portuguesa de Física (SPF) para o Encontro "Física 2000", que teve lugar na Figueira da Foz. Este artigo tem por base a intervenção que fez nessa altura sobre educação científica e que levantou alguma polémica.

JONATHAN OSBORNE

Department of Education and Professional Studies
King's College London
Franklin-Wilkins Building
150 Stamford Street
London SE1 9NN
Inglaterra

stsq7575@mail.kcl.ac.uk

(Tradução do original inglês por Florbela Meireles, revista por Carlos Fiolhais).

A EDUCAÇÃO O SOCIEDADE DE DIFICULDADES, E DILEMAS

Tal como é praticada actualmente, a educação científica assenta num conjunto de normas culturais antigas. Estas são *"valores que emanam da prática e acabam por ser santificados. Quanto mais antigos forem, maior é a tendência para os considerar absolutos"* (Willard, 1985).

Uma observação mais cuidada e a investigação contemporânea mostram que estas normas estão bem mais afastadas das verdades auto-evidentes do que julgávamos – o que eu chamo os oito "pecados mortais" do ensino das ciências. A investigação indica que a confiança na ciência na sociedade de hoje depende do conhecimento não só dos conceitos básicos e ideias da ciência, mas também do modo como esta se relaciona com outros fenómenos, uma vez que é importante o modo como surgiu esta visão particular do mundo. Portanto, uma educação científica que foque sobretudo os produtos intelectuais do trabalho científico – os "factos" da ciência – não consegue atingir o seu objectivo. A educação científica deveria, assim, assentar num triunvirato de conhecimento e compreensão de:

- Conteúdos científicos;
- O método da investigação científica;
- A ciência como um empreendimento social, isto é, as práticas sociais da comunidade científica.

Verifica-se que, em muitos países, a prática da educação científica na escola funciona como um mecanismo de selecção dos poucos que serão os futuros cientistas. Consequentemente, a ênfase reside nos conteúdos da

CIENTÍFICA NA HOJE: QUESTÕES

ciência e nos conhecimentos bem estabelecidos e consensualmente aceites. A ausência de ciência moderna – a ciência que mais interessa aos jovens – salta à vista. O resultado é um currículo cuja relevância é apenas marginal e cujo valor instrumental é apenas extrínseco, para um conjunto limitado de aspirações profissionais, e não intrínseco. As sociedades ocidentais não podem dar-se ao luxo de permitir a alienação e o desinteresse na ciência gerados por esses cursos. Em primeiro lugar, na frente económica, a falta de "recrutadas" de ciência e tecnologia coloca em risco economias que dependem fortemente das capacidades e conhecimentos das disciplinas científicas.

Em segundo lugar, o crescente distanciamento e ambivalência relativamente à ciência ameaçam a relação da ciência com os seus públicos. A desconfiança pública na perícia científica corre mesmo o risco de colocar restrições indesejáveis à investigação e ao desenvolvimento tecnológico futuros. O receio do pior está a levar o público a exigir uma aplicação ingénua à investigação científica do chamado princípio da precaução, limitando potencialmente os avanços que a ciência oferece para resolver a pletera de problemas que a nossa sociedade enfrenta. No Reino Unido, por exemplo, grupos de pressão significativos têm defendido que toda e qualquer investigação sobre alimentos geneticamente modificados deva ser interrompida brandindo argumentos éticos altamente questionáveis.

Por que está, então, generalizada a falha da educação científica em desenvolver uma compreensão apropriada da

ciência, um empenho mais positivo nos frutos do trabalho científico e um entendimento crítico mas construtivo das suas capacidades e das suas limitações? O meu argumento é que essa falha é causada por um conjunto de oito normas inquestionadas que adiante são discutidas em pormenor. São elas:

a) A falácia da miscelânea de informação

Muitos cursos de ciências tentam obrigar os alunos a memorizar uma série de factos "secos" que nem sempre um cientista profissional conhece, tais como a densidade de várias substâncias, o peso atómico de vários elementos químicos, factores de conversão de um sistema de unidades para outro, a distância em anos-luz da Terra para várias estrelas, etc. Contudo, um corpo de conhecimentos cada vez maior mostra que o saber científico é apenas uma parte das múltiplas competências exigidas a um adulto na sua vida profissional e, se não for usado, é rapidamente esquecido (Coles, 1998; Eraut, 1994).

b) A falácia fundacional

Segundo esta falácia, uma vez que o conhecimento científico é ele próprio difícil e difícil de atingir, a aprendizagem e a compreensão da ciência requerem um processo em que o conhecimento e a compreensão do aluno são construídos "tijolo a tijolo" ou "facto a facto".

Por consequência, só aqueles que chegam ao fim conseguem compreender o esplendor do edifício construído. A prática corrente, portanto, é semelhante a mostrar um puzzle a uma criança fornecendo-lhe apenas algumas das suas mil peças, esperando que ela consiga visualizá-lo por inteiro, em vez de lhe dar uma versão simplificada de cem peças. Com efeito, os alunos, embora consigam ver o detalhe microscópico, perdem a sua relevância e o seu valor – as coisas que afinal mais interessam (Rowe, 1983).

c) A falácia da cobertura

Penso que estamos a sofrer da ilusão de que a ciência que transmitimos tem de ser simultaneamente abrangente e equilibrada. O resultado é uma tentativa de transmitir uma mistura de todas as ciências e encher mais e mais um recipiente em geral atrofiado. Claramente, enquanto as fronteiras do saber científico se expandem desde a biologia evolucionista até à moderna cosmologia, mais e mais conhecimentos lutam por um lugar no currículo. Além disso, a separação é cada vez maior entre as próprias disciplinas. Por exemplo, poucas pessoas fazem hoje em dia uma licenciatura geral em biologia. Os tempos da

zoologia e da botânica foram substituídos pelos dias da genética molecular, imunologia e outras especialidades. Contudo, tal como os professores de literatura nunca sonhariam em abranger todo o corpo da literatura mundial, optando antes por escolher um leque de exemplos que ilustram os diferentes modos de produzir boa literatura, não terá chegado o tempo de reconhecer que é nossa responsabilidade seleccionar algumas das melhores "histórias explicativas" que as ciências nos oferecem? E não será a qualidade da experiência e não tanto a quantidade a medida determinante de uma boa educação científica?

d) *A falácia de uma ciência autónoma*

O ensino das ciências persiste em apresentar uma visão idealizada da ciência em que esta é objectiva, autónoma e isenta. Tal visão é errada em três aspectos. Primeiro, o público em geral e os jovens em particular não distinguem ciência de tecnologia. Segundo, a ciência é um produto social e a linguagem e as metáforas que cria estão enraizadas na cultura e nas vidas dos cientistas que produzem novos conhecimentos. Terceiro, aqueles que se empenham na ciência não são os desapaixonados, os cépticos e os desinteressados que Merton (1973) descreve. A ciência é uma prática social feita por indivíduos que partilham uma "*matriz de compromissos disciplinares, valores e exemplos de investigação*" (Delia, 1977).

No contexto contemporâneo, onde muitos cientistas são empregues por empresas com interesses ocultos, é difícil defender o argumento de que a ciência é simplesmente a "procura da verdade", intocada por ambições profissionais ou por compromissos ideológicos. Nos dias de hoje, os cientistas são julgados em função não apenas da informação que conseguem produzir mas também da empresa para a qual trabalham (Durant e Bauer, 1997). Finalmente, a separação da ciência e da tecnologia exclui qualquer consideração das respectivas implicações sociais.

Como argumenta Ziman (1994), se a educação científica não consegue dar o pequeno passo da ciência para as suas aplicações tecnológicas, como poderá dar o passo muito maior para as suas implicações na sociedade em que está inserida? Assim, a abordagem à ciência baseada nas questões e conteúdos da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), uma abordagem orientada para o aluno que se difundiu rapidamente nos anos 80 (Solomon e Aikenhead, 1994), deu bons resultados do ponto de vista afectivo (Aikenhead, 1994). Contudo, é uma abordagem que tem diminuído no seio de um currículo hostil, como é o programa nacional inglês e galês, que mostra uma obsessão apenas com a ciência.

e) *A falácia do pensamento crítico*

Esta é a suposição de que o estudo de ciências ensina aos alunos o pensamento reflexivo, crítico e a análise lógica, que pode depois ser aplicada a outros assuntos. Uma simples observação das vidas de cientistas fora do laboratório ou do estudo científico mostra que os cientistas não são, como sabemos, nem mais nem menos racionais do que os outros humanos. Desta suposição falaciosa surge a ideia de que o mero contacto com a ciência imbuirá o indivíduo de um sentido de racionalidade crítica por um processo de osmose invisível. Tal suposição é também questionada pelo problema dos quatro cartões de Wason e pelo problema 2, 4, 6 de Wason (Wason e Johnson-Laird, 1972), que requerem uma estratégia científica *standard* de falsificação para determinar a resposta correcta e que muito poucos usam, incluindo os próprios cientistas.

Em segundo lugar, a noção de que a ciência desenvolve capacidades generalizáveis e transferíveis é também uma suposição questionada pela investigação, segundo a qual o uso que as pessoas fazem do seu conhecimento e do seu raciocínio se situa num certo contexto (Carragher, Carragher, e Schliemann, 1985; Lave, 1988; Seely Brown, Collins, e Duiguid, 1989) e que esse conhecimento separado é de pouca utilidade até ser transposto para uma forma compreensível pelo utilizador.

f) *A falácia do método científico*

Este é o mito de que existe um método científico singular ao passo que a história das pessoas que levaram a cabo as grandes descobertas mostra não só que os cientistas raramente seguem um procedimento muito lógico, mas que os seus métodos variam consideravelmente de umas ciências para as outras. Os métodos empregues pelos paleontólogos no seu trabalho de campo não são semelhantes aos que são usados pelo físicos teóricos. Como Norris (1997) salientou, "*a mera consideração das ferramentas matemáticas disponíveis para análise de dados coloca imediatamente o estudo do método para além do que é possível aprender numa vida inteira.*" Resumindo, o conhecimento dos procedimentos da ciência é tão vasto quanto o do corpo dos seus conteúdos.

No entanto, a ciência que gradualmente confronta o cidadão nos media, com foco em questões ambientais e biológicas, baseia-se principalmente em provas por estabelecimento de correlações e usa metodologias como ensaios clínicos com controlo de caso. Contudo, onde e quando há um tratamento das capacidades e limitações de tais provas (Bencze, 1996)? Não será tempo de desistir

da noção de um método científico singular e apresentar antes um vasto leque de ideias sobre a ciência e o seu modo de funcionamento?

i) A falácia da utilidade

Este é o mito segundo o qual o conhecimento científico tem uma utilidade para os cidadãos – de que ele é essencial para dominar a tecnologia, para remediar os seus defeitos, e para viver confortavelmente na cultura tecnológica que nos rodeia. De facto, à medida que as máquinas se vão tornando cada vez mais "inteligentes", o seu uso requer menos cuidados e menos raciocínios. Os artefactos técnicos que deixam de funcionar são simplesmente despejados no lixo porque o custo da sua reparação é proibitivo. E aqueles que vale a pena reparar, tais como o carro, a máquina de lavar ou a fotocopiadora, possuem um nível de complexidade tecnológica que, embora simplifique o seu uso, os torna opacos para toda a gente excepto os especialistas.

Até a utilidade económica é questionável quando as tendências correntes de emprego, pelo menos no Reino Unido e nos EUA, sugerem que, embora precisemos de manter o número actual de cientistas, não há nenhuma indicação de que seja necessário aumentar significativamente o número de estudantes de ciências, que continua a ser uma minoria de cerca de 10-15 por cento da comunidade escolar (Coles, 1998; Shamos, 1995).

j) A falácia da homogeneidade

A educação científica tem lugar, em muitos países, sob a falácia de que a sua "clientela" está mais bem servida por um currículo homogéneo, embora os públicos possam diferir em aptidões e capacidades. Tais currículos são normalmente definidos por conjuntos de *standards* nacionais que, embora possam ser de aceitação voluntária, consagram expectativas difíceis de alcançar. Com a sua devoção à ciência pura, uma abordagem fundamentalista e um sistema de avaliação de "aposta alta", o resultado é uma pedagogia baseada na transmissão (Hacker e Rowe, 1997). Estes currículos têm as suas raízes ideológicas firmemente plantadas num conjunto de valores que favorecem o conhecimento em detrimento da praxis, a educação em detrimento do treino e o conteúdo em detrimento do processo. Na adolescência, o imperativo da relevância desafia cada vez mais a gratificação atrasada que tais programas oferecem conduzindo à desmotivação e ao desinteresse (Osborne, Driver, e Simon, 1996).

Tais currículos não se adequam bem à procura crescente de programas que desenvolvam a compreensão pública

da ciência. Dados da investigação indicam que o lugar principal de contacto do público com a ciência é ocupado pelos media. Certas pesquisas mostram que compreender e interpretar a ciência nos media requer uma visão que reconheça a ciência como uma prática social e o conhecimento científico como um produto de uma comunidade (Norris e Phillips, 1994; Zimmerman, Bizanz, e Bisanz, 1999). Por exemplo, a ideia de que novos conhecimentos não se tornam públicos até que tenham sido verificados por várias instituições científicas e que os artigos não são publicados antes de terem sido revistos por pares.

Restabelecer a confiança na ciência, ou mantê-la, requer uma abertura a todos os mecanismos reguladores que assegurem a validade do juízo e da perícia científica assim como uma compreensão tão abrangente quanto possível destes mecanismos.



Quais são, então, os métodos, práticas e componentes de uma nova visão da educação científica que possa ir ao encontro destas preocupações? O esboço geral de uma tal visão encontra-se desenvolvido em *Beyond 2000: Science Education for the Future* (Millar e Osborne, 1998). Neste relatório, argumentámos em favor de dez recomendações que respondem a muitas das críticas acima mencionadas. São as seguintes:

- 1) Educação científica para a "literacia científica".
- 2) Uma escolha deve ser permitida aos 14 anos de idade.
- 3) O currículo necessita de objectivos.
- 4) O conhecimento científico pode ser apresentado de modo mais eficaz por um conjunto de "histórias explicativas".
- 5) A tecnologia não pode continuar a ser separada da ciência.
- 6) Os currículos de ciências têm de dar mais ênfase a "ideias-chave" sobre a ciência.
- 7) A ciência deve ser ensinada usando uma grande variedade de métodos e abordagens.
- 8) A avaliação necessita de medir a capacidade dos alunos de entender e interpretar a informação científica.

- 9) As mudanças a curto prazo são limitadas.
 10) Tem de ser estabelecido um procedimento formal para testar abordagens inovadoras.
 Contudo, a reforma dos currículos das ciências para responder aos desafios da sociedade moderna enfrenta alguns obstáculos que têm de ser analisados. Estes são as limitações das qualificações e capacidades do corpo dos professores de ciências; os problemas associados ao desenvolvimento de formas apropriadas de avaliação; a resistência das instituições estabelecidas, e, em geral, a cultura do ensino das ciências.

REFORMA CURRICULAR

Qualquer novo currículo que dê mais ênfase ao desenvolvimento da compreensão da essência e dos processos científicos exigiria aos professores um certo conhecimento dessas dimensões da ciência. Contudo, os professores de ciências são os produtos de uma educação que prestou pouca atenção à história e que fez pouca observação das práticas sociais. E por uma boa razão – a ideologia dominante da ciência é caracterizada pelo dogmatismo e pela autoridade. As raízes do conhecimento científico, que se baseiam em progresso por tentativa e erro, são substituídas por um corpo de conhecimento inequívoco, inquestionável e incontestado que resulta da progressão linear e bem sucedida do trabalho de gênios isolados, trabalho esse destituído de qualquer contexto cultural. O resultado dessa educação é um corpo de professores de ciências com uma visão ingênua da natureza da ciência - que a vêem como um processo empírico em que as teorias científicas são provadas por indução (Koulaidis e Ogborn, 1995; Lakin e Wellington, 1994).

Da mesma forma, Donnelly (1999) mostrou que os professores de ciências vêem o seu trabalho dominado mais pelos conteúdos do que pelo processo, o que contraria o tratamento contemporâneo que os professores de História usam para desenvolver a compreensão sobre o que é fazer história. A importância do trabalho experimental para a ciência e para os professores é tal que estes têm de dispor de laboratórios especializados. Mas os laboratórios podem tornar-se meros artefactos retóricos em que a visão científica do mundo é usada para ilustrar a previsibilidade da Natureza e inspirar confiança no retrato que se faz desta (Donnelly, 1998). Por isso – e este é o meu primeiro problema – será razoável pedir aos professores de Ciências que ensinem as suas disciplinas com ênfase naquilo de que eles próprios só possuem um conhecimento muito limitado?

A história da inovação educacional nos currículos de Ciências mostra que as mudanças, apoiadas por novos

manuals e por treinos extensivos, tiveram um sucesso muito limitado. A influência modernizadora da Fundação Nuffield e o desenvolvimento que lhe esteve associado de novos materiais, aparelhos e programas nos anos 60 levou a uma penetração no mercado de aproximadamente 30 por cento. Garantiu também na altura que os professores tivessem maior independência para seleccionar os materiais e os programas mais apropriados aos seus alunos. No entanto, tentativas para introduzir alterações sob o "guarda-chuva" do currículo nacional – particularmente quando essas alterações colidem com modelos falaciosos da ciência – têm encontrado uma resistência tão substancial que o currículo concretizado é, na melhor das hipóteses, uma sombra pálida da versão pretendida.

A versão de 1991 do currículo inglês e galês de ciências introduziu um modelo de trabalho investigativo, baseado na prática, que era pouco familiar e desagradava aos professores, que não conseguiam partilhar ou sequer entender as suas intenções. O resultado foi um longo período de adaptação enquanto os professores reorganizavam o currículo para legitimar um trabalho que era uma representação distorcida das intenções do documento nacional.

Muitos professores ficaram descontentes e até alienados (Donnelly, Buchan, Jenkins, Laws, e Welford, 1996). A lição a tirar destes problemas estava clara desde as primeiras pesquisas sobre reformas educativas (Fullan, 1991; Joyce, 1990), mas foi ignorada. Primeiro, os professores têm de estar insatisfeitos com o actual currículo para que possam ouvir os argumentos a favor da mudança. Segundo, se a mudança tiver efectivamente lugar, os professores têm de ser apoiados no desenvolvimento de novas práticas, novos corpos de conhecimento e novos métodos pedagógicos. No mínimo, tal exige a reescrita dos materiais de apoio ao currículo, que deveriam fornecer ilustrações exemplares das ideias a ensinar assim como sugestões dos modos de as transmitir. Um apoio mais substancial requereria um programa de desenvolvimento profissional realizado por indivíduos que fossem, eles próprios, professores competentes, produtivos e capazes de compreender bem uma nova reforma. Na melhor das hipóteses, haveria treino *in situ* para todos os professores que o solicitassem.

AVALIAÇÃO

O meu segundo problema prende-se com o papel da avaliação na actual conjuntura nacional e internacional. Nos últimos 20 anos, imperativos políticos conduziram à necessidade de medir a performance do sistema educativo. A consequência tem sido o incremento de sistemas nacionais de avaliação baseados em testes para certas idades

(no Reino Unido estas idades são os 7, 11 e 14 anos). Há também um exame final para alunos de 16 anos e os novos sistemas introduzidos exigirão igualmente exames aos 17 e 18 anos. Temos também observado um aumento, a nível internacional, de uma avaliação comparativa entre países que tem sido utilizada para medir a qualidade global da educação (Beaton *et al.*, 1996). Em resultado disso, a avaliação tem adquirido uma importância que ultrapassa o mero fornecimento de uma medida segura e válida do nível de conhecimentos e compreensão das crianças. Pelo contrário, o realce foi colocado na medida das capacidades do professor; consequentemente, quando integrada em toda a escola, uma medida da qualidade da educação fornecida pela escola; e depois, quando integrada em todo o país, uma medida da qualidade de todo o sistema educativo. Uma crítica de Gibbs e Fox (1999) consiste exactamente em saber se este último objectivo é atingido, afirmando esse autores que a dispersão dos resultados é mínima e dentro da variação normal de cada um. Assim, a avaliação, em vez de servir como ferramenta para beneficiar as crianças, proporcionando um julgamento quer formativo quer somativo das suas aptidões, tornou-se escrava de uma mentalidade burocrática que procura monitorizar o desempenho do sistema. Poderia argumentar-se que estes dois objectivos não são desligados, mas a realidade é bem diferente.

Problemas semelhantes têm dificultado as tentativas de obter indicadores do performance do Serviço Nacional de Saúde, das companhias ferroviárias privatizadas e de uma série de serviços públicos. É seleccionada uma série de indicadores pela capacidade que eles têm de representar a qualidade do serviço, mas, quando eles são usados como únicos indicadores de qualidade, o seu carácter manipulável destrói a relação entre indicador e indicado. Ao dirigir cada vez mais a atenção para indicadores particulares de desempenho conseguiu-se aumentar o valor do indicador, mas o valor do indicado não foi relativamente afectado. Assim, enquanto as medidas dos resultados escolares das crianças mostram melhorias de ano para ano, a qualidade real da sua educação mantém-se praticamente inalterada.

A lição a extrair é, então, que, ao procurar tornar o importante mensurável, apenas o mensurável se tornou importante. O segundo problema é que, dentro da ciência escolar, os itens da avaliação são normalmente escolhidos por aqueles que foram, ou são ainda, professores de ciências no activo. Tal como se diz que só se ensina aquilo que se consegue ensinar, também a avaliação se baseia frequentemente nos valores normativos do que se julga ser possível avaliar. Daí que a avaliação da compreensão que os alunos fazem dos processos da ciência, ou

das suas práticas sociais, não seja tida em conta porque não há um corpo estabelecido sobre o modo de avaliar esses itens. Na pior das hipóteses, os especialistas em avaliação defenderão simplesmente que é demasiado difícil, demorado e caro avaliar a compreensão de tais aspectos e, na melhor das hipóteses, dirão que desconhecem o modo de o fazer. Por isto, num contexto gerado pela importância da medição do desempenho dos alunos, professores e escolas, a mensagem clara para os professores é que a falta de qualquer tipo de avaliação sobre um dado tópico significa que se trata de um item estranho ao objectivo pretendido e, por isso, irrelevante.

Duas mensagens emergem desta experiência para os autores do currículo de ciências e para os políticos. Primeiro, se um tópico é suficientemente importante para ser incluído no currículo, então também é suficientemente importante para ser avaliado. E, se há actualmente falta de experiência sobre o modo de levar a cabo tal avaliação, então é necessário desenvolver meios que avaliem a compreensão pelos alunos de toda a extensão do conhecimento e desempenho exigidos pelo currículo desejado.



DESAFIAR OS RESPONSÁVEIS

Quem tem a maior responsabilidade na prática actual são as universidades que vêem o sistema escolar como um fornecedor de estudantes "crus" e "noviços" para os treinar como futuros cientistas. Na sua perspectiva, a educação escolar das ciências deveria ser uma educação intensiva focada nos conceitos fundamentais da ciência.

As tentativas de enfraquecer este objectivo têm enfrentado, historicamente, uma grande resistência e, nalguns casos, têm mesmo levado à recusa por parte das universidades em admitir alunos com qualificações alternativas, ou à definição de qualificações aceitáveis pela instituição. Uma reacção tão forte diminui severamente os limites da mudança e tem constituído, até à data, um obstáculo decisivo que a impede. As alterações ao currículo escolar de ciências

só terão êxito quando a ciência escolar for separada da ciência acadêmica nas universidades, ou, no mínimo, quando for mais fraca a interdependência das duas. O argumento para a mudança tem dois lados, apresentando tanto uma dimensão ética como os próprios interesses da ciência. Primeiro, para a grande maioria dos alunos, a ciência escolar é um fim em si mesma. Contudo, basear o currículo nas necessidades daqueles que irão continuar a ter uma educação científica não se justifica a não ser que se acredite que só a educação de uma elite platônica servirá o bem geral. Numa época em que dependemos todos de peritos especializados, a relação do público com qualquer corpo profissional está baseada no equilíbrio entre o risco e a confiança. O desenvolvimento de uma relação de confiança não depende do conhecimento de um conteúdo, que é esquecido rapidamente quando se sai da escola, mas sim de abrir a "caixa negra" da ciência para que os alunos possam entender o que é fazer ciência, como ela se auto-regula e por que razão se pode confiar nela - reorientando o currículo do conteúdo para a prática. Uma educação desse tipo beneficiaria não só o futuro cidadão leigo, mas também o futuro cientista.

Deveria haver, igualmente, mais opções acadêmicas para aqueles que manifestassem o interesse acadêmico tradicional nas ciências. Uma tal mudança significaria, inevitavelmente, que as universidades se veriam obrigadas a responder com um maior compromisso relativamente aos conceitos fundamentais da educação.

CONCLUSÕES

Muitos poderão resistir à mudança aqui indicada mas a questão central é saber se o actual status quo é aceitável para a educação científica dos cidadãos do século XXI.

Numa era em que as questões científicas, como a modificação genética de alimentos, o aquecimento global e outras emergem continuamente como dilemas políticos e morais que se colocam à sociedade, o afastamento ou o desencantamento da nossa juventude em relação à ciência poderão aumentar a separação já existente entre ciência e sociedade. Este é um preço que uma sociedade industrial avançada não pode pagar, tanto ao nível do indivíduo, que poderá rejeitar conselhos científicos inequivocamente válidos, como ao nível da sociedade, que poderá impôr limitações à investigação científica com resultados potencialmente benéficos para a humanidade. Mais trágica será a mera rejeição de um corpo de conhecimentos que representa um dos maiores triunfos culturais das sociedades modernas. Como sociedade, temos de nos perguntar se este é um preço que estamos dispostos a pagar.

REFERÊNCIAS

- Aikenhead, G. (1994). What is STS Science Teaching? In J. Solomon e G. Aikenhead (Eds.), *STS Education: International Perspectives on Reform* (pp. 47-59). New York: Teachers College Press.
- Beaton, A., Martin, M. O., Mullis, I., Gonzalez, E. J., Smith, T. A. e Kelley, D. L. (1996). *Science Achievement in the Middle School Years: IEA's Third International Mathematics and Science Study*. Chestnut Hill, Ma: Boston College.
- Bencze, J. L. (1996). Correlational studies in school science: breaking the science – experiment - certainty connection. *School Science Review* 78(282), 95-101.
- Carraher, T., Carraher, D. e S Schliemann, A. (1985). Mathematics in the streets and in the schools. *British Journal of Developmental Psychology* 3, 22-29.
- Coles, M. (1998). *The Nature of Scientific Work? A study of how science is used in work settings and the implications for education and training programmes*. Unpublished PhD, Institute of Education, London.
- Delia, J. (1977). Constructivism and the study of human communication? *Quarterly Journal of Speech* 41, 66-83.
- Dillon, J., Osborne, J. Fairbrother, R. e Kurina, L. (2000). *A study into the professional views and needs of science teachers in primary e secondary schools in England*. London: King's College.
- Donnelly, J. (1998). The place of the laboratory in secondary science teaching. *International Journal of Science Education* 20(5), 585-96.
- Donnelly, J. (1999). Interpreting differences: the educational aims of teachers of science and history, and their implications. *Journal of Curriculum Studies* 31(1), 17-41.
- Donnelly, J., Buchan, A., Jenkins, E., Laws, P. e Welford, G. (1996). *Investigations by order: Policy, curriculum and science teachers' work under the Education Reform Act*. Nafferton: Studies in Science Education.

- Durant, L. e Bauer. (1997). *Public understanding of science: The 1996 survey*. Comunicação apresentada num seminário da The Royal Society, Dec. 8,1997.
- Eraut, M. (1994). *Developing professional knowledge and competence*. London: Falmer Press.
- Fullan, M. (1991). *The new meaning of educational change*. (2nd ed.). London: Cassell.
- Gibbs, W. W. e Fox, D. (1999, October). The False Crisis in Science Education. *Scientific American* 87-93.
- Hacker, R. J. e Rowe, M. J. (1997). The impact of National Curriculum development on teaching and learning behaviours. *International Journal of Science Education* 19, 997-1004.
- Joyce, B. (Ed.). (1990). *Changing school culture through staff development: 1990 yearbook of the Association for Supervision and Curriculum Development*.
- Koulaidis, V. e Ogborn, J. (1995). Science teachers' philosophical assumptions: how well do we understand them? *International Journal of Science Education* 17(3), 273-282.
- Lakin, S. e Wellington, J. (1994). Who will teach the 'nature of science?': teachers' views of science and their implications for science education. *International Journal of Science Education* 16(2), 175-190.
- Lave, J. (1988). *Cognition in practice: Mind, mathematics and culture in everyday life*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Merton, R. K. (Ed.). (1973). *The sociology of science: Theoretical and empirical investigations*. Chicago: University of Chicago Press.
- Millar, R. e Osborne, J. F. (Eds.). (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London: King's College.
- Norris, S. (1997). Intellectual Independence for Nonscientists and Other Content – Transcendent Goals of Science Education. *Science Education* 81(2), 239-258.
- Norris, S. e Phillips, L. (1994). Interpreting pragmatic meaning when reading popular reports of science. *Journal of Research in Science Teaching* 31(9), 947-967.
- Osborne, J. F. e Collins, S. (2000). *Pupils' and Parents' Views of the School Science Curriculum*. London: King's College.
- Osborne, J. F., Driver, R. e Simon, S. (1996). *Attitudes to Science: A Review of Research and Proposals for Studies to Inform Policy Relating to Uptake of Science*. London: King's College.
- Rowe, M. (1983). Science education. a framework for decision making. *Daedalus* 112, 123-42.
- Seely Brown, J., Collins, A. e Duiguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher* 18, 32-42.
- Shamos, M. H. (1995). *The myth of scientific literacy*. New York; Rutgers University Press.
- Solomon, J. e Aikenhead, G. (Eds.). (1994). *STS Education: International Perspectives on Reform*. New York: Teachers College Press.
- Wason, P. C. e Johnson – Laird, P. N. (1972). *Psychology of reasoning: Structure and content*. London: Batsford.
- Willard, M. H. (1985). The science of values and the values of science – in Cox, M. Sillars e G. Walker (Eds.) *Argument and social practice: The fourth SCA/AFA summer conference on argumentation* (pp. 435-444). Annadale, VA: Speech Communication Association.
- Ziman, J. (1994). The rationale of STS education is in the approach. In J. Solomon e G. Aikenhead, *STS education: International perspectives on reform* (pp. 21-31). New York. Teachers College Press.
- Zimmerman, C., Bizanz, G. L. e Bisanz, J. (1999, March 28-31). *Science at the Supermarket: What's in Print, Experts' Advice, and Students' Need to Know*. Artigo apresentado à National Association for Research in Science Teaching, Boston.

Investigações feitas nas últimas décadas mostraram o interesse e a importância da inclusão de temas científicos, nomeadamente de Física, nos programas do 1º ciclo do Ensino Básico. O actual programa desse ciclo de estudos, em Portugal, inclui alguns desses temas, nomeadamente "Realiza experiências com ímanes" no 3º ano de escolaridade, integrado em "Estudo do Meio". Neste trabalho tentamos determinar até que ponto a preparação científica dos professores do 1º ciclo é adequada à realização e discussão de actividades experimentais sobre fenómenos magnéticos. Tendo verificado que, nesta área, aquela preparação científica é, em muitos casos, praticamente inexistente, programámos um curso com a duração de 12 horas, para ser leccionado em regime de formação contínua. Os resultados deste curso foram aferidos por meio de respostas a testes de escolha múltipla com justificação, respondidos antes e depois do curso.

Francisco Cid
Departamento das Ciências Físico-Naturais e suas Didácticas,
Escola Superior de Educação de Portalegre

e Maria José B. M. de Almeida
Departamento de Física, Faculdade de Ciências e Tecnologia,
Universidade de Coimbra
ze@pollux.fis.uc.pt

FORMAÇÃO EM DE PROFESSORES DO ENSINO BÁSICO

A inclusão de temas científicos, ou de actividades de natureza investigativa, nos programas do 1º ciclo do Ensino Básico em Portugal não é recente. Já em 1973/1974 se fazia referência ao desenvolvimento da capacidade de observação do meio físico. Com a evolução dos programas, na actual disciplina do "Estudo do Meio" integram-se temas do âmbito da Física, nomeadamente de magnetismo.

Sabemos que é possível argumentar sobre a importância dos conceitos científicos em alunos do 1º ciclo, contrapondo-os com os conceitos que vão sendo elaborados na sua vivência diária. Mas uma análise simples mostra a fragilidade de argumentos deste tipo, dado que as noções que criamos empiricamente não explicam de modo correcto



*Albert Einstein, aos 8 anos de idade.
Segundo ele, foi uma bússola oferecida por um tio
que influenciou o seu gosto pelas ciências.*

MAGNETISMO S DO 1º CICLO SICO

todos os fenómenos que observamos, sendo necessários os conceitos científicos. Não obstante, defendemos que a importância atribuída aos conceitos científicos pelos alunos do 1º ciclo depende sobretudo da forma como eles são desenvolvidos na sala de aula.

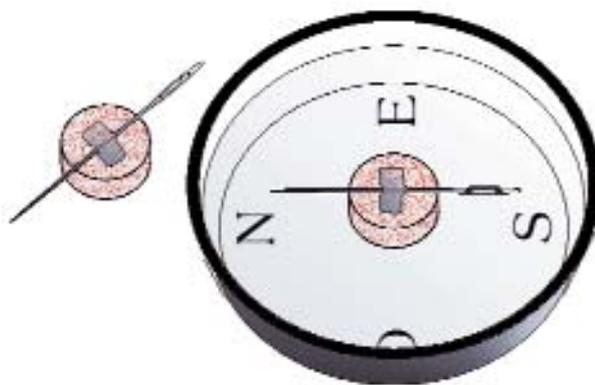
Nesta linha de pensamento, parece-nos possível e desejável que um aluno do 1º ciclo comece a tratar temas de Física com a metodologia própria da Física, uma ciência experimental. Uma outra razão se nos afigura válida para isso. Ao interpretarmos os sinais que apontam para o estabelecimento de uma crise séria no ensino e na aprendizagem da Física, não devemos menosprezar o contributo da introdução desse ensino nos primeiros ciclos do ensino, desde que se traduza em duas consequências:

- i) o desenvolvimento de alguns temas em idades onde o aluno está totalmente receptivo às diversas aprendizagens deve motivar para estudos posteriores;
- ii) nessa introdução deve ser possível evitar a consolidação de conceitos erróneos que o aluno vai construindo na sua observação empírica do mundo e que afectarão a compreensão dos fenómenos naturais durante o seu percurso escolar.

Particularizando, reconhecemos a importância de magnetismo como tema do "Estudo do Meio". Apesar disso, o nosso conhecimento do processo educativo permite-nos conjecturar que o grau de desenvolvimento de qualquer tema científico ao nível do 3º ano de escolaridade tem de

ser elementar, não se esperando que os alunos adquiram conhecimentos razoavelmente estruturados. Ao invés, acreditamos que é possível despertar a sua curiosidade e o seu interesse por certos conteúdos científicos, contribuindo assim para desenvolver as suas capacidades de observação de experimentação e mesmo de investigação¹. Estamos convictos de que o estudo de alguns fenómenos magnéticos contribui para desenvolver estas capacidades, que são referidas nos "Princípios Orientadores" do "Estudo do Meio":

"... pretende-se que todos [os alunos] se vão tornando observadores activos com capacidade para descobrir, investigar, experimentar e aprender."



A IMPORTÂNCIA DA FORMAÇÃO CIENTÍFICA DOS PROFESSORES

A formação científica do professor, porque se relaciona de perto com a formação do aluno, é um assunto que merece a nossa atenção. Se queremos, nos primeiros níveis escolares, despertar a curiosidade e interesse nas crianças, bem como desenvolver nelas competências de observação, experimentação e investigação e a capacidade de exploração, é necessário que faça parte da preparação científica do professor um bom conhecimento de alguns fenómenos, de forma a propor aos alunos actividades adequadas e a discutir os respectivos resultados. É ainda necessário que essa preparação permita ao professor compreender as noções, eventualmente incorrectas, que os alunos já levam para a escola e, nessa circunstância, apresentar-lhes actividades que permitam discutir essas noções, por mais elementares que estas sejam, e o seu desenvolvimento conceptual.

Não obstante, após alguns contactos estabelecidos com professores do 1º ciclo, durante o ano de 1999, enquanto preparávamos este trabalho, detectámos alguns sinais que nos levaram a formular a hipótese de que estes profissionais têm uma formação científica deficiente na área do magnetismo, a qual, em nosso entender, condiciona o seu desempenho didáctico no desenvolvimento do tema

"Realiza Experiências com Ímans", sendo improvável que nesta área possam contribuir para o desenvolvimento das competências dos seus alunos, tal como estão referidas nos "Princípios Orientadores".

Também nos apercebemos que o professor do 3º ano de escolaridade não deve ser responsabilizado pelas suas deficiências de natureza científica relativamente aos conceitos do magnetismo e do electromagnetismo. Com efeito, verificámos que um número elevado de professores não frequentou qualquer disciplina de Física após o antigo 5º ano dos liceus ou o actual 9º ano de escolaridade e ainda que alguns deles reconheciam as deficiências da sua preparação, mostrando-se bastante interessados em formação adicional.

Começámos a formar a ideia de que não havia sido dada a devida relevância à formação científica dos professores. É precisamente sobre este processo de formação e suas componentes que nos vamos pronunciar.

Na nossa perspectiva, as componentes de formação - sociológica, psicológica, pedagógica e científica - devem congrega-se em torno da que nos parece mais fundamental, a científica, pelo que definimos, como ponto de partida do nosso estudo, os seguintes pressupostos, respeitantes à actividade do professor:

1) Só uma adequada formação científica permite um bom desempenho didáctico ao professor do 1º ciclo do Ensino Básico, ainda que ela não seja suficiente só por si;

2) A formação científica adequada para professores deste ciclo de estudos deve consistir no conhecimento e capacidade de explicação de alguns factos e fenómenos elementares, assim como na capacidade de recolher e interpretar dados que lhes permitam construir ou alterar conceitos e perceber as limitações do conhecimento vulgar;

3) Com esta formação, o professor deve estar em condições de planificar/interpretar actividades e de criar ou aproveitar situações decorrentes da leccionação que possibilitem o desenvolvimento ou a alteração de conceitos nos seus alunos, ou seja, ele deve ser capaz de ensinar a ciência na sala de aula.

Com estes pressupostos, não pretendemos relegar para segundo plano as outras componentes da formação. Queremos afirmar que qualquer delas perde parte da sua importância e reduz a sua capacidade de influenciar a aprendizagem e a educação do aluno se o professor não tiver formação científica adequada. O facto de o professor ter de tomar, durante o seu desempenho docente,

numerosas decisões acerca de estratégias pedagógicas específicas exige-lhe um conhecimento científico aprofundado, não só no que respeita a factos, princípios e definições, mas também à própria estrutura da disciplina científica que lecciona [2].

A PREPARAÇÃO CIENTÍFICA DO PROFESSOR DO 1º CICLO NA ÁREA DO MAGNETISMO

O ensino no 1º ciclo é multidisciplinar, o que, embora impossibilite uma sólida preparação científica do professor em cada um dos vários ramos do conhecimento que tem de ensinar aos seus alunos, aconselha uma formação, actualmente dita de banda larga, onde a componente científica seja adequada ao desenvolvimento da sua actividade.

Associando esta evidência aos pressupostos atrás enunciados e após uma leitura atenta do programa do "Estudo do Meio" para o 3º ano de escolaridade, pareceu-nos não só suficiente mas absolutamente necessário que da preparação científica de um professor devessem fazer parte os seguintes conteúdos, no que concerne ao magnetismo e electromagnetismo:

- Comportamento de alguns materiais, na presença de ímans, em diferentes situações;
- Propriedades dos ímans;
- Comportamento dos ímans, na presença uns dos outros;
- Formas e características de magnetização de materiais;
- Magnetismo terrestre;
- Relação entre os fenómenos magnéticos e eléctricos;
- Força magnética e suas características;
- Noção qualitativa de campo magnético;
- Origem dos fenómenos magnéticos: breve referência à constituição da matéria.



Com o conhecimento qualitativo destes conteúdos, o professor poderá ter um desempenho didáctico que lhe permita desenvolver nos seus alunos certas competências científicas, além de despertar neles o interesse pela Física.

A PREPARAÇÃO DOS PROFESSORES

Na primeira fase da nossa investigação (levantamento da situação), que consistiu num inquérito por questionário em que participaram 73 dos 104 professores colocados na zona seleccionada por conveniência (concelhos de Portalegre e de Fronteira), confirmaram-se as nossas suspeições, ao verificarmos que apenas 15 por cento haviam frequentado disciplinas de Física no Ensino Secundário e que a sua formação na área do magnetismo era deficiente, conforme mostram, entre outros, os seguintes resultados:

1. 96 por cento dos professores reconheceram a existência de dois pólos num íman, mas apenas 66 por cento identificaram as acções de atracção e de repulsão entre pólos;
2. 63 por cento dos professores mostraram dificuldades na selecção dos objectos que são atraídos por um íman, tendo 59 por cento seleccionado todos os metálicos;
3. Uma percentagem de 75 por cento, mas que pode atingir os 93 por cento, não distinguiu as acções magnéticas das electrostáticas;
4. Cerca de 90 por cento dos professores desconheciam aplicações das formas de magnetização por fricção e por influência;
5. Apenas 11 por cento dos professores conheciam a noção de interacção magnética, pois só estes sabiam que um prego de ferro atrai um íman;
6. Somente 29 por cento afirmaram que a intensidade da força magnética diminui com a distância;
7. Embora 20 por cento dos professores tenha dito que conhecia o funcionamento de um dínamo, e cerca de 45 por cento o do electroíman, apenas 6 por cento conheciam os efeitos de um íman sobre uma corrente eléctrica e nenhum deles conhecia os efeitos de uma corrente eléctrica sobre uma agulha magnética.

Estes resultados evidenciam uma realidade preocupante: os conhecimentos científicos da grande maioria dos professores não lhes permitem realizar actividades capazes de despertar o interesse dos seus alunos por um tema científico². Além desta verificação, importa salientar que os professores que participaram nesta primeira parte da

investigação concluíram a sua formação em escolas de diversas regiões do país, não se vislumbrando razões que apontem para uma grande diferença relativamente à generalidade dos docentes do 1º ciclo. De resto, os professores têm consciência da sua deficiente preparação. Com efeito, no mesmo inquérito, 66 por cento reconheceram que necessitavam de formação científica para poderem ajudar os seus alunos a desenvolver as capacidades para que o programa aponta.

A NECESSIDADE DE FORMAÇÃO CONTÍNUA DOS PROFESSORES

Como os resultados apresentados mostram, deve dar-se uma atenção muito especial à componente científica nos currículos da formação inicial dos professores do 1º ciclo. Cumulativamente, também é dever das instituições formadoras e dos organismos responsáveis pela educação facultar aos professores que já se encontram em exercício de funções uma formação contínua adequada, colmatando as deficiências de natureza científica.

Com esta finalidade e tendo como objectivo geral "*melhorar o desempenho didáctico dos professores do 1º ciclo do Ensino Básico no desenvolvimento do tema - Realizar Experiências com Ímans*". Planeámos e leccionámos um curso sobre alguns aspectos do magnetismo e do electro-magnetismo, subordinado aos seguintes objectivos específicos:

- 1) Apetrechar os professores com os conhecimentos científicos necessários para melhorarem o seu desempenho;
- 2) Desenvolver competências nos domínios da investigação, experimentação e aplicação de conhecimentos, através da preparação, apresentação e discussão de actividades a desenvolver na sala de aula com alunos do 3º ano de escolaridade.

O curso foi leccionado a 21 professores e teve a duração de 12 horas. De acordo com os objectivos formulados, não pretendíamos apenas discutir e planificar actividades para aplicar na sala de aula. Também não nos podíamos limitar a desenvolver nos professores competências de investigação. De forma similar, achámos que não seria suficiente discutir com eles exactamente os mesmos fenómenos que deviam tratar com os seus alunos. Partimos com a convicção de que estas importantes finalidades seriam atingidas com uma metodologia que também nos permitisse actuar, ainda que de forma elementar, sobre algumas ideias erradas dos professores, nomeadamente, no que respeita aos fins da ciência, aos processos científicos e à natureza do conhecimento científico. Assim, a metodologia a utilizar deveria mostrar algumas das principais

realizações científicas e sua relação com o desenvolvimento intelectual, social e económico da humanidade. Deveria igualmente evidenciar que um aluno do 1º ciclo pode aprender ciência, bem como realçar a importância dessa aprendizagem³. Para o efeito servimo-nos da corrente metodológica que advoga a introdução da História da Ciência, neste caso do magnetismo, no seu ensino. Assim, procurámos desenvolver os formandos em múltiplos aspectos, nomeadamente:

- Desenvolvimento das capacidades de reflexão e de análise;
- Aquisição dos conhecimentos necessários para um desempenho didáctico que crie nos alunos o interesse pela Física;
- Relacionamento de conhecimentos dispersos, anteriormente já adquiridos;
- Desenvolvimento das capacidades de planeamento e execução de actividades de carácter experimental ou teórico-prático;
- Compreensão de noções sobre a metodologia, natureza e objectivos da Física;
- Relacionamento dos momentos de descoberta científica com as realidades sociais que os enquadraram e a actividade intelectual que os determinou;
- Perspectiva da Física como uma actividade humana, com todos os êxitos e fracassos inerentes a essa condição, que permite a resolução de problemas e possibilita aplicações novas, as quais irão contribuir para melhorar as condições de vida, tornando mais agradáveis os tempos de lazer e menos difíceis os tempos de trabalho. Em suma, a Física está ligada aos interesses e às vivências do cidadão comum. Assim, o professor do 1º ciclo compreenderá melhor os conteúdos científicos. A Física tornar-se-á, para ele, mais humana;
- Reconhecimento da capacidade de trabalho, assim como da perseverança, capacidade criadora e coragem do cientista, não deixando de o considerar uma pessoa, mas uma pessoa capaz de perceber, em determinado estado de evolução da ciência, o que outras não conseguiram.

Com estas finalidades, não podíamos limitar-nos a um certo número de actividades experimentais, ou de outra natureza, ainda que os respectivos resultados fossem facilmente apreendidos pelos formandos. Na metodologia utilizada, tais actividades foram realizadas como consequência da necessidade de visualizar e comprovar fenó-

menos naturais, que foram sendo compreendidos em discussões sobre a evolução do conhecimento do magnetismo. Os nossos formandos, na impossibilidade de compreenderem a linguagem própria da Natureza (a Matemática) não podiam limitar-se a reter conhecimentos dispersos sobre alguns fenómenos. Deviam compreender por que é que esses fenómenos ocorrem, como é que foram descobertos e de que forma essas descobertas alteraram a vida do homem, isto é, deviam ficar com um conhecimento mais completo e enquadrador. Não nos parece provável que um professor do 1º ciclo, com preocupantes mas assumidas carências de formação científica, tivesse confiança em aprendizagens de outro tipo.

RESULTADOS OBTIDOS APÓS A ACÇÃO DE FORMAÇÃO

Os resultados, que passamos a apresentar, dizem respeito aos mesmos conhecimentos discutidos atrás e aos professores que participaram na acção de formação:

1. A percentagem dos professores que seleccionam de forma totalmente correcta, de entre vários, os objectos que são atraídos por um íman, aumentou de 33 para 78 por cento⁴;
 2. A percentagem dos que distinguem as acções magnéticas das electrostáticas subiu de 29 para 89 por cento;
 3. A percentagem dos que sabem aplicar a magnetização por influência aumentou de 17 para 72 por cento. Nenhum dos professores sabia aplicar a magnetização por fricção, mas, após a formação, 56 por cento já a aplicaram correctamente;
 4. A noção de interacção entre um prego de ferro e um íman era ignorada por todos os professores; mas, após a acção, 66 por cento passaram a conhecê-la;
 5. A percentagem dos que reconhecem a diminuição da intensidade da força magnética com o aumento da distância aumentou de 28 para 66 por cento;
 6. Nenhum professor conhecia os efeitos de uma corrente eléctrica sobre a agulha magnética e 66 por cento passaram a conhecê-la. A percentagem dos que conhecem os efeitos de um íman sobre uma corrente eléctrica aumentou de 6 para 56 por cento;
 7. O funcionamento de um electroíman era conhecido por 39 por cento dos professores. Após a acção ficou conhecido pela totalidade (100 por cento).
- ~
- Estes resultados são, em si mesmos, bastante satisfatórios.

No entanto, interessa saber como podem intervir no desempenho do professor. Como exemplos, o professor pode:

1) Desenvolver algumas actividades com interesse para o aluno, como:

- Construir uma bússola;
- Magnetizar um prego de ferro com uma bobine percorrida por uma corrente eléctrica, levantando depois pequenos objectos de ferro ou aço;
- Deslocar a agulha magnética através da acção de uma corrente eléctrica.

2) Propor a resolução de problemas simples, como:

- Separar pregos de ferro ou de aço de um conjunto de objectos metálicos;
- Retirar pregos de ferro colocados debaixo de um armário;
- Suspender de uma barra de ferro tiras de papel, com as tarefas que cada criança tem de realizar.

3) Propor actividades para detecção de ideias prévias incorrectas e sua substituição:

- Colocar um íman debaixo do tampo de madeira de uma mesa e verificar se ele actua sobre pregos de ferro colocados por cima;
- Verificar se um prego de ferro atrai um íman;
- Colocar um prego de ferro no interior de uma rolha de cortiça: observar e discutir o seu comportamento perante um íman.

4) Elaborar séries de objectos, de acordo com uma das suas propriedades:

- Investigar que objectos da sala são atraídos por um íman.

5) Relacionar o magnetismo com outros ramos do conhecimento:

- Mostrar a importância da bússola nos Descobrimentos;
- Construir a Rosa dos Ventos.

CONCLUSÃO

Os professores do 1º ciclo têm deficiente formação científica em algumas áreas da Física, o que não lhes permite um bom desempenho docente. Necessitam de formação adequada e estão receptivos a essa formação.

Ao organizarmos um curso de formação contínua, de 12 horas, cujos resultados se mostraram eficientes e foram considerados muito úteis pelos formandos, mostrámos a receptividade dos professores à sua formação científica.

Mostrámos também que, se queremos ensinar aos professores do 1º ciclo o modo de desenvolver actividades experimentais na sala de aula, devemos começar por lhes transmitir de um modo acessível a componente científica adequada.

NOTAS:

¹ Embora se possa duvidar do interesse da criança por certos conteúdos que integram o bloco "À Descoberta dos Materiais e Objectos", não reconhecemos qualquer validade a essa dúvida. De resto, de acordo com Harlen [1], achamos que se perdeu muito tempo e muitas oportunidades de promover a aprendizagem quando se seguiram exclusivamente os interesses que as crianças já possuíam. Com efeito, e ainda segundo essa autora, a facilidade com que a criança se interessa por coisas novas é a prova de que o interesse se pode criar.

² Esta deficiência na formação científica é reconhecida por outros autores, que consideram que ela influencia negativamente a prática docente dos professores [3-5].

³ Na análise do inquérito por questionário também detectámos que os professores do 1º ciclo não têm uma ideia muito bem formada acerca da utilidade da aprendizagem de ciência e, especificamente, da Física, pelos alunos, conclusão que está de acordo com investigações referidas por Harlen [1].

⁴ Alguns dos que não acertaram seleccionaram a moeda, tendo afirmado que julgavam que ela continha ferro. Portanto, a percentagem poderia ter sido superior aos 78 por cento.

REFERÊNCIAS

[1] Harlen, W., *Ensenanza y Aprendizaje de las Ciencias*, Ministerio de Educacion y Ciencia e Ediciones Morata, Madrid, 1989.

[2] Duschl, R., *Renovar la Enseñanza de las Ciencias*, Ediciones Narcea, Madrid, 1997

[3] Oliveira, M., *Trabalho Experimental e Formação de Professores*, in *Ensino Experimental e Construção de Saberes*, Conselho Nacional de Educação, Lisboa, 1999.

[4] Paixão, M. e Cachapuz, A., *La enseñanza de las ciencias y la formación de profesores de enseñanza primaria para la reforma curricular: de la teoría a la práctica*. Enseñanza de las Ciencias, vol. 17 (1), ps. 69-79, 1999.

[5] Faria, M., *Níveis de conhecimento científico de professores e aprendizagem de ciências no Ensino Básico*, Revista da Escola Superior de Educação de Viana do Castelo, 1º volume, ps. 113-117, 1996

Este é o trabalho do aluno que ganhou o Prémio Mário Silva de 2003 (2ª edição). Recorde-se que esse Prémio foi instituído pelo Público e pela Gradiva, contando com o apoio da Sociedade Portuguesa de Física e da BP.

CORDAS, CABOS OBJECTOS DE PE

Uma pequena viagem pelo movimentado mundo da estática

A ideia para este trabalho surgiu de um problema com que me vi confrontado há cerca de três anos, um "Desafio" da edição dominical do Público, que sempre fez as minhas delícias. Originalmente concebido como uma actividade lúdica de cariz matemático, revelou-se capaz de motivar um jovem a tentar descobrir algo mais sobre o modo como a Natureza opera. Decidi por esta razão tratar uma versão (não a original, porque lhe perdi o rasto) do desafio inicial:

Prendeu-se uma corda de 8 metros, pelas suas extremidades, ao topo de dois postes cuja altura é 5 metros. O ponto mais baixo da corda encontra-se a 1 metro do chão. A que distância se encontram os dois postes?

Segui a abordagem canónica para este tipo de problemas: fazer um desenho, carregá-lo de informação, e esperar pela inspiração... Apresento aquilo que poderia muito bem ter sido o meu primeiro rascunho.

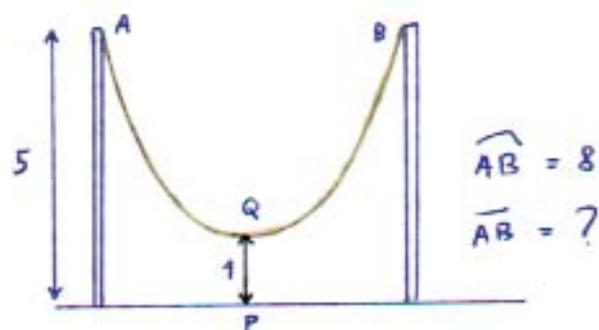


Figura 1

S E OUTROS NDURADOS

Não foi preciso muito tempo para que me surgisse uma ideia: que tal um referencial cartesiano bem centrado naquele ponto P tão estratégico? Algumas contas com certeza me revelariam a equação da *parábola* que aproxima a forma do cabo, e, como eu só queria a distância de A a B... *Voilà!*

Escusado será dizer que uma tarde de animada reflexão se revelou... completamente infrutífera! Por mais voltas que desse ao papel e à imaginação, a corda, teimosa, simplesmente não se deixava render às amarras parabólicas que lhe queria impor.

Frustrado, nunca mais quis saber do problema... mas a verdade é que algo deve ter ficado teimosamente agarrado ao meu subconsciente! O resultado está à vista...

SOBRE CABOS E CAMPOS GRAVÍTICOS

Como aspirante que sou a cientista, achei por bem delimitar rigorosamente os meus objectivos: qual é o problema? Eis o que consta no topo da primeira página das minhas divagações:

Problema: Que forma adquire uma corda sujeita a um campo gravítico uniforme, como na Terra, suspensa por dois postes da mesma altura? Qual é a expressão matemática correspondente?

Assunto já eu tinha, motivação, mais que muita... Mãos ao trabalho!

As ferramentas que iria utilizar ao longo da minha jornada intelectual eram, suspeitava eu, o cálculo vectorial e diferencial, associados a situações de equilíbrio de forças. Ao longo da resolução apercebi-me, no entanto, da necessidade de recorrer a conceitos ligados ao cálculo integral, e que entretanto já abordei nas preciosas aulas de Análise Matemática da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Simplificações e casos ideais... Ora cá está uma ótima oportunidade para pôr em prática estes dois conceitos tão amigáveis para um físico.

Consideremos pois uma corda homogénea, de comprimento l e densidade uniforme, dependurada como mostra a figura 2. Procedamos à escolha de um referencial ortonormal com origem no ponto O, na vertical com o ponto mais baixo da corda, Q.

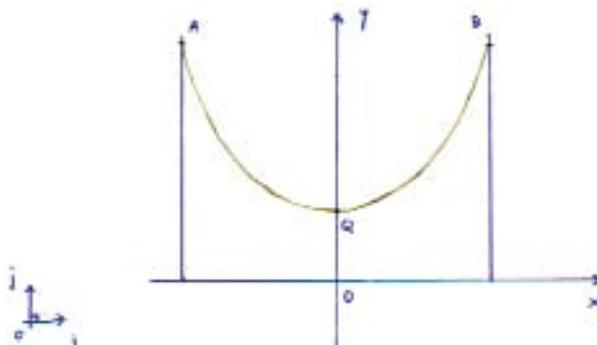


Figura 2

No caso ideal, em que consideramos desprezáveis acções como a do vento, a de possíveis reacções nos pontos A e B, e a de atritos diversos, que forças actuam num ponto genérico da corda, P?

Apesar da aparente simplicidade, esta questão foi das mais delicadas que abordei. Eis o caminho tomado até chegar a uma resposta que me parecesse convincente:

Considere-se, em primeiro lugar, uma corda presa a dois postes, mas bem esticada. Neste caso, o senso comum diz-nos que a corda fica sujeita, em cada um dos pontos A e B, à acção de uma força horizontal, T . Além disso, podemos representar o peso P da corda aplicado no seu centro de massa - recorde que suposemos que a massa do cabo estava uniformemente distribuída. Para o caso presente, no entanto, o sistema em causa é simplificável a tal situação.

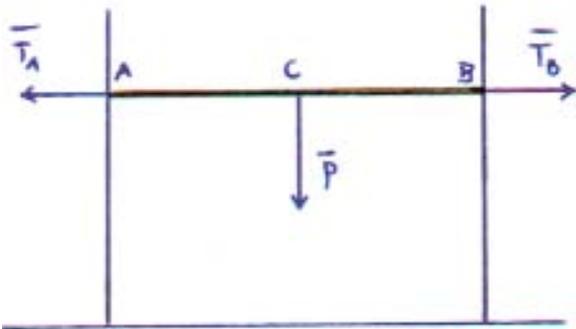


Figura 3

- Apliquemos agora ao sistema uma sobrecarga em C. O que se passa é algo de semelhante à figura 4.

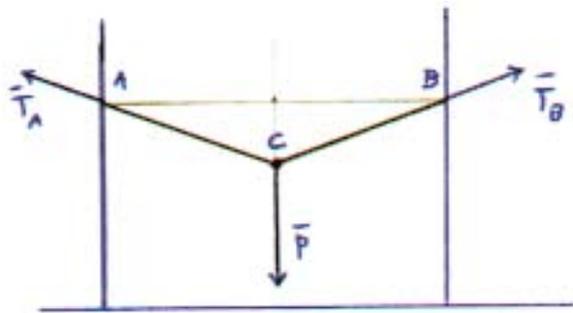


Figura 4

Nesta situação, o que acontece às tensões no fio em A e em B? Não nos vamos pronunciar quanto a aspectos quantitativos, pois não possuímos dados para tal. Podemos, isso sim, tentar perceber o que se passa quanto à linha de acção da força. E, neste caso, é quase imediato conjecturar que T passa a actuar, não segundo a horizontal, mas segundo a "continuação" da corda, como se vê na imagem. Podemos afirmar que T é tangencial à corda. À figura 5 podemos associar o caso em que dois corpos de igual massa são suspensos nos pontos C e D. Mais uma vez, o interesse do esquema centra-se na direcção a atribuir à força T .

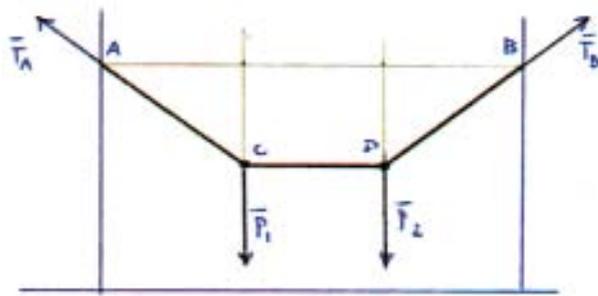


Figura 5

Foi pensando em situações como esta que cheguei à conclusão, à primeira vista não evidente, que deveria procurar estudar as forças que actuam, não num ponto genérico da corda, mas num *segmento de corda*. Vejamos porquê:

Vejamos a figura 6. O primeiro problema que naturalmente surge ao tentar estudar as forças aplicadas num ponto genérico da corda relaciona-se com o peso. De facto, para além das forças de ligação (tensões do fio) presentes em qualquer ponto do fio, não nos podemos esquecer que a força gravítica contribui para o sistema de forças responsável pelo equilíbrio do sistema. Mas que sentido se deve atribuir ao peso de um elemento pontual da corda? Foi principalmente por esta razão que decidi estudar o que se passa num segmento genérico da corda.

Considerem-se pois os pontos P e Q. P é o ponto mais baixo da corda, de coordenadas $(0, y_0)$. Em primeiro lugar, o arco PQ, de comprimento l , tem massa igual a $\rho S l$, em que S é a área da secção recta (que supomos constante ao longo do fio). Podemos, por isso, representar o vector peso P aplicado ao centro de massa do segmento e dizer que a sua norma é $\rho S l g$. Recuando às situações abordadas nas figuras 4 e 5, será que podemos dizer algo acerca das tensões em P e Q? Os dados previamente explanados fornecem fortes indícios acerca da direcção de tais forças. Que tal considerá-las tangentes à corda?

Encontramo-nos, pois, na seguinte situação:

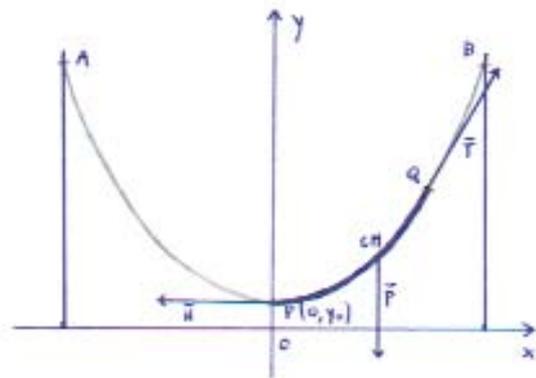


Figura 6

Todas estas considerações assentaram num pressuposto que ainda não foi explicitamente referido: *o sistema encontra-se em equilíbrio*. É pois imediato que o somatório vectorial das forças aplicadas ao sistema é nulo¹. Assim, $H+P+T=0$. Podemos ainda decompor as forças nas suas componentes segundo x e y (recorde-se que na figura 2 definimos um sistema de coordenadas cujos versores segundo x e y eram, respectivamente, i e j):

$$H = -H \cdot i \wedge P = -\rho Sgl \cdot j \wedge T = T_x i + T_y j \quad (1)$$

A condição de equilíbrio implica então que $(T_x - H) i + (T_y - \rho Sgl) j = 0$, ou seja:

$$T_x = H \wedge T_y = \rho Sgl \quad (2)$$

Com vista a manter a clareza do texto e a evitar qualquer desvio do intuito primordial que motivou todo este raciocínio, apresento de seguida apenas os passos fundamentais conducentes ao resultado final. Não quero deixar de referir que esta foi possivelmente a parte mais difícil de todo o trabalho que só tomou o presente aspecto após várias tentativas frustradas e leituras complementares.

Atente-se, em pormenor, no que se passa no ponto Q. Já nos pronunciámos quanto à direcção de T , que se afirmou ser tangente à corda nesse ponto. Qual é o nosso objectivo último? Determinar a expressão matemática para a forma da corda, algo do tipo $y=f(x)$. E o que nos dizem as componentes segundo x e y de um vector tangente à curva num dado ponto? É prematuro afirmar que o nosso problema está resolvido, mas vejamos como a seguinte observação nos pode conduzir até muito perto da solução.

Em primeiro lugar, recordemos que a derivada de uma função num ponto é dada pelo declive da recta tangente à curva representativa da função nesse ponto.

Consideremos o ponto Q, de abcissa xQ . Nesse caso:

$$\frac{dy}{dx}_{x=xQ} = \frac{T_y}{T_x} = \frac{\rho l Sg}{H} \therefore \frac{dy}{dx}_{x=xQ} = \frac{\rho Sg}{H} \times l \quad (3)$$

De facto, o quociente entre as componentes vertical e horizontal do vector T (no fundo, a variação das ordenadas a dividir pela variação das abcissas) não é mais do que o declive da recta que é a linha de acção do vector, e portanto da tangente à curva no ponto Q. A segunda igualdade justifica-se se atentarmos na Eq. (2).

Uma observação pertinente: O coeficiente $\rho Sg/H$ é característico para uma dada corda dependurada a uma determinada latitude. Fazendo $k = \rho Sg/H$, podemos dizer que a derivada pretendida é igual a kl .

Por outro lado, é bem conhecida do cálculo integral a seguinte expressão para o comprimento l de um arco de curva em coordenadas cartesianas²:

$$l = \int_a^b \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx \quad (4)$$

Combinando as Eqs. (3) e (4), o raciocínio feito até agora conduz-nos à seguinte equação diferencial de segunda ordem:

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = k \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} \quad (5)$$

Para $x=0$, sabemos que $y=y_0$ e $dy/dx=0$.

Não possuindo as ferramentas necessárias para resolver esta equação pelo método geral, uma sugestão que encontrei num livro de Análise Matemática³ revelou-se extremamente frutífera: vejamos a que nos conduz a substituição, formalmente válida, do tipo $u(x)=dy/dx$:

$$\begin{aligned} \frac{d^2 y}{dx^2} &= k \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} \wedge u(x) = \frac{dy}{dx} \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{du}{dx} &= k \sqrt{1 + u^2} \end{aligned} \quad (6)$$

Esta última equação já admite uma abordagem mais acessível, que apresentamos de seguida:

$$\begin{aligned} \frac{du}{dx} &= k \sqrt{1 + u^2} \Leftrightarrow \frac{1}{\sqrt{1 + u^2}} du = k dx \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow \int \frac{1}{\sqrt{1 + u^2}} du &= \int k dx \end{aligned} \quad (7)$$

O segundo membro é fácil de calcular: é igual a $kx+C_1$. Para o desenvolvimento do primeiro membro, o hábito levou-me a tentar a substituição canónica da forma $u = \operatorname{tg} t$. Algumas contas indiciam que esta não é com certeza a abordagem mais eficaz e, apesar de suspeitar que eventualmente o resultado pretendido acabaria por emergir, resolvi seguir uma outra sugestão e recorrer às chamadas funções hiperbólicas. Recordando a igualdade⁴ $\cosh^2(x) - \sinh^2(x) = 1$, a substituição que à primeira vista se oferece é $u = \sinh t$:

$$\begin{aligned} u = \sinh(t) \Rightarrow \frac{du}{dt} &= \cosh(t) \therefore \int \frac{1}{\sqrt{1 + u^2}} du = \\ &= \int \frac{1}{\sqrt{1 + \sinh^2 t}} \cosh(t) dt = \int \frac{\cosh(t)}{\sqrt{\cosh^2(t)}} dt = \\ &= \int dt = t + C_2 = \sinh^{-1}(u) + C_2 \end{aligned} \quad (8)$$

O "milagre" torna-se evidente quando substituímos esta última expressão na Eq. (7):

$$\int \frac{1}{\sqrt{1+u^2}} du = \int k dx \Leftrightarrow \Leftrightarrow \sinh^{-1} u = kx + C_1 \Leftrightarrow u = \sinh(kx + C_1) \quad (9)$$

Das condições iniciais (se $x=0, y=y_0$ e $dy/dx=0$), retira-se facilmente que $C_1=0$, pelo que $u(x)=\sinh(kx)$. Mas definimos inicialmente $u(x)=dy/dx$! Concluindo:

$$\frac{dy}{dx} = \sinh(kx) \Leftrightarrow y = f(x) = \frac{1}{k} \cosh(kx) + C \quad (10)$$

Mais uma vez, $C=0$. Recordamos ainda que $k = \rho g S / H$. Parece que o objectivo inicial foi cumprido: partindo de considerações estáticas logicamente consistentes, chegámos a uma expressão para a curva descrita pelo nosso objecto dependurado. Esta curva tem o nome de *catenária*, e nas conclusões deste trabalho abordamos sucintamente a sua "evolução histórica". Veremos de seguida como reagem os nossos cabos quando sobre eles pesar algo mais que a "insustentável leveza do ser"...

QUANDO OS CABOS SUSTENTAM PONTES...

Já toda a primeira parte do trabalho estava pronto quando resolvi acrescentar-lhe uma curta abordagem a...pontes! Resolvi incluir esta secção por duas razões fundamentais: uma de ordem estética, outra um pouco mais pragmática.

As pontes encontram-se, sem dúvida, entre os grandes feitos da engenharia. A sua utilidade, desempenho e estética tornam-nas verdadeiras obras de arte e objectos da minha especial admiração. Por outro lado, e de um ponto de vista mais prático, numa ponte suspensa assistimos talvez a uma das mais engenhosas aplicações que os cabos têm no quotidiano. A sua durabilidade, leveza e flexibilidade tornam-nos ideais para estas situações. Achei por bem fugir a um excessivo formalismo matemático, dominante na primeira parte, com uma curta deambulação por este assunto tão fascinante.

Na Figura 7, apresento dois esquemas da vista frontal da *Golden Gate Bridge*, de São Francisco, Califórnia. Algo

salta imediatamente à vista: atentando nos longos cabos de aço que lhe conferem o estatuto de ponte suspensa, mais uma vez nos encontramos no mundo dos objectos dependurados...

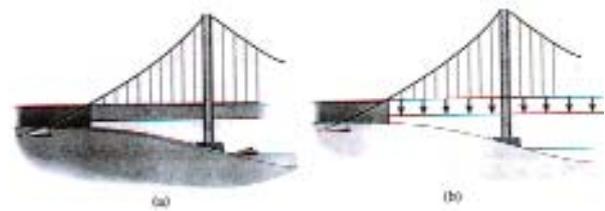


Figura 7

Novo problema: o que nos garante que a forma dos cabos que sustentam o tabuleiro horizontal pode, mais uma vez, ser aproximada por uma catenária? Surpreendentemente, nada!

O que é essencial ter em conta neste novo problema centra-se no facto de a massa do sistema *deixar de estar uniformemente distribuída ao longo do cabo*. É evidente que a massa do cabo de sustentação é muito inferior à massa do tabuleiro horizontal. Podemos, em primeira aproximação, considerá-la desprezável. Assim sendo, é lícito afirmar que a massa do sistema passa a estar uniformemente distribuída na direcção horizontal: caminhando x metros ao longo da ponte, não interessa entre que pontos, a massa dessa secção da ponte é a mesma.

Na secção anterior, comecei por fazer várias considerações sobre as forças actuantes e como assegurar o equilíbrio do sistema. Pois bem, por que não mantê-las válidas? Com um pequeno senão: o peso a considerar entre quaisquer dois pontos P e Q tem que passar a assumir um novo aspecto, nomeadamente $P = -\rho S g x j$, onde x é naturalmente a projecção da distância entre P e Q no eixo das abcissas.

A Eq. (3) toma, neste caso, a seguinte forma:

$$\frac{dy}{dx}_{x=xQ} = \frac{\rho S g}{H} \times x \quad (11)$$

...o que nos poupa imenso trabalho! De facto, a solução está à vista. Integrando ambos os membros em ordem a x , obtemos a expressão pretendida:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\rho Sg}{H} x \Leftrightarrow y(x) = \frac{\rho Sg}{H} \int x dx \Leftrightarrow \quad (12)$$

$$\Leftrightarrow y(x) = \frac{\rho Sg}{2H} x^2 + C$$

Fazendo $a = \rho Sg/2H$, facilmente se vê que a curva obtida é a tão desejada parábola, da forma $y(x) = ax^2 + C$. Fiquei intrigado com o resultado. Consultando bibliografia que me foi aconselhada, encontrei a resposta parcial (que, acrescentando-se, não me satisfaz por completo) à justificação da parábola:

Considere-se um cabo sem qualquer sobrecarga adicional. Quanto mais esticado estiver o cabo (isto é, quanto maior for a intensidade das forças de tensão em A e B), mais a curva por ele descrita se aproxima de uma parábola. Assim, é natural que um cabo que tenha como "missão" suportar grandes cargas adicionais (o que se passa nas pontes) desempenhe melhor a sua tarefa se tiver uma forma parabólica, capaz de suportar sobretensões, não apenas nas suas extremidades, mas distribuídas ao longo do seu comprimento.

Para terminar esta secção, não quero deixar de referir que o comportamento que atribuí aos cabos que sustentam pontes se afasta com certeza do que na realidade se passa. A abordagem que fiz, necessariamente incompleta, não tomou em linha de conta aspectos como os atritos, a resposta à erosão, a correntes e a sismos, e muitos outros factores relacionados com a segurança. Qual a "adaptação" da forma dos cabos face a estes suplementos é uma questão que, apesar do interesse que me suscita, se revelou intratável no presente estágio do meu conhecimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Regressados que estamos da nossa breve viagem, não podemos deixar de salientar os pontos de maior relevo que foram focados: em primeiro lugar, uma demonstração elementar da forma adquirida por um cabo de massa uniformemente distribuída, quando sujeito exclusivamente à acção do seu peso – encontramos neste estágio a curva denominada por catenária. Neste ponto, uma pequena curiosidade histórica: em resposta aos trabalhos prévios de Galileu, Huygens demonstrou em 1656 que a catenária é uma curva não algébrica. O cientista italiano, motivado pelo sucesso que foi a aplicabilidade de cónicas ao mundo natural, nomeadamente à forma da trajectória de um projectil, por ele próprio deduzida, e de um planeta em rotação à volta do Sol, fruto dos trabalhos de Kepler, estava plenamente convencido que a forma da corda dependurada não era mais do que uma simples parábola...

Numa segunda fase do trabalho, dedicámo-nos a analisar

o caso de cabos não isolados, mas antes integrados em estruturas mais complexas como é o caso de pontes. Parece que, em certas condições, a tão desejada forma parabólica pode mesmo vir ao de cima...

Por último, uma pequena nota quanto à solução do problema inicial, o enigmático "desafio" que aparentemente motivou toda esta "cavalgada": a resposta não é mais que um rotundo ZERO! De facto, nas condições do enunciado, para que o ponto P se encontre a 1 metro do solo, é necessário que os dois postes coincidam.

E eu que pensava que catenárias, segmentos de arco e funções exponenciais nada tinham a ver com cordas... verticais!

NOTAS

¹ Refira-se que a condição de equilíbrio exige ainda que o somatório dos momentos das forças exteriores aplicadas seja nulo. Como não existem forças que isoladamente imprimam movimento de rotação ao sistema, esta observação não foi incluída no texto principal.

² Cf., por exemplo, PISKOUNOV, *Cálculo Diferencial e Integral*, vol. I, Lopes da Silva Ed., Lisboa, p. 482.

³ WYLIE e BARRETT, *Advanced Engineering Mathematics*, McGraw-Hill, Nova Iorque, 1995.

⁴ Por definição, $\cosh x = (e^x + e^{-x})/2$ e $\sinh x = (e^x - e^{-x})/2$, pelo que a igualdade segue com um pouco de álgebra.

BIBLIOGRAFIA

- BEDFORD, Anthony e FOWLER, Wallace, *Statics - Engineering Mechanics*, Addison-Wesley, Austin, 1995

- BEER, Ferdinand e JOHNSTON, Russell, *Mecânica Vectorial para Engenheiros - Estática*, McGraw-Hill, 1995

- BOYER, Carl B., *A History of Mathematics*, John Wiley & Sons, Nova Iorque, 1989

- DEUS, Jorge Dias de *et al.*, *Introdução à Física*, McGraw-Hill, Lisboa, 1992

- PISKOUNOV, N., *Cálculo Diferencial e Integral*, vol. I, Lopes da Silva Editora, Lisboa, 2000

- WYLIE, C. Ray, e BARRETT, Louis C., *Advanced Engineering Mathematics*, McGraw-Hill, Nova Iorque, 1995

Num estudo histórico, analítico e computacional, apresentam-se vários tipos de dispositivos que rodam.

Natália Bebiano*

João da Providência**

João da Providência Jr.***

José Carlos Teixeira* e

Gonçalo Carvalho*,^a

*Departamento de Matemática

Universidade de Coimbra

3001 - 454 Coimbra

**Departamento de Física

Universidade de Coimbra

3004 - 516 Coimbra

providencia@teor.fis.uc.pt

***Departamento de Física

Universidade da Beira Interior

6201 - 001 Covilhã

^a Digital Design Studio - Glasgow School of Art

Bellahouston Park, 10 Dumbreck Road,

Glasgow G41 5BW, UK

ROLANTES

O DUPLO CONE

Nos Museus de Ciência do Século XVIII eram comuns diversos modelos mecânicos paradoxais, insuperáveis na capacidade de estimular o pensamento e animar a discussão. Um desses modelos bem conhecido é o duplo cone que sobe uma rampa aparentando desafiar a lei da gravidade. Este aparelho destinava-se ao estudo do equilíbrio dos graves que, como é sabido, ocorre quando o centro de gravidade ocupa a posição mais baixa possível. É um instrumento constituído por uma peça de madeira formada por dois cones circulares congruentes unidos pelas bases e por duas hastes de madeira unidas numa das extremidades de modo a formarem um V, e dispondo de parafusos reguladores da inclinação em cada uma das respectivas extremidades livres, como mostra a Fig. 1 extraída da obra J.T. Desaguilliers, *A Course of Experimental Philosophy*, Londres, 1734, p. 55, Pl.IV, Fig. 14. A estrutura de madeira pousa sobre uma mesa horizontal, com o vértice apoiado no tampo e as hastes definindo um plano inclinado. O cone é colocado simetricamente sobre as hastes, com o eixo dirigido horizontalmente. Quando o duplo cone rola sobre as hastes, o eixo descreve um plano com inclinação adequada.

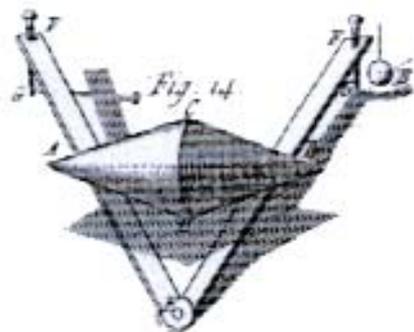


Figura 1

As experiências com este aparelho consistiam em colocar o duplo cone junto ao vértice da estrutura em V, abandonando-o de seguida. O duplo cone vai subindo pelas

hastes inclinadas até que duas pequenas barras situadas no prolongamento do eixo impedem a queda. Este resultado surpreendente parece violar a lei da gravidade. No entanto, o que na realidade acontece é que o eixo dos cones vai descendo o plano inclinado que descreve à medida que o duplo cone vai subindo ao longo das hastes de madeira. Seja α o ângulo formado pelas geratrizes dos cones com os respectivos eixos e β o ângulo de qualquer das hastes com o plano horizontal. Seja γ metade do ângulo formado pelas hastes. A condição para que o aparelho funcione exprime-se pela desigualdade

$$\sin \gamma > \sin \beta \times \cot \alpha .$$

Ver a Fig. 2, onde, em perspectiva, o segmento BC representa o eixo do cone, o segmento AC representa a respectiva geratriz e o segmento EC representa o bordo da régua ao longo da qual o cone rola. Nesta figura, os ângulos α, β, γ satisfazem a relação crítica $\cot \alpha = \sin \gamma / \sin \beta$. Consideremos o lugar geométrico dos pontos da superfície do duplo cone que em instantes sucessivos vão ficando em contacto com as hastes em V depois do duplo cone ter sido pousado junto ao vértice e abandonado. A curva que deste modo se obtém é uma dupla espiral tridimensional que se vai enrolando à volta do eixo do duplo cone. Num sistema de referência apropriado as suas equações paramétricas podem escrever-se

$$x = \cos \theta e^{-a\theta}, \quad y = \sin \theta e^{-a\theta}, \quad z = b(1 - e^{-a\theta}),$$

$$x = \cos \theta e^{-a\theta}, \quad y = \sin \theta e^{-a\theta}, \quad z = -b(1 - e^{-a\theta}), \quad \theta \geq 0.$$

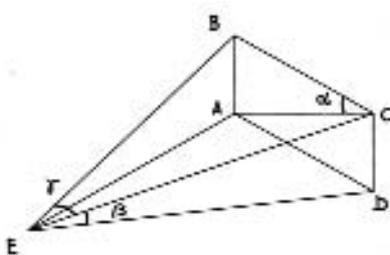


Figura 2

Se a dupla espiral rolar sobre os bordos da estrutura formada pelas hastes em V , em substituição do duplo cone, é óbvio que o eixo em torno do qual ela se encontra enrolada vai descrevendo um plano descendente. Esta curva está representada na Fig. 3.

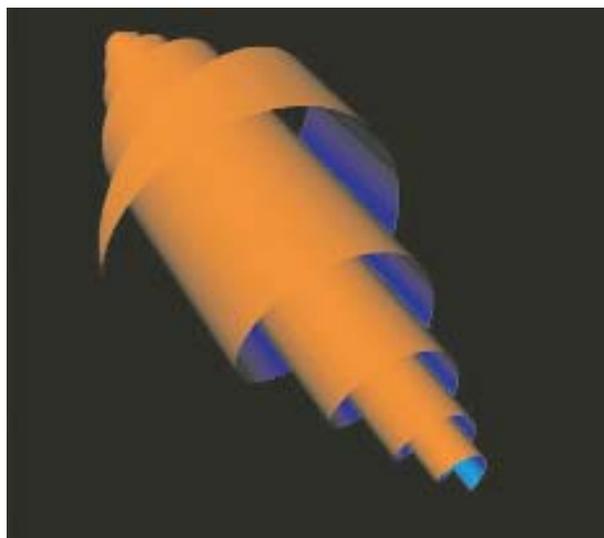


Figura 3

ROLANTES

A invenção da roda foi marcante na história da Humanidade. Ocorreu no quarto milénio antes de Cristo e é contemporânea da descoberta da escrita e dos metais. Carros, aviões, roldanas, engrenagens várias são instrumentos usuais da nossa cultura e, como Martin Gardner reconhece, é difícil conceber uma civilização avançada sem a roda.

Segundo a tradição, a roda foi inventada na Mesopotâmia, dada a descoberta neste local de gravuras de engenhos com rodas datadas de 3 000 a.C. e vestígios arqueológicos de rodas maciças de 2 700 a.C. Em meados do século XX, arqueólogos russos encontraram no Cáucaso artefactos com rodas, sugerindo que a roda terá surgido na Rússia meridional anteriormente à Mesopotâmia. Inventada, independentemente, em vários locais geográficos ou num local certo a partir do qual se difundiu, é complicado fazer um juízo final nesta matéria.

Uma roda em movimento tem propriedades paradoxais. Os pontos próximos do topo têm velocidade superior à daqueles que estão junto do solo. Um ponto da roda atinge a velocidade máxima quando está precisamente no topo e a velocidade mínima (zero) quando toca o solo

(Ver, abaixo, “Teorema de Copérnico”). Nas rodas de comboio, cujos aros descem um pouco abaixo dos carris, há pontos que se movem para trás.

Os nossos carros têm rodas redondas e as estradas onde circulam são planas. No Exploratório de S. Francisco, na Califórnia, um carro de rodas quadradas desloca-se suavemente sobre uma sequência de arcos de catenária. Será possível conceber rodas de forma geométrica diferente da usual de forma a garantir movimento suave? Se o perfil da estrada não for rectilíneo mas, por exemplo, ondulado (sinusoidal), existirão rodas que permitam ao veículo mover-se sem solavancos?

Se observarmos com atenção o movimento de uma roda comum, concluímos que o seu centro descreve uma trajectória rectilínea. Será este o segredo do movimento sem solavancos?

Apresentaremos soluções adaptadas a diversos perfis dos pisos, recordando conceitos matemáticos e físicos no cerne da questão.

CENTRO INSTANTÂNEO DE ROTAÇÃO

Usaremos o conceito de *centro instantâneo de rotação*. Se uma figura plana se desloca rodando em torno de um ponto fixo C chamado *centro de rotação*, qualquer ponto da figura em movimento descreve um arco de circunferência. Em cada instante, a velocidade v do ponto A é dirigida tangencialmente à circunferência descrita por A , isto é, é normal ao segmento CA , Fig. 4.

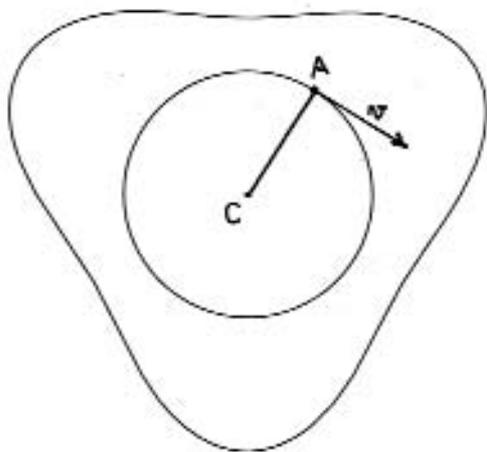


Figura 4

Pode provar-se que uma figura rígida movendo-se sobre um plano está animada de um movimento que, instantaneamente, ou é de *translação* ou de *rotação* em torno de um ponto denominado centro instantâneo de rotação. O ponto C , sendo o centro instantâneo de rotação, permanece instantaneamente imóvel (centro instantâneo de repouso), a sua velocidade é nula, enquanto que a velocidade de qualquer outro ponto A é perpendicular ao segmento CA .

O conceito surge numa memória de Chasles de 1830 embora esta nomenclatura só tivesse surgido em obras posteriores do autor.

Dizemos que uma figura rígida F rola sobre uma curva L se, em cada instante, há um ponto de contacto de F com L e dizemos que rola sem deslizar se a velocidade do ponto de contacto é nula, isto é, se esse ponto é o centro instantâneo de rotação de F . Em conclusão, podemos afirmar que se uma figura F rola sem deslizar sobre uma curva imóvel L , o ponto de contacto é o centro instantâneo de rotação. Designando por C este ponto, o ponto arbitrário A de F está animado de velocidade instantânea perpendicular ao segmento CA (Fig. 5).

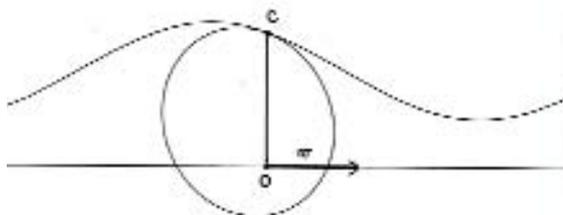


Figura 5

Consideremos rodas não circulares que rolam sem deslizar sobre pavimentos cujo perfil é não rectilíneo (Fig. 5). Na prática, pode não ser tecnicamente fácil garantir que não haja escorregamento da roda, mas não é impossível. Pretendemos que a trajectória do eixo da roda seja rectilínea, de modo a assegurar um deslocamento suave.

O ponto C de contacto da roda com o pavimento é o centro instantâneo de rotação da roda. Instantaneamente, a velocidade de qualquer ponto da roda é perpendicular ao segmento que o une a C . Por consequência, a velocidade de O é perpendicular a OC . Assim, OC é, em cada instante, perpendicular à trajectória de O .

Seja $y = f(x)$ a equação cartesiana do perfil do pavimento. Se o movimento do veículo é suave, sem solavancos, então o movimento do ponto O , em torno do qual a

roda gira, em relação ao veículo, é rectilíneo. O eixo dos x coincide com a trajectória do ponto O , o eixo dos y é-lhe perpendicular, sendo a origem arbitrária.

Seja $r = g(\theta)$ a equação da roda em coordenadas polares. O polo é o ponto O . Em cada instante, as duas curvas são tangentes no ponto de contacto. Prova-se que a equação diferencial

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{r} \frac{dr}{d\theta}$$

encerra a chave do problema.

TEOREMA DE COPÉRNICO

No interior de uma circunferência imóvel roda sem deslizar outra circunferência de raio duas vezes menor (Fig. 6). Que linha descreve, durante o movimento, o ponto arbitrário K da circunferência móvel?

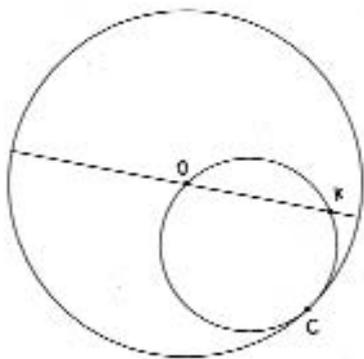


Figura 6

A resposta é surpreendentemente simples: o ponto K move-se em linha recta, mais precisamente, sobre um diâmetro da circunferência fixa. Este resultado é o *teorema de Copérnico*.

O conceito de centro instantâneo de rotação permite demonstrar facilmente este teorema. O ponto C de contacto das duas circunferências é o centro instantâneo de rotação. A velocidade do ponto K é perpendicular a CK , portanto, dirigida para O . A trajectória do ponto K é o diâmetro da circunferência fixa que contém K . Se a velocidade está dirigida para O , os vectores (v_x, v_y) e (x, y) das componentes cartesianas de v e de K são paralelos (eixos ortogonais com origem em O). A condição de paralelismo exprime-se por

$$\frac{v_x}{x} = \frac{v_y}{y}$$

Daqui, obtém-se a equação diferencial

$$\frac{1}{y} \frac{dy}{dx} = \frac{1}{x},$$

cujas soluções gerais são as rectas $y = mx$, ou seja, KO .

Na concepção de um rolante com rodas em forma de trevo de quatro folhas, constituídas pela união de quatro arcos de círculo de raio r cujos centros se situam nos vértices dum quadrado de lado $\sqrt{2}r$ recorre-se ao Teorema de Copérnico. A pista correspondente é constituída pela união de arcos de círculo de raio $2r$.

A Fig. 7 ilustra o movimento da roda em forma de trevo sobre a pista que lhe corresponde.

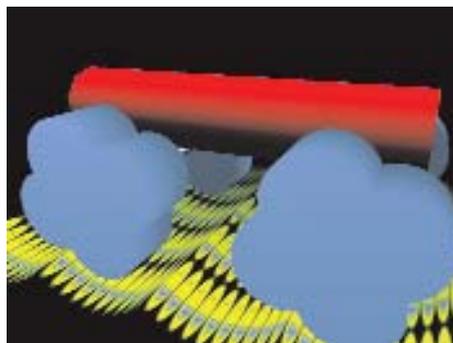


Figura 7

RODAS RECTANGULARES E CATENÁRIAS

Analisemos o problema das rodas exóticas em algumas situações concretas. Generalizando ligeiramente a situação apresentada no Exploratório de S. Francisco, começaremos por rodas rectangulares rodando em torno do centro do rectângulo.

Para que o movimento do veículo não seja aos solavancos, não basta que o eixo da roda descreva uma trajectória rectilínea. É além disso necessário que a velocidade de translação do eixo seja uniforme. Esta condição exige que a velocidade instantânea de rotação da roda seja, em cada instante, inversamente proporcional à distância entre o eixo e o ponto de contacto deste com a pista.

Consideremos um carro de rodas rectangulares. A catenária surge na solução da equação diferencial que dá o perfil da pista (Apêndice 1). Neste caso, o perfil da pista é constituído por dois tipos de arcos de catenária que se sucedem alternadamente. O que são, afinal, as catenárias?

Nas estações de caminho de ferro encontra-se com frequência o aviso "Atenção às catenárias. Perigo de morte!" As catenárias são os fios suspensos que conduzem a corrente eléctrica assegurando o movimento das locomotivas. Qual a forma que uma corda inextensível e flexível assume quando suspensa de dois pontos fixos? Este problema, proposto por Jacques Bernoulli por volta de 1690 na *Acta Eruditorum*, p.219, foi solucionado pelo autor, por seu irmão Johann, por Huygens e Leibniz. A resposta é a *catenária*.

A catenária é a curva plana cuja equação cartesiana é

$$y = \frac{c}{2}(e^{x/c} + e^{-x/c}),$$

ou seja

$$y = c \cosh(x/c).$$

A série de arcos de catenária serve para carril de uma qualquer roda poligonal regular com mais de três lados. Se a roda for um polígono irregular convexo, o carril deverá ter arcos de catenária de formas diferentes, uma para cada lado da roda. A Fig. 8 ilustra o movimento da roda rectangular sobre a pista que lhe corresponde.

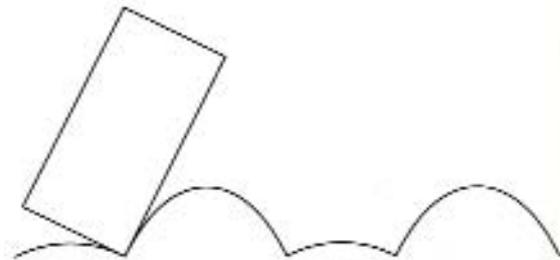


Figura 8

O carro que, no Exploratório de S. Francisco, na Califórnia, se desloca suavemente sobre uma sequência de arcos de catenária congruentes, tem rodas quadradas. Aqui, uma volta das rodas corresponde a quatro arcos de catenária. Pode perguntar-se: que formas deveriam ter as rodas para que uma volta das mesmas correspondesse, respectivamente, a um, a dois, ou a três arcos de catenária? A Fig. 9 sugere a resposta a esta questão.

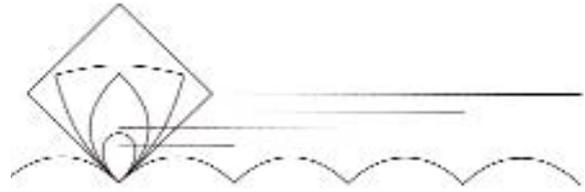


Figura 9

RODAS EM ESPIRAL, PISTA EM DENTE DE SERRA.

Consideremos uma pista tipo dente de serra, ou seja, rectilínea por segmentos.

Tomemos o segmento de recta cuja equação cartesiana é

$$y = x, a \leq x \leq b.$$

Então $dy/dx = 1$. A equação da roda adequada a esta pista é

$$\frac{1}{r} \frac{dr}{d\theta} = 1.$$

Verifica-se que a solução geral desta equação é

$$r = C e^{\theta},$$

onde C é uma constante. A constante pode ser determinada, por exemplo, pelo valor de y quando x toma o valor a . Esta curva é uma das mais famosas em Matemática e tem o nome de *espiral logarítmica*. As primeiras referências a esta curva encontram-se em duas cartas de Descartes ao Padre Mersenne em 1638.

A *spira mirabilis*, nome por que também é conhecida, apresenta propriedades muito interessantes, expostas por J. Bernoulli em dois artigos de 1691 e 1692 nas *Acta Eruditorum* (Opera, t.I) p. 442 e p. 491. A espiral logarítmica despertou a curiosidade de muitos estudiosos, pela sua ocorrência frequente na Natureza (três exemplos: na concha do náutilo, na flor do girassol, nas galáxias espirais.)

A curva dá um número interminável de voltas em redor do pólo correspondendo aos valores positivos de θ de 0 a ∞ , desviando-se cada vez mais dele; correspondendo aos valores negativos, de 0 a $-\infty$, descreve um número infinito de voltas em redor do polo aproximando-se incessantemente dele mas sem jamais o alcançar.

Se substituirmos a recta $y = x$ por $y = m x$, a equação da roda vem substituída por $r = C e^{m\theta}$, como facilmente se prova.

Considerando a pista constituída por segmentos perpendiculares de coeficientes angulares, respectivamente, m e $-1/m$, sucedendo-se alternada e periodicamente, concluímos que a roda tem a forma de caracol. A Fig. 10 ilustra o movimento da roda em forma de caracol sobre a respectiva pista.

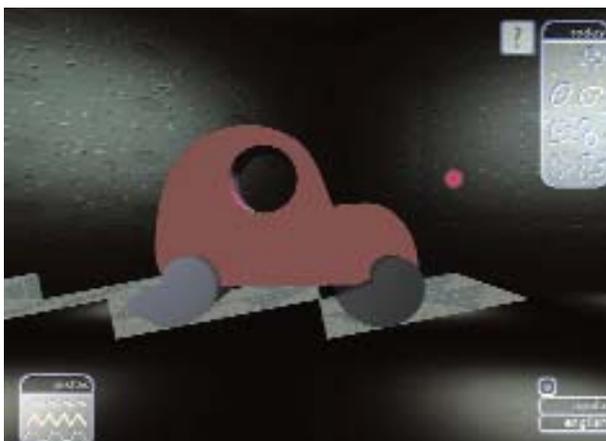


Figura 10

Considerando a pista constituída por segmentos de coeficientes angulares simétricos, respectivamente, m e $-m$, sucedendo-se alternada e periodicamente, a roda correspondente tem a forma de *coração*.

RODAS ELIPSOIDAIS, PISTAS SINUSOIDAIS

Consideremos o caso de rodas elipsoidais, rodando em torno de um dos respectivos focos. A equação polar de uma elipse, referida ao foco, é da forma

$$r = \frac{p}{1 + e \cos \theta}$$

onde p designa o parâmetro e $0 < e < 1$ a excentricidade.

A resolução da equação diferencial que fornece o perfil da pista conduz-nos a uma função envolvendo o seno. Trata-se, assim, de uma pista sinusoidal cuja amplitude e período são determinados pela excentricidade e pelo parâmetro da elipse (Apêndice 2).

Porém, a pista sinusoidal não serve apenas para rodas elípticas. A Fig. 11 ilustra o movimento de rodas elípticas e a Fig. 12 representa diversas rodas adequadas à mesma pista.

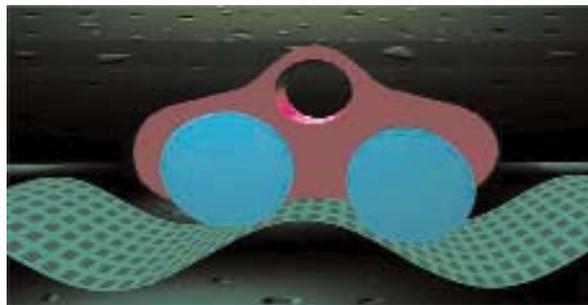


Figura 11

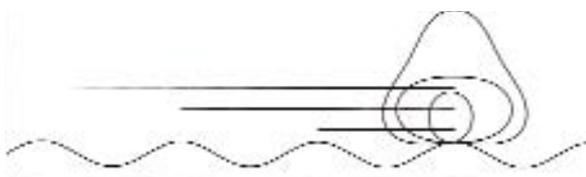


Figura 12

EQUILIBRANTES

A cada um dos roletes que foram descritos está associado um equilibrante, ou seja, um objecto constituído por duas peças, uma das quais é susceptível de rolar sem deslizar sobre a outra, sendo, além disso, construído de tal modo que, quando a peça móvel rola a partir de uma posição de equilíbrio, são também de equilíbrio todas as posições pelas quais esta peça vai passando sucessivamente. Para que qualquer dos roletes previamente descrito seja também um equilibrante basta que o centro de gravidade da parte móvel esteja convenientemente localizada. Onde?

BIBLIOGRAFIA

- David Ballew, *The Wheel of Aristotle*, *The Mathematics Teacher*, vol.65, 1972, 507-509.
- M. Gardner, *Rodas, Vida e Outras Diversões Matemáticas*, Gradiva, Lisboa, 1992.
- G.B.Robison, *Rockers and Rollers*, *Mathematics Magazine*, Janeiro, 1960, 139-144.
- F.G. Teixeira, *Curvas Especiais Notables*, Madrid, Imprensa de la "Gaceta de Madrid", 1905.
- Stan Wagon, *Mathematica in Action*, W.H.Freeman and Company, New York, 1991.

APÊNDICE

1. A equação polar de um segmento de recta é da forma

$$r = \frac{C}{\cos \theta},$$

onde C é uma constante. Por comodidade, tomemos $C = 1$. Efectuando alguns cálculos simples, vem

$$\frac{1}{r} \frac{dr}{d\theta} = \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \sqrt{\frac{1 - \cos^2 \theta}{\cos^2 \theta}} = \sqrt{r^2 - 1}.$$

Visto que nas condições do problema $y = r$ (o eixo dos x é a trajectória do ponto O em torno do qual a roda roda e é também o pólo do sistema de coordenadas polares), a equação diferencial do perfil da pista é

$$\frac{dy}{dx} = \sqrt{y^2 - 1}.$$

uma solução desta equação é $y = \cosh x$ e a solução geral é $y = \cosh(x - k)$, onde k é uma constante arbitrária.

2. A equação polar de uma elipse, referida ao foco, tem a forma

$$r = \frac{p}{1 + e \cos \theta}$$

onde p designa o parâmetro e $0 < \theta < 1$ a excentricidade. Efectuando alguns cálculos simples, vem

$$\frac{1}{r} \frac{dr}{d\theta} = \frac{pe \sin \theta}{r(1 + e \cos \theta)^2} = \frac{e}{p\sqrt{1 - e^2}} \sqrt{p^2 - \frac{(1 - e^2)^2}{e^2} \left(r - \frac{p}{1 - e^2}\right)^2}$$

Visto que nas condições do problema $y = r$, a equação diferencial do perfil da pista é

$$\frac{dy}{dx} = \frac{e}{p\sqrt{1 - e^2}} \sqrt{p^2 - \frac{(1 - e^2)^2}{e^2} \left(y - \frac{p}{1 - e^2}\right)^2}.$$

Por meio da mudança de variáveis

$$\xi = \frac{\sqrt{1 - e^2}}{p} x, \quad \eta = \frac{1 - e^2}{pe} \left(y - \frac{p}{1 - e^2}\right),$$

a equação anterior transforma-se em

$$\frac{d\eta}{d\xi} = \sqrt{1 - \eta^2}.$$

Uma solução desta equação é $h = \sin \xi$, e a solução geral é

$$h = \sin(\xi - k),$$

onde k é uma constante arbitrária. A solução geral da equação inicial é, pois,

$$y = \frac{p}{1 - e^2} + \frac{p}{1 - e^2} \sin \left(\frac{\sqrt{1 - e^2}}{p} (x - x_0) \right)$$

onde x_0 designa uma constante arbitrária.

Em conclusão, podemos afirmar que a uma roda elipsoidal rodando em torno de um dos focos corresponde uma pista sinusoidal, sendo a amplitude e o período da sinusoide determinados pela excentricidade e pelo parâmetro da elipse. Conclusão análoga vale para a curva

$$r = \frac{p}{1 + e \cos(n\theta)},$$

onde n é inteiro.



Foto: César Páris

COLÓQUIO: FÍSICA, CULTURA E DESENVOLVIMENTO

Coimbra, 15 de Novembro de 2003

Auditório da Reitoria da Universidade de Coimbra

Informações e inscrição | <http://nautilus.fis.uc.pt/cec/2003/spf/>

Organização:

Sociedade Portuguesa de Física
Av. Republica, 37, 4º
1050 - 187 Lisboa

Departamento de Física
Universidade de Coimbra
3004 - 516 Coimbra



Há um desequilíbrio no binómio quantidade/qualidade das universidades portuguesas que é necessário corrigir. No entanto, essa correcção não se faz através de regime proibitivos, mas através da definição de standards e de indicadores universalmente aceites. Quem o afirma é José Veiga Simão, Professor de Física, investigador e político a quem se deve a mais importante e decisiva reforma do sistema educativo português, na década de 70. Portugal está, de novo, numa encruzilhada em termos educativos, e qualquer medida de subalternização da Física ou da Química, disciplinas fundamentais para a formação dos jovens portugueses, representaria para este Professor um grave e irresponsável erro estratégico. Por outras palavras, diz Veiga Simão, tal significaria que "nos atrasaríamos mais uma década do que aquilo que já estamos". Assumindo que aquelas são disciplinas essenciais para o desenvolvimento da capacidade criativa e para a maturação dos jovens, Veiga Simão fala ainda do seu percurso pessoal desde que optou pela Física, sem esquecer o seu protagonismo na criação das universidades em África, em particular em Moçambique.

Entrevistado por:
CARLOS PESSOA
gazeta@teor.fis.uc.pt

José Veiga Simão, Professor de Física, investigador e político

"SUBALTERNIZAR A FÍSICA E A QUÍMICA SIGNIFICARIA QUE NOS ATRASARÍAMOS MAIS UMA DÉCADA"

Gazeta de Física - Quando é que descobriu a sua vocação pela Física?

Veiga Simão - É difícil marcar uma origem... A vida tem percursos sinuosos. Concluí o curso dos liceus em Coimbra, no Liceu D. João III. Naquela altura, no 7º ano tinha que escolher entre Letras e Ciências e eu hesitei muito. Gostava muito de Direito mas, ao mesmo tempo, tinha uma certa sedução pela Matemática e pela Física e a sua ligação à Filosofia. As circunstâncias da vida determinaram que escolhesse Ciências porque um dos meus objectivos era ganhar dinheiro muito cedo. Uma das maneiras de apoiar financeiramente a família era através da conclusão dos Preparatórios, indispensáveis para ingressar na Escola do Exército. Matriculei-me e tive logo no primeiro ano a disciplina de Física. Estava mal inserida porque não tínhamos preparação matemática, o que nos obrigava a um esforço suplementar.

Tive como professor Mário Silva, que me marcou definitivamente no meu amor pela Física, embora a matéria que ele versava nas aulas fosse de difícil digestão.

Também fui marcado pelo facto de, nesse ano, Mário Silva ter sido expulso da Universidade, pelo que já não me fez o exame final. Fizemos petições, mas Mário Silva foi mesmo reformado...

Naquela altura a entrada na Escola do Exército era complicada e eu não pude entrar por não ter a visão requerida para Infantaria. Acabei por regressar a Coimbra com a finalidade de completar os Preparatórios de Engenharia. Aí a sorte favoreceu-me. Quando concluí os Preparatórios sou abordado pelos professores da Física e da Química para completar o curso de Ciências Físico-Químicas, já



com a perspectiva de ser assistente. E, entre a Física e a Química, escolhi a Física.

Uma vez terminada a licenciatura, começo a pensar na minha tese de doutoramento e escolhi a Física de Partículas. Ainda estive uns três meses em Itália, estudando emulsões nucleares, mas, tendo escolhido como tema a estrutura da matéria, consigo ser admitido na Universidade de Cambridge, no Cavendish Laboratory.

P. - Como caracterizaria o curso que frequentou na época? Havia grandes discontinuidades relativamente ao ensino em Inglaterra?

R. - Para além dos problemas relativos à inserção numa sociedade com características totalmente diferentes da nossa, eu poderia caracterizar desta maneira a minha situação pessoal: uma preparação matemática e em física

teórica muito superior à dos meus colegas, mas uma formação experimental altamente deficitária. Isso teve o grande mérito de me ensinar uma coisa fundamental: uma Universidade sem oficinas não é Universidade.

Em tudo aquilo que dizia respeito ao tratamento matemático de dados e ao domínio dos princípios, eu tinha uma boa preparação, ao ponto de ensinar os meus colegas que tinham mais dificuldades, incluindo os próprios ingleses. Depois de ter trabalhado com diversas equipas, acabei integrado na que usava o acelerador van der Graaf. Acontece que todas as experiências sobre a estrutura do núcleo atómico tinham de ser pensadas e os equipamentos construídos e adaptados, com base em componentes constantes, para realizarmos as experiências pretendidas. Imagine o que foi, na altura, ter sido colocado numa equipa que passou semanas a conceber novos equipa-

mentos flexíveis e passar a vida no laboratório a interligá-los a outros sistemas, de modo a prepará-los para uma maior automatização e rendimento de resultados.

Em síntese, o tempo passado em Cambridge permitiu-me aprofundar os meus conhecimentos relacionados com duas questões básicas da Física e que têm grande inter-relação: a estrutura da matéria e a origem do Universo. Concluo o doutoramento em Inglaterra, em princípios de 1957, e regresso a Portugal. Eu sabia que o meu doutoramento não era reconhecido em Coimbra e, por isso, tive que o repetir, em finais desse ano. Como estava prevendo, apresentei uma nova tese com outros dados disponíveis, dado que o meu trabalho em Cambridge foi desde o início desenvolvido na perspectiva de um duplo doutoramento.

P. - Mas o núcleo central foi, nos dois casos, a Física Nuclear?

R. - Em Inglaterra, o doutoramento foi em Física Nuclear. Em Coimbra foi em Ciências Físico-Químicas. Apesar da violência de ter que defender duas teses em tão pouco tempo, as coisas correram-me bem nas duas universidades. Em Portugal havia notas numéricas e deram-me 20 valores, o que era uma coisa rara, e foi mesmo um acontecimento, não só na Universidade, como na própria cidade. E é como doutorado em Ciências Físico-Químicas que ingresso naquela altura na Universidade de Coimbra como primeiro assistente, dado que não havia ainda a designação de professor auxiliar, que foi introduzida por mim, como Ministro da Educação, mais tarde.

P. - E foi, logo a seguir, um dos mais jovens catedráticos portugueses...

R. - Na altura não havia ninguém mais jovem...

P. - Mas também não era muito normal...

R. - Anteriormente não havia muitos exemplos de professor catedrático com 31 anos. Mas temos de ser justos e equilibrados, porque o que aconteceu não se relaciona apenas com o mérito da pessoa mas com as circunstâncias. A progressão na carreira dependia de vagas e era, em regra, muito lenta. Naquele tempo havia um lugar de professor extraordinário de Física na Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra e dois de catedrático.

Foi aberta por essa altura a vaga para professor extraordinário e eu esperava que um colega mais velho que eu estimava, o Prof. Luís Vaz de Sampaio, concorresse, pelo que não tinha qualquer intenção de me candidatar. Mas fui convocado pelo director, que me informa ter havido uma reunião do Conselho da Faculdade: disse-me que havia outros potenciais candidatos e o Conselho colocava-me o problema de que outros concorrentes viriam, a não ser que eu concorresse. Enfim, fizeram uma certa pressão... Acabei por participar, mas não com grande

vontade. Vamos dois candidatos a concurso e somos ambos aprovados em mérito absoluto e eu sou aprovado em mérito relativo. Nessa altura, quando se era aprovado em mérito absoluto, adquiria-se o título de professor agregado. Assim, eu fiquei professor extraordinário, e também com o título de agregado, enquanto o meu colega ficou só como professor agregado.

Abre-se, logo de seguida, o concurso para professor catedrático e acontece a mesma coisa - concorremos os dois e eu continuo a ser aprovado em mérito absoluto e relativo. Nessa altura, ele ocupou o lugar de professor extraordinário, não necessitando de fazer novo concurso. Acabo por ser catedrático em 1959/60 - tinha 31 anos. Foi cedo demais. Como Ministro da Educação criei mais um lugar de professor catedrático de Física em Coimbra, que veio a ser preenchido pelo Prof. Sampaio.

P. - Por que diz que foi cedo demais?

R. - Sinto-me orgulhoso, claro, mas a verdade é que essa rápida progressão teve consequências na minha vida académica.

Em Coimbra, designadamente na Física e na Química, havia uma verdadeira escola de ciências, com uma política científica - o envio para doutoramento, designadamente para universidades inglesas e americanas, de jovens assistentes. Graças a esse movimento, estava a constituir-se uma escola moderna de físicos e químicos, o que era novidade no nosso país. Havia uma ideia, com grande vigor: a internacionalização havia de nos aproximar fundamentalmente da cultura científica anglo-saxónica. Este movimento é seguido mais tarde pela Matemática e também pela Biologia, Geologia, etc., embora mais lentamente. É também o momento em que se verificam grandes investimentos em Coimbra e em que a Fundação Gulbenkian ajuda substancialmente o Laboratório de Física, designadamente com equipamentos para o Centro de Estudos de Física Nuclear.

De 1957 a 1962 dou, naturalmente, aulas na Universidade - Física Atómica, Física Médica, Química Física, Termodinâmica, Mecânica Física, etc. Gostava muito de ensinar.

P. - E reforça, por outro lado, a sua ligação com Mário Silva, que continuava fora da Universidade.

R. - Sim, nesse período fortaleço a minha amizade com o Prof. Mário Silva, embora não pudesse fazer nada em relação a ele, sob o ponto de vista académico. No entanto, ocorreu uma coisa que para mim foi importante. O Prof. Mário Silva nunca mais tinha entrado na Universidade, após a sua demissão, e tinha havido mesmo um incidente desagradável. Certa vez em que tinha entrado na Sala dos Capelos... mandaram dizer-lhe que devia retirar-se. Na altura do meu doutoramento vou ter com o Reitor e manifesto-lhe o meu gosto em que Mário

Silva estivesse presente. Obtenho do Reitor a promessa de que não voltaria a acontecer o que se verificara antes. E é assim que o Prof. Mário Silva entra outra vez na Universidade para assistir às minhas provas e, mais tarde, à entrega das insígnias doutorais.

É claro que episódios como este não podiam fazer desaparecer o meu sentimento de revolta por ver um professor tão notável numa situação tão precária. Voltei a encontrá-lo mais tarde, e então aí já numa situação em que me era possível fazer alguma coisa, reparando um pouco a injustiça... Chamo-o ao meu Gabinete e coloco-o à frente do Museu da Ciência e da Técnica.

P. - Em que circunstâncias participa na criação das Universidades em Angola e Moçambique?

R. - Quando começava a fortalecer a minha vida académica em Coimbra, no prosseguimento dos estudos da estrutura da matéria, é-me oferecido uma *fellowship* para o Massachusetts Institute of Technology (MIT). Quase na mesma altura, há uma mudança na minha vida. O Prof. Marcelo Caetano, Reitor da Universidade de Lisboa, tinha realizado o 1º Curso de Verão em Angola e Moçambique em 1960. No seguimento, o Reitor Braga da Cruz, da minha Universidade, organizou em 1961 o 2º Curso de Verão e, pela primeira vez, vou ao Ultramar. Devo dizer que fiquei perturbado, interrogando-me como era possível que aqueles espaços, com aqueles recursos e meios humanos, não tivessem oportunidades para acelerar o seu desenvolvimento - muito embora aquele fosse um período em que Angola e Moçambique registaram crescimentos do PIB bastante interessantes. Mas faltava a qualificação das populações para conferir bases mais sólidas e estruturadas ao processo de desenvolvimento.

Quando regresso, com o meu voluntarismo, faço aprovar uma moção no Conselho da Faculdade desafiando o Governo a tomar decisões sobre as universidades no Ultramar. O problema estava na berlinda, porque o governador-geral de Angola tinha criado cursos superiores intensivos de três anos, curiosamente de acordo com a actual Declaração de Bolonha, em domínios ligados ao desenvolvimento. A sua iniciativa foi declarada inconstitucional - a criação do ensino superior era prerrogativa do governo central - e o governador-geral foi demitido pelo Ministro do Ultramar, Prof. Adriano Moreira. Na sequência dessa confusão são criados os Estudos Gerais de Angola e Moçambique. O Ministro do Ultramar vem também a ser demitido, devido ao conflito.

No entanto, a designação de Estudos Gerais teve consequências perversas, pois, embora esse nome historicamente se relacione com a criação da Universidade, o entendimento generalizado era que, não lhes chamando universidades, não passavam de instituições incompletas, o que

era uma vitória das forças mais conservadoras. E, assim, muitos adquiriram a convicção de que os Estudos Gerais não teriam cursos completos que concedessem graus académicos, com o argumento de que, para se ser engenheiro, médico, ou agrónomo português, tinha de se frequentar uma universidade no Continente.

P. - Mas, entretanto, surgiu o convite para Reitor.

R. - Sou convidado para Reitor dos Estudos Gerais no Verão de 1962. De princípio aceitei, mas depois comecei a pensar mais seriamente no assunto. O Prof. Adriano Moreira tinha sido demitido e eu considerava-me liberto do meu compromisso em relação ao convite feito por indicação de Braga da Cruz. Preparo-me para ir para o MIT. Mas sou novamente contactado, agora pelo Presidente do Conselho, Dr. Oliveira Salazar. A conversa coloca-me numa situação eticamente complicada. O que ele basicamente me disse foi que muitos dos meus colegas estavam a ser chamados para prestar serviço militar no Ultramar - eu tinha pouco mais de 30 anos e tinha-me libertado em 1957 do serviço militar -, fazendo um enorme sacrifício durante dois anos. Por outro lado, eu havia desafiado o governo a criar universidades... Era evidente que não podia recusar e aceitei com a ideia de que seria por dois anos, mas com um desgosto enorme de não ir para os EUA continuar a carreira de físico. Agarrei-me ainda à ideia de que poderia recuperar o tempo perdido. Só que o desafio foi de uma dimensão muito grande: eu fui um protagonista muito isolado. Foi uma luta sem quartel entre as forças conservadoras e as populações que tinham menos voz, mas sentiam que eram necessárias universidades de corpo inteiro, que formassem os técnicos e diplomados necessários ao desenvolvimento.

Foi uma luta terrível, em que muitos argumentos foram usados, onde a censura actuou de uma forma desproporcionada e até houve ameaças de expulsão da Província. Essa luta tinha um momento decisivo: os anos académicos iam progredindo por publicação de portarias anuais, mas chegados ao terceiro ano era decisiva a autorização para funcionamento dos anos seguintes...

Devo dizer que a conversa que tive com o Dr. Salazar foi providencial porque - sem que eu tivesse qualquer ligação com a natureza política do regime - ele gostava de conversar comigo quando eu vinha ao Continente. Em 1965, concedeu-me uma conversa de quatro horas, na qual tivemos um longo debate. No final, e ao contrário da vontade dos salazaristas, Salazar decidiu a favor da criação das universidades no Ultramar. O sucesso futuro só foi possível mercê de uma equipa de eleição. Muitos dos seus membros vieram a ser obreiros das novas Universidades do Minho, de Aveiro, Évora, Nova de Lisboa, Algarve...

P. - Essa luta foi tanto académica como política ...

R. - Havia uma ideia básica, a que estava subjacente uma pedrada no charco da inoperância. Os políticos mais conservadores perguntavam: como seria possível fazer naqueles territórios, que não têm gente qualificada, universidades com gente qualificada? Afastavam uma grande aposta nos jovens com capacidade que concluíam os cursos nas universidades portuguesas e nos cientistas portugueses no estrangeiro... Essa aposta veio a inserir-se num programa estratégico de formação de doutores e que conduziu a um facto de que me orgulho muito: em sete anos, com o apoio da Universidade de Moçambique, doutoraram-se nos melhores centros - americanos, ingleses e alguns franceses - mais jovens nas áreas do conhecimento que eram ministradas do que em 40 anos na totalidade das universidades metropolitanas. Essa avalanche de gente qualificada constituiu o grande instrumento de sucesso da Universidade em Moçambique. Esta política de confiança nos jovens seria prosseguida nas universidades novas quando foram criadas em 1973.

P. - Quando regressa à Europa, a sua carreira académica volta a ser de novo adiada...

R. - Eu tinha decidido, por uma questão de brio pessoal, que só abandonaria Moçambique quando tivesse entregue os primeiros diplomas a novos engenheiros, médicos, agrónomos, professores. Nessa altura, consciente e amargurado com o nosso atraso, fazia discursos muito violentos em que proclamava que o Ensino Superior tinha atingido um nível de ruptura. Quando sou convidado, em plena primavera marcelista, pelo Ministro da Educação, aceitei o desafio.

P. - Sem hesitar?

R. - O Dr. Salazar já me tinha antes manifestado a intenção de eu ir para o governo, mas eu estava ciente de que, nesse clima político, não poderia negociar uma abertura irreversível para a democratização do ensino, o direito à educação, a igualdade de oportunidades, a reforma para a modernização...

P. - A situação mudou com Marcelo Caetano?

R. - Estamos na altura da ala liberal (1970) e pus um conjunto de condições relacionadas com uma era de mudança, a qual foi claramente assumida pelo Prof. Marcelo Caetano. Ele aceitou-as sem limitações e, inclusivamente, também permitiu a colaboração de pessoas de ideologias diferentes. Uma condição circunstancial logo colocada por mim relacionou-se com a resolução imediata do problema de Coimbra, na sequência da crise de 1969. Essa situação foi ultrapassada, todos os processos foram arquivados, e iniciou-se o processo de reforma dos anos 70.

P. - A sua carreira académica terminou com esse envolvimento na vida política?

R. - Durante o período de sete anos em que fui reitor até 1970 ainda consegui arranjar tempo para dar aulas, dinamizando um grupo de assistentes e apoiando projectos internacionais interessantes com os EUA e a África do Sul. Como ministro, não havia hipótese nenhuma, infelizmente. Estudava política social e educativa...

P. - Considera a reforma do ensino que tem o seu nome a sua maior obra?

R. - Não faço juízos de valor... Construir uma universidade de raiz foi uma obra magnífica. Se tenho alguma virtude é a de querer construir, de privilegiar a decisão, o marcar objectivos, o que me coloca na mira de polémicas por vezes complicadas, em regra evitadas de intrigas e invejas. Sou facilmente acusado de megalomania. Nunca deixei um tostão de dívida...

Mas em Coimbra, em Moçambique ou na Educação o traço comum é a criação de equipas de jovens de valor a quem se abrem as portas... Orgulho-me dessas equipas.

P. - Mas refere-se também às críticas que lhe fazem de colaboração com o regime anterior ao 25 de Abril?

R. - Na reforma educativa fui acusado de querer destruir o regime. Outros acusavam-me de trair o regime. Ora, o que eu queria era modificar o regime através da educação. Aquilo que eu pensava está escrito em discursos: eu defendia a necessidade de abertura para uma democracia ocidental e isso está expresso nos livros que publiquei naquela altura...

Sendo Portugal o país que era e com o regime que tinha, a OCDE apresentava como exemplar a reforma da educação e há vários testemunhos de governantes de países europeus e dos EUA... Apesar do isolamento político do país, os países democráticos convidavam o Ministro da Educação para reuniões internacionais, ou seja, o meu relacionamento com esses países no âmbito educativo era absolutamente fora do contexto do regime. Tenho orgulho em ter sido ministro da Educação em 1970-74 e respondendo por todos os meus actos. Tenho orgulho nos professores que readmiti e em todos os que foram contratados independentemente das suas ideologias políticas... É uma história para contar em breve.

Tenho pena que o Prof. Marcelo Caetano, numa luta entre a razão e o coração, tenha sido vencido pelo coração e não tenha tido capacidade de decisão para enfrentar as forças conservadoras da altura.

Depois de ter sido ministro da Educação fui embaixador de Portugal na ONU logo após a revolução de 25 de Abril. Pedi a demissão após o 11 de Março, fui saneado da vida pública e permaneci quatro anos nos Estados

Unidos. Em vez de ter voltado para a Física e para o MIT, fui para a Universidade de Yale e para o Lesley College, dedicando-me ao estudo comparativo dos sistemas educativos no mundo.

Mais tarde viria o LNETI, causador de novas invejas, o Ministério da Indústria e Energia, o Ministério da Defesa Nacional; mais histórias polémicas, como sempre a dar saúde à vida...

P. - A reforma agora anunciada para o Secundário coloca disciplinas como a Física e Química em situação delicada, ao dar-lhes um carácter opcional. Concorda?

R. - Eu não conheço bem a reforma do Ensino Secundário. No entanto, se essa reforma se traduz em subalternizar a Física e a Química, disciplinas fundamentais para a formação dos jovens portugueses, isso significaria que nos atrasaríamos mais uma década do que aquilo que já estamos. A Física e a Química são essenciais para a maturação das pessoas e não vejo como é possível num país, nos tempos de hoje, minimizar não só os ensinamentos, mas também a formação que se adquire deles. Só por ignorância da evolução da sociedade do conhecimento é que se cometeria tal "barbárie"... Não acredito.

P. - Tem estudado ultimamente as universidades portuguesas. Que linhas de força destaca, tanto ao nível do diagnóstico como da terapêutica a adoptar?

R. - Tomemos duas ou três ideias simples. A primeira, que temos como base, é que a expansão do Ensino Superior é algo de que nos podemos orgulhar. É o que eu sinto quando vou ao Minho, Aveiro, Évora, quando vejo a Universidade Nova de Lisboa e outras instituições politécnicas e universitárias.

Por outro lado, a expansão errática do ensino privado resulta da incapacidade do Estado de cumprir os seus deveres, após o fenómeno de democratização iniciado nos anos 70. O Estado adormecido, quando deu conta de que não estava preparado para corresponder ao desafio, permitiu que se desse o nome de instituições de ensino superior a "coisas" que traduzem outras realidades, respondem a outros fenómenos e têm outros objectivos.

Com uma expansão pública determinada por eleições e uma expansão errática privada, criou-se um desequilíbrio no binómio quantidade/qualidade que é necessário corrigir. A correcção não se faz através de regimes proibitivos, mas através da definição de *standards* e de indicadores universalmente aceites, que permitam regular e qualificar estruturas em vários domínios - no âmbito dos cursos, das unidades orgânicas, e das instituições, tendo em atenção o seu desempenho. Mas só será universidade quem realizar investigação e for oficina experimental ou cultural... É preciso classificar essas instituições com indicadores de

qualidade, os quais se justificam hoje com urgência. Se tal se não cumprir, o que se passa vai-nos minimizar perante a Europa e terá consequências terríveis.

O terceiro ponto diz respeito a desafios da sociedade do conhecimento: há muitos desafios novos. Sem prejuízo de reconhecer que temos núcleos de excelência como nunca tivemos, também não deixo de reconhecer a passividade das universidades perante os desafios novos. Eu não posso compreender que as universidades se limitem a posições defensivas perante o poder político e esgotem todos os seus argumentos em problemas circunstanciais e de curto prazo; e que não sejam capazes de se assumirem como consciência crítica da nação, de divulgarem grandes modelos de desenvolvimento e de os colocar ao poder político e à sociedade. A universidade não deve ser apenas prestadora de serviços; deve ser um grande espaço de liberdade de criação. Essa é a minha universidade.

P. - E no campo específico da Física, que aspectos destacaria como mais relevantes?

R. - Há, talvez, uma exagerada multiplicidade de cursos de Física que não têm programações estratégicas nem correspondem à evolução do saber e da qualidade. Deixa-se pensar na racionalização e na constituição de redes de ensino e investigação de Física que permitam, no seu conjunto, maior eficácia no desempenho e dimensão crítica. Por outro lado, a Física tem o privilégio de ser a disciplina mais próxima da Filosofia - devo dizer que me orgulho do meu primeiro artigo se intitular "A Física Atómica e os Gregos". É mais uma razão para não ser eliminada da formação dos portugueses. Porque a Filosofia e a Física obrigam-nos a pensar em grandes problemas comuns - penso na origem do Universo e da vida. É um erro estratégico não explorar esta via de pensamento, essencial ao nosso futuro e à compreensão da sociedade do conhecimento. Ao aceitar a existência destas questões básicas, seria grave que ninguém as estude e cultive. Por outro lado, na vida prática, a Física é uma área determinante para qualquer sociedade civilizada. Há inúmeras tarefas que têm relações com a Física, como sejam a instrumentação e a medida; as empresas inovadoras têm de medir a qualidade e os impactos ambientais. A Física está presente nas fases mais avançadas do desenvolvimento; é certo que ainda não nos encontramos nessas fases, mas temos de nos preparar para o futuro. O Estado e as empresas têm de ter a noção que, para poderem subsistir, têm que dar cada vez mais importância à criatividade e inovação. Nesse sentido, a Física é uma área singular do conhecimento. Se queremos adormecê-la quando ainda está numa fase tão embrionária prestamos um péssimo serviço ao país.

Cinquenta anos de DNA

Medir o envelhecimento de tijolos

Redes de vasos sanguíneos

Menor emissor de luz sólido

Aumento do número de alunos

Teoria da matéria negra

DNA como combustível para nanomáquinas

Algumas destas notícias foram adaptadas das "Physics News" do American Institute of Physics.

A "Gazeta" agradece aos seus leitores sugestões de notícias do mundo da Física. gazeta@teor.fis.uc.pt

FÍSICA NO MUNDO

CINQUENTA ANOS DE DNA

Uma das maiores revoluções na ciência ocorreu em 25 de Abril, mais precisamente em 25 de Abril de 1953: foi a descoberta da estrutura do DNA (ácido desoxiribonucleico, em português ADN) pelo norte-americano James Watson e pelo inglês Francis Crick. O evento, do qual se comemoraram os 50 anos, ocorreu na cidade inglesa de Cambridge.

Muita gente pensa que o DNA foi descoberto por Watson e Crick. Nada de mais falso. Em 1953 o DNA já era conhecido há muito tempo: desde finais do século XIX. A meio do século XX suspeitava-se que o DNA podia ser o suporte material dos genes, um conceito então abstracto. Havia quem julgasse que podiam ser as proteínas a desempenhar essa função (o jovem Watson pensava, de facto, que o DNA era a sede dos genes, mas o seu colega mais velho, Crick, pensava antes que essa sede estava nas proteínas). O que aqueles investigadores descobriram há cinco décadas foi a estrutura da molécula do DNA, a famosa dupla hélice que constitui um ícone da biologia moderna. Num breve artigo publicado na revista inglesa "Nature", Watson e Crick incluíram um esquema simples e a preto e branco da dupla hélice. Na altura do aniversário aquela publicação fez um número especial, que relata os espantosos progressos desde então. A revista "Time" também não se esqueceu de ilustrar a sua capa com a mesma molécula, agora em versão colorida. O DNA saltou das revistas científicas para as nossas vidas.

Vale a pena citar o início do artigo da "Nature", sendo de sublinhar o cuidado com que a proposta da estrutura é apresentada:



"Queremos sugerir uma estrutura para o sal do ácido desoxiribonucleico (DNA). Esta estrutura tem características novas com um considerável interesse biológico".

Considerável talvez fosse dizer pouco. Crick exclamou na altura: *"Descobrimos o segredo da vida!"* E vale a pena também referir o fim do artigo, que deixa no ar a proposta sobre o modo como a dupla hélice se divide e, portanto, o material genético se prolonga:

"Não escapou à nossa atenção que o emparelhamento específico que postulámos imediatamente sugere um possível mecanismo de cópia para o material genético".

Uma das hélices serve mesmo de molde no processo de duplicação genética, conforme foi mais tarde comprovado. Hoje sabe-se isso e muito mais: professa-se o chamado dogma da genética molecular – o modo como a informação dos genes (que são, afinal, segmentos do DNA) passa para as proteínas através do RNA mensageiro (o RNA é um outro ácido nucleico). E conhecem-se as excepções ao dogma.

A história da descoberta do DNA está contada na primeira pessoa por James Watson no livro *"A Dupla Hélice"* (publicado pela Gradiva). É uma história que vale a pena ler, pois ilustra, como poucas, a ciência em acção, com tudo o que ela tem de melhor e de pior. No final do seu artigo, Watson e Crick agradecem a Maurice Wilkins e a Rosalind Franklin, seus colegas do Kings College de Londres, que perseguiram o mesmo problema segundo uma via experimental.

Wilkins, que partilhou o prémio Nobel da Medicina e Fisiologia em 1962 com Watson e Crick, foi o responsável por ter mostrado a Watson algumas fotografias de raios X de cristais de DNA que tinham sido tiradas por Franklin (Watson confessou que nessa altura *"o queixo lhe caiu e o coração começou a pulsar mais rápido"*). É bem conhecida a infelicidade da jovem Franklin, que morreu em 1958 (de cancro, com apenas 37 anos) sem ter tido a possibilidade de ver reconhecida a sua importante quota-parte na descoberta.

Certo é que sem o paciente trabalho com raios X de Franklin não teria havido tão cedo conhecimento da dupla hélice. Não é demais realçar o papel dessa química formada em Cambridge e especialista em cristalografia. Ela é hoje especialmente recordada pelas feministas (talvez por ter sido tão mal tratada por Watson no seu livro). Assinalável foi a maneira como ela aceitou, sem azedume nem rancor, um papel menor na história: limitou-se a escrever um artigo no mesmo número da *"Nature"* apresentando dados que corroboravam o modelo de Watson e Crick.

Os raios X, uma técnica da Física, estão pois na base da grande revolução na Biologia no século XX. Não é demais insistir no papel que a Física teve no alvorecer da Biologia Molecular. Ao fim e ao cabo, a estrutura do DNA foi decifrada num dos "santuários" da Física: o Laboratório Cavendish da Universidade de Cambridge. Precisando mais, uma unidade de investigação biológica (mais tarde baptizada Laboratório de Biologia Molecular) foi, nos anos 40, fundada como um anexo ao Cavendish, pelo

físico William Lawrence Bragg, um cristalógrafo que foi Prémio Nobel da Física juntamente com o seu pai. Bragg, com grande visão, contratou então Max Perutz, que por sua vez recrutou John Kendrew e Francis Crick (Perutz e Kendrew identificaram a estrutura de importantes proteínas e ganharam também o Nobel). Por sua vez, Crick, que era físico de formação, chamou Watson, um zoólogo que começou a sua carreira pela ornitologia, e Sydney Brenner, um médico (Prémio Nobel em 2002). Um dos grandes nomes que apareceu também no Laboratório de Biologia Molecular de Cambridge nos anos 60 foi Frederick Sanger, que recebeu dois prémios Nobel da Medicina, um em 1958 pelos seus trabalhos sobre a insulina (uma proteína) e outro pela técnica de sequenciação do DNA em 1980 (poucas pessoas se podem gabar de ter recebido dois Nobel: na Física o único caso é o de John Bardeen, que recebeu um prémio pelo transistor e outro pela teoria da supercondutividade).

Enfim, Cambridge é um viveiro de Prémios Nobel... Essa cidade universitária pode gabar-se de ter hospedado a nata da biologia molecular, além de ter hospedado a nata da Física. Não esqueçamos que Newton foi professor em Cambridge e que foi aí, no Laboratório Cavendish, que foi descoberto o electrão em 1897, por J. J. Thomson, e o núcleo atómico em 1911, por Ernest Rutherford.

E qual vai ser o futuro do DNA? Em 2003 foi completada a sequenciação do genoma humano, conseguida com uma grande colaboração (Projecto do Genoma

Humano, que no seu início foi dirigido por Watson). E abrem-se as perspectivas para outrora inimagináveis aplicações: hoje já se fazem rapidamente "chips" de DNA de um dado indivíduo que, lidos informaticamente, permitem detectar doenças. Vários tipos de cancro poderão ser antecipados. Com a tecnologia de diagnóstico por DNA talvez o cancro de Rosalind Franklin tivesse sido vencido e ela tivesse vivido o tempo suficiente para ir à Suécia receber o seu merecido prémio...

Carlos Fiolhais
tcarlos@teor.fis.uc.pt

MEDIR O ENVELHECIMENTO DE TIJOLOS

Engenheiros e cientistas de materiais sabem há muito que os tijolos de barro e outras cerâmicas cozidas se expandem à medida que envelhecem devido à absorção de água da atmosfera.

No entanto, estudos sobre a expansão dos tijolos pela humidade têm-se limitado a tijolos recém-cozidos abrangendo por isso curtos intervalos de tempo.

Agora investigadores da Universidade de Manchester, do Instituto de Ciência e Tecnologia e da Universidade de Edimburgo, na Grã Bretanha, estudaram experimentalmente a expansão de tijolos ao longo de períodos que remontam ao tempo dos Romanos, há cerca de 1900 anos. Eles concluíram que a expansão de tijolos é governada por uma lei de potência. Especificamente, os tijolos expandem-se proporcionalmente ao tempo elevado à potência $1/4$, em contraste com a expansão logarítmica com o tempo que era prevista pelos estudos relativos a intervalos menores.

Os investigadores propõem que a lei de potência na expansão devida à humidade é consistente com o facto de as cerâmicas absorverem água que se difunde através de passagens à escala atómica.

Esta nova teoria deverá ajudar a construir estruturas de tijolo que se mantenham durante um século ou mais, ao permitir que os engenheiros levem em conta a expansão que, de outro modo, originaria falhas.

A referida lei de potência também poderá ser útil à arqueologia na datação de tijolos e de cerâmicas. Por exemplo, os arqueólogos poderão medir as dimensões de um fragmento de cerâmica e aquecê-lo, evaporando qualquer humidade que possua, para determinar o seu tamanho quando foi cozido pela primeira vez. A idade de uma amostra poderá ser inferida pela contração quando a cerâmica seca.

(M. A. Wilson *et al.*, *Physical Review Letters*, 28 de Março de 2003)

REDES DE VASOS SANGUÍNEOS

Um novo modelo matemático está a conduzir a novas conclusões sobre a formação de redes de vasos sanguíneos. O modelo, proposto por investigadores de várias instituições italianas, reproduz correctamente estruturas vasculares formadas por células espalhadas aleatoriamente numa matriz de gel.

Certos estímulos químicos instigam as células a migrar e a agregarem-se em grupos. Abaixo de uma determinada densidade celular, o modelo e as experiências que ele descreve mostram como são criados muitos grupos desconexos.

Acima da densidade crítica conhecida como o limite de percolação, forma-se um grupo fluorescente de células interligadas a grandes distâncias.

Precisamente no limiar da percolação, tal grupo exhibe uma estrutura fractal com a dimensão fractal de 1,9 (a dimensão fractal define a porção do espaço que será preenchido; para um recipiente de gel a duas dimensões, a superfície será completamente coberta se a dimensão fractal for 2).

Tanto a experiência como o novo modelo mostram que a dimensão fractal é diferente quando as células são observadas a diferentes escalas. Em escalas de 0,8 mm ou menos, a dimensão fractal das redes de células decai para cerca de 1,5. Os investigadores julgam que essa alteração de dimensão pode fornecer informação sobre a dinâmica que deu origem à formação de redes celulares.

A concordância entre modelo e experiências "in-vitro" (com meios de crescimento em gel) sugere que, brevemente, iremos conhecer melhor como se formam as redes vasculares em seres vivos e também a formação vascular patológica que está associada a certos cancros e outros males.

(A. Gamba *et al.*, *Physical Review Letters*, 21 de Março de 2003)

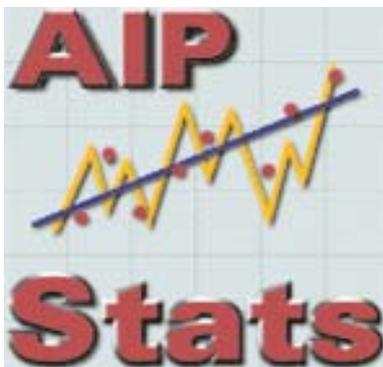
MENOR EMISSOR DE LUZ SÓLIDO

O menor emissor de luz sólido, produzido por Phaedon Avouris e seus colegas da IBM, consiste num nanotubo de carbono de parede única preso entre dois eléctrodos e controlado por um terceiro. A componente mais importante deste minúsculo transistor é um nanotubo de apenas 1,4 nm de diâmetro concebido para ser um semiconductor. Nesta "arena", electrões vindos de um dos eléctrodos encontram "lacunas" com carga positiva providas do outro eléctrodo. Quando as duas espécies se encontram, combinam-se emitindo um pequeno clarão. Esta luz é convenientemente concebida para ter um comprimento de onda de 1,5 microns, invisível a olho nu mas perfeita para aplicações fotónicas.

Mas porquê usar nanotubos quando um semiconductor maior (e mais grosseiro) seria igualmente capaz de produzir luz? Por causa da eficiência energética potencialmente maior e da compactidade da região emissora de luz. A emissão de luz a partir de uma única molécula já tinha sido observada antes, mas não num contexto de ligações de estado sólido. O nanotubo parece ser robusto; suporta 6 microamperes de corrente para uma densidade de corrente de mais de 100 milhões de amperes por centímetro quadrado.

(Misewich *et al.*, *Science*, 2 de Maio de 2003.)

AUMENTA O NÚMERO DE ALUNOS DE FÍSICA



O número de alunos que entram na pós-graduação em Física tem vindo a aumentar nas universidades norte-americanas, como mostra o novo estudo do American Institute of Physics (AIP). O número de alunos que entrou na pós-graduação em Física/Astronomia no ano de 2000 (2697) foi cerca de 5 por cento maior do que o recente mínimo em 1997. (Em números ainda mais recentes para 2003, a publicar em breve, o número de alunos do primeiro ano é cerca de 15% maior do que em 1997.)

Em 1999-2000, no grupo do primeiro ano, o número de estudantes estrangeiros (52 por cento) ultrapassou o de estudantes norte-americanos (48 por cento) e a maior afluência estrangeira foi de estudantes chineses (25 por cento), com os provenientes da Europa de Leste a chegar aos 22 por cento, uma proporção significativa tendo em conta os meros 5 por cento no início da década de 80.

As mulheres constituíam 19 por cento dos alunos inscritos no primeiro ano da pós-graduação em Física e 29 por cento dos inscritos em Astronomia.

A idade é também um factor relevante: cerca de 64 por cento dos estudantes estrangeiros tinham 24 anos ou mais quando começaram a pós-graduação em Física, ao passo que esse número é só de 41 por cento para os estudantes norte-americanos. Que espécie de saída profissional é esperada por estes alunos? A maioria confessou que a sua ambição era obter um emprego académico.

("Graduated Student Report: First-Year Students in 1999 and 2000," preparado pelo Statistical Research Center da AIP; ver <http://www.aip.org/statistics>)

TEORIA DA MATÉRIA NEGRA



A teoria convencional da matéria escura obteve recentemente um forte apoio através de um novo conjunto de observações divulgadas por cientistas do Sloan Digital Sky Survey (SDSS) num encontro efectuado nas Ilhas Canárias, Espanha. Uma das principais razões que leva a acreditar na existência de matéria não-luminosa é que os movimentos de galáxias dentro de aglomerados de galáxias e os movimentos de matéria em redor de galáxias parece desafiar a mecânica celeste convencional.

Ou grandes quantidades (e não convencionais) de massa adicional se escondem na proximidade das galáxias (teoria da matéria escura), ou as conhecidas leis da física precisam de ser revistas (teoria conhecida como "Modified Newtonian Dynamics", ou MOND).

Com um escrutínio efectuado com um subsistema de 3000 galáxias (do inventário da Sloan de 250 000 galáxias) que têm galáxias satélite, o perfil que os investigadores efectuaram das velocidades dos satélites abona a teoria da matéria escura em detrimento da MOND.

(Ver *website* da Sloan em <http://www.sdss.org>)

DNA COMO COMBUSTÍVEL PARA NANOMÁQUINAS

Mais do que o esquema da vida, o DNA está a revelar-se em dos materiais mais versáteis em nanotecnologia. Uma molécula de DNA é constituída por 4 blocos - as bases químicas A, C, G e T.

Nanotecnólogos aproveitaram o facto de poderem obter cordões de DNA com qualquer sequência de bases para criarem cordões que se ligam para obter novas estruturas. G combina-se sempre com C; A é, do mesmo modo, complementar a T. Investigadores dos Bell Labs/Lucent Technologies e da Universidade de Oxford já tinham construído curtos cordões de DNA sintético que ligaram para criar uma máquina molecular simples - um par de pinças moleculares que podiam ser abertas e fechadas juntando mais cordões de DNA. Agora conceberam um combustível a partir de anéis de DNA que servem de fonte energética em motores moleculares.

Os anéis reagem muito lentamente a não ser que esteja presente um cordão de DNA especialmente desenhado para catalizar a reacção forçando os anéis a abrir. Os investigadores propõem que este princípio também seja usado para construir um motor molecular que iria funcionar como um catalizador, abrindo dois anéis de DNA complementares. Os anéis abertos ligar-se-iam um ao outro exercendo uma força que faria com que o motor rodasse ou se movesse ao longo de determinado percurso. O motor consumiria lentamente o combustível de DNA, funcionando de forma autónoma até aquele se esgotar.

Outras aplicações possíveis para motores moleculares artificiais incluem nanopassadeiras que transportem carga molecular numa linha de montagem em nanoescala.

(Turberfield *et al.*, *Physical Review Letters*, 2003)

Teleciência 2002 em Vila do Conde

Euroensors XVII em Guimarães

Actividades do Centro Ciência Viva de Vila do Conde

Cursos de curta duração no Porto

Workshop de Cosmologia no Porto

Banda desenhada no Museu de Física de Coimbra

Observações astronómicas em Coimbra

XIII Encontro Nacional de Astronomia e Astrofísica

Escola de Verão sobre o Sistema Solar

Debate em Lisboa

Tertúlia na Livraria Almedina

6º Encontro Nacional de Química-Física

XI Encontro da Sociedade Portuguesa de Materiais

XX Simpósio sobre Feixes Moleculares

FCT/UNL abriu as portas a alunos do secundário

Mestrado em Imagiologia Médica em Faro

9ª Conferência Anual de Gestores de Ciência

Conferências sobre Radiação no Funchal

Ciência Viva nas férias

Mudanças do Ensino Superior

Contra financiamento público de astrólogos

Seminário sobre Educação Científica em Madrid

A "Gazeta" agradece o envio de notícias para esta secção
gazeta@teor.fis.uc.pt

FÍSICA EM PORTUGAL

TELECIÊNCIA 2002 EM VILA DO CONDE



Organizado pelo Centro Ciência Viva de Vila do Conde (<http://viladoconde.cienciviva.pt>) no seu auditório, realizou-se entre 1 e 4 de Julho passados uma exibição de filmes vencedores, em 2002, do Festival Teleciência – Festival Internacional do Filme Científico. Esta iniciativa, com entrada livre, decorreu em simultâneo com o Festival de Curtas Metragens.

Entretanto, durante os meses de Julho e Agosto esteve patente ao público no mesmo centro (Av. Bernardino Machado, 96) a exposição itinerante de relógios de sol "As sombras do tempo".

EUROSENSORS XVII EM GUIMARÃES

O Departamento de Electrónica Industrial da Escola de Engenharia da Universidade do Minho realiza o Euroensors XVII de 21 a 24 de Setembro no Campus de Azurém da Universidade do Minho (Guimarães). Esta conferência é a mais importante a nível europeu na área dos sensores.

Informações e esclarecimentos complementares em <http://www.euroensores.org>.

ACTIVIDADES DO CENTRO CIÊNCIA VIVA DE VILA DO CONDE

"O Mundo da Holografia" foi o tema da palestra que Pedro Pombo proferiu no Centro Ciência Viva de Vila do Conde no passado dia 8 de Maio. No dia 28 do mesmo mês, foi a vez de Alfredo Campos da Costa realizar uma palestra sobre "Os sismos e o património edificado". Finalmente, a 5 de Junho, uma equipa constituída por José Salgado, Maria Luísa Botelho, Luís Ferreira, Sandra Cabo Verde e Helena Casimiro, do Instituto Tecnológico e Nuclear, animaram um debate sobre o tema "Tecnologias de Radiação: o futuro radiante".

O Clube de Ciências do mesmo Centro obteve o 2º prémio a nível nacional do 15º Concurso Europeu para Jovens Cientistas, com um trabalho de três jovens membros intitulado "Meteorologia Artesanal".

CURSOS DE CURTA DURAÇÃO NO PORTO



O Centro de Materiais da Universidade do Porto (CEMUP) promove até ao final do corrente ano dois cursos de curta duração. O primeiro realiza-se no dia 29 de Setembro e incide sobre "Caracterização Morfológica e Microanalítica de Superfícies e Interfaces" (microscopia electrónica de varrimento e

microanálise por raios X – SEM/EDS; análise de superfícies por espectroscopia de electrões – XPS e AES). O segundo curso, a realizar em 9 de Dezembro, é sobre "Análise Quantitativa de Imagem na Caracterização de Microestruturas de Materiais" por microscopia óptica e microscopia electrónica de varrimento. Para obter mais informações, os interessados podem consultar

<http://www.cemup.up.pt>.

WORKSHOP DE COSMOLOGIA NO PORTO

No âmbito da participação portuguesa na rede COSLAB (Cosmology in the Laboratory), da European Science Foundation, teve lugar no Porto, no passado mês de Maio, um workshop intitulado "Cosmological Phase Transitions and Topological Defects". Aberta à comunidade científica portuguesa e à participação de alunos (doutoramento, mestrado ou dos últimos anos de licenciaturas relevantes), a iniciativa teve três oradores convidados – Paul Shellard (Universidade de Cambridge), Arttu Rajantie (Universidade de Cambridge) e Ray Rivers (Imperial College) – que realizaram dois seminários pedagógicos cada um.

Este encontro foi preparatório da 3ª reunião COSLAB em Bilbao (Espanha), em Julho, e do *workshop* COSLAB Testing Defect Formation Theories, em Vietri (Itália), em Setembro. O encontro foi apoiado pelo Centro de Astrofísica e pelo Departamento de Matemática Aplicada da Universidade do Porto, e pelo Grupo de Detectores de Astropartículas do Centro de Física Nuclear da Universidade de Lisboa.

BANDA DESENHADA NO MUSEU DE FÍSICA DE COIMBRA

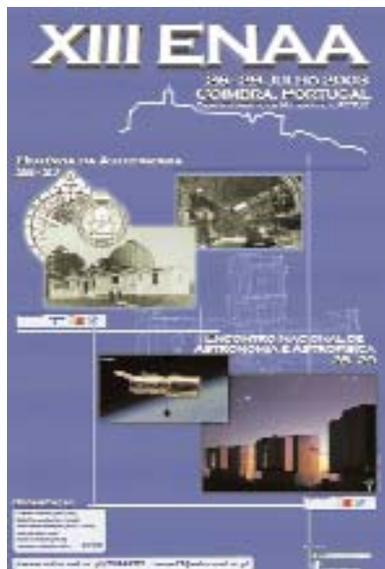
"Coimbra na Banda Desenhada" é o tema de uma exposição que está patente até 14 de Setembro do corrente ano no Museu de Física da Universidade de Coimbra. Comissariada por João Miguel Lameiras, João Ramalho Santos e João

Paiva Boléo, esta mostra integra-se no programa de Coimbra 2003, Capital Nacional da Cultura, e visa concretizar a ligação entre a cidade e os quadradinhos através de dois núcleos principais. O primeiro é centrado no livro "O Segredo de Coimbra", de Étienne Schréder (edição portuguesa da ASA), obra que parte do espólio do Museu de Física para construir uma imagem onírica da cidade. O segundo núcleo reúne os mais significativos exemplos da presença de Coimbra em obras de banda desenhada portuguesa e estrangeira.

OBSERVAÇÕES ASTRONÓMICAS EM COIMBRA

O Ciclo de Observações Astronómicas de 2003, a decorrer no Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra (OAUC, em Almas de Freire, Santa Clara), terminou em 4 de Julho. As observações realizaram-se entre as 21 e as 24 horas, com a entrada livre. As sessões anteriores realizaram-se nos dias 7 de Março, 4 de Abril, 9 de Maio e 6 de Junho. Também em Coimbra, numa iniciativa organizada pelo OAUC, pelo Centro de Física Computacional (CFC) e pelo Laboratório de Instrumentação e Física de Partículas (LIP-Coimbra), Nuno Santos, do Centro de Astronomia e Astrofísica da Universidade de Lisboa, deu uma palestra no passado mês de Maio sobre "Planetas extra-solares: chaves para os mecanismos da formação planetária". Tal palestra integrou-se num ciclo de conferências mensais sobre Astronomia e Astrofísica, que se realizou pelo segundo ano consecutivo. Recorde-se que Nuno Santos fez parte da equipa suíça que encontrou o primeiro planeta extra-solar.

XIII ENCONTRO NACIONAL DE ASTRONOMIA E ASTROFÍSICA



Coimbra é a cidade escolhida para palco do XIII Encontro Nacional de Astronomia e Astrofísica (ENAA), que vai decorrer entre 26 e 29 de Julho, organizado pelo Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra e pela Sociedade Portuguesa de Astronomia. Na edição deste ano, haverá um encontro sobre história da Astronomia, organizado pelo Seminário da História da Matemática da Sociedade Portuguesa de Matemática.

O ENAA é uma reunião anual vocacionada principalmente para o contacto e troca de experiências entre investigadores e estudantes portugueses na área da Astronomia e Astrofísica. Para informações mais detalhadas, consultar <http://www.astro.mat.uc.pt/ENAA XIII>.

ESCOLA DE VERÃO SOBRE O SISTEMA SOLAR

A 3ª Escola de Verão Interdisciplinar sobre o Sistema Solar (EVISS) vai realizar-se nas instalações do Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra, entre 4 e 10 de Agosto próximo. O objectivo desta reunião (ver <http://www.oal.ul.pt/-eviss>) é informar e interessar os jovens estudantes no estudo do Sistema Solar, tema de carácter interdisciplinar que assume particular

relevância no quadro da adesão de Portugal à Agência Espacial Europeia (ESA) e ao Observatório Europeu do Sul (ESO). Os destinatários desta escola são estudantes de Astronomia e Astrofísica, Física, Biofísica, Geofísica, Geologia, Matemática, Matemática Aplicada, Química e Engenharia interessados nas Ciências Espaciais e Planetárias e que se encontrem nos últimos anos da licenciatura, no mestrado ou nos primeiros anos de doutoramento.

As duas anteriores edições decorreram nas cidades de Coimbra e Lisboa, respectivamente em 1999 e 2001.

DEBATE EM LISBOA

O Centro de Astronomia e Astrofísica da Universidade de Lisboa realizou em Maio passado um debate sobre "As conquistas da Ciência nos próximos 100 anos", que decorreu no Observatório Astronómico de Lisboa (OAL).

Participaram no encontro, moderado por João Lin Yun (OAL/FCUL), João Caraça (Fundação Calouste Gulbenkian), José Francisco Rodrigues (DM/FCUL), Manuel Collares Pereira (INETI), Nuno Guimarães (DI/FCUL), Rui Malhó (DBV/FCUL) e José Afonso (OAL/FCUL). Este debate inseriu-se no ciclo de debates "Terrestres e extraterrestres: realidades, mitos e esperanças".

TERTÚLIA NA LIVRARIA ALMEDINA

O professor e jornalista Nuno Crato e a Almedina, Editores e Livreiros, organizaram um ciclo de debates e tertúlias com temáticas relacionadas com a ciência e o livro científico, que decorreram na livraria da empresa no Centro Comercial Atrium Saldanha (Lisboa), cujo programa completo foi o seguinte:

"O futuro da educação científica", José Veiga Simão e Leopoldo Guimarães, a 4 de Abril;

"Questionando Darwin", António Amorim e Paulo Gama Mota, a 9 de Maio;

"Mais rápido que a luz", Paulo Crawford, a 16 de Maio;

"Física em português", Carlos Fiolhais e Frederico de Carvalho, a 6 de Junho;

"Tornar-se astrónomo amador", Pedro Ré e Guilherme de Almeida, a 4 de Julho.

6º ENCONTRO NACIONAL DE QUÍMICA-FÍSICA



O Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa é o local escolhido para a realização do 6º Encontro Nacional de Química-Física, organizado pela Sociedade Portuguesa de Química de 31 de Agosto a 3 de Setembro próximos, e subordinado ao tema genérico "Química-Física no seio da complexidade: inteligência artificial e ambiente". O encontro está aberto a todas as áreas da Química-Física e inclui as seguintes sessões plenárias:

- "Natural Networks in Drug Design", por Johann Gasteiger, da Universidade Erlangen-Nurnberg, Alemanha;

- "Redes neuronais para a previsão de desvios químicos em ressonância magnética nuclear", por João Aires de Sousa, da Universidade Nova de Lisboa;

- "O papel da Química-Física na abordagem de problemas ambientais", por Sebastião Formosinho, da Universidade de Coimbra;

- "Solvent effects on homolytic bond dissociation energies, microsolvation modeling and statistical mechanics simulation", por Benedito Costa Cabral, da Universidade de Lisboa;

- "A vida e a electroquímica das interfaces", por António Fernando Silva, da Universidade do Porto; e

- "Relaxações lentas em sistemas complexos", por Joaquim Moura Ramos, da Universidade Técnica de Lisboa.

Para mais informações, consultar <http://6eqf-spq.fc.ul.pt> ou através de 6eqf-spq@fc.ul.pt.

XI ENCONTRO DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE MATERIAIS

O Materiais 2003 - XI Encontro da Sociedade Portuguesa de Materiais decorreu de 14 a 16 de Abril passado na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, com a presença de 25 peritos internacionais e 420 participantes inscritos (135 vindos de todos os pontos do planeta).

O encontro foi estruturado em oito sessões de trabalho, abrangendo nomeadamente os seguintes universos temáticos: materiais da electrónica; materiais metálicos, cerâmicos e poliméricos; biomateriais e nanomateriais; células de combustível; análise de superfícies e interfaces; ecomateriais, reciclagem de materiais e materiais industriais.

Paralelamente ao encontro, decorreram dois *workshops* de apresentação de projectos financiados pelo Programa Operacional da Economia e de uma rede europeia vocacionada para padrões para revestimentos. Dezasseis empresas e seis institutos estiveram presentes numa área de exposição do que de melhor se faz na área da Ciência e da Engenharia dos Materiais.

XX SIMPÓSIO SOBRE FEIXES MOLECULARES

A Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa organizou de 8 a 13 de Junho passado, em Lisboa, o XX International Symposium on Molecular Beams, um dos mais importantes encontros mundiais nas áreas da Química-Física e da Física Atómica e Molecular.

Este evento bienal, que completa 40 anos de existência, realizou-se pela primeira vez em Portugal, com o apoio do Ministério da Ciência e do Ensino Superior, e contou com a presença de Yuan T. Lee, Prémio Nobel da Química em 1986.

Os temas em discussão foram os seguintes: técnicas de feixes moleculares e nanotecnologia; colisões atómicas e moleculares; fotodinâmica e espectroscopia laser; agregados moleculares; e interações feixe-superfícies.

FCT/UNL ABRIU AS PORTAS A ALUNOS DO SECUNDÁRIO

A Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa abriu as suas portas a mais de meio milhar de alunos do 9º ao 12º anos da Grande Lisboa e Setúbal, no âmbito de mais um Dia Aberto da FCT/UNL. A iniciativa, que decorreu no passado dia 30 de Abril, pretendeu dar a conhecer os vários departamentos e laboratórios da Faculdade, mostrando a potenciais alunos as estruturas de ensino e investigação oferecidas. Nas visitas aos laboratórios foram feitas algumas experiências e demonstrações de Física e engenharia - levitação magnética, simulação de enchimento da albufeira do Alqueva, lasers e difracção, fibras ópticas, entre outras.

MESTRADO EM IMAGIOLOGIA MÉDICA EM FARO

A Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade do Algarve (FCTUA) promove um mestrado/pós-graduação em Imagiologia Médica destinado a licenciados ou engenheiros em Ciências Biomédicas, Radiologia, Radioterapia, Medicina Nuclear, Física, Sistemas e Computação, Medicina e áreas afins. O curso, a realizar à sexta-feira e sábado, vai funcionar no ano lectivo de 2003-2004 e prevê 15 lugares. Destes, 4 são reservados a docentes do ensino superior e outros 4 a médicos e técnicos de saúde. Para mais informações e esclarecimentos, consultar <http://www.ualg.pt/fct/imagiologia2003>.

9ª CONFERÊNCIA ANUAL DE GESTORES DE CIÊNCIA

A Universidade do Algarve organizou no passado mês de Junho, em Vilamoura, a 9ª Conferência Anual da "European Association of Research Managers and Administrators (EARMA)". Esta associação é a mais importante da Europa no âmbito das questões de gestão e administração em Investigação e Desenvolvimento, com mais de 500 membros individuais e institucionais.

O tema central da conferência foi o da necessidade da profissionalização da investigação da gestão como forma de fazer frente aos desafios dos ambientes em mudança.

Foram temas fundamentais da gestão e administração de I&D - o novo quadro comunitário de apoio; a gestão da mobilidade dos investigadores; o apoio empresarial e público às actividades de I&D; a transferência dos resultados de investigação; a protecção das patentes e resultados de investigação; a defesa dos interesses dos investigadores e das instituições.

CONFERÊNCIAS SOBRE RADIAÇÃO NO FUNCHAL

O Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN) organizou em Maio de 2004, no Funchal, a 10ª International Conference on Radiation Shielding (ICRS-10) e o 13º Topical Meeting on Radiation Protection and Shielding (RPS-2004).

As duas conferências, patrocinadas por diversas organizações internacionais, são os principais eventos científicos nas áreas de Blindagem de Radiações, Dosimetria, Protecção Radiológica, Física Médica e Radiobiologia. Trouxeram à Madeira centenas de especialistas e gestores de ciência e tecnologia de diversos países europeus, Estados Unidos, Rússia e Japão.

Para informações mais detalhadas ver <http://www.itn.mces.pt/IRCS-RPS>.

CIÊNCIA VIVA NAS FÉRIAS



Estiveram abertas as inscrições de estudantes do ensino secundário em estágios de curta duração em laboratórios e centros de investigação durante as férias escolares, uma iniciativa promovida pelo programa Ciência Viva. A programação completa dos estágios nos meses de Julho, Agosto e Setembro do corrente ano está disponível em <http://www.cienciaviva.pt/estagios/jovens>.

MUDANÇAS DO ENSINO SUPERIOR

Esteve para consulta e opinião em <http://www.mces.pt> um documento do Ministério da Ciência e do Ensino Superior intitulado "Avaliação, Revisão e Consolidação do Ensino Superior". Este texto incide sobre os seguintes pontos: estatutos dos docentes do Ensino Superior público; princípios orientadores das grandes opções para a revisão da Lei de Bases do Sistema Educativo (matérias relativas ao Ensino Superior); grandes opções para a revisão das Leis de Autonomia Universitária e Politécnica; e grandes opções para a revisão da Lei do Financiamento.

CONTRA FINANCIAMENTO PÚBLICO DE ASTRÓLOGOS

"Só Cristina Candeias tem mais tempo de antena, por semana, na televisão estatal, do que todos os cientistas e todas as instituições de ensino e investigação do país", afirmam os subscritores de um abaixo-assinado em que protestam contra o "financiamento de astrólogos pelo Estado português".

A identificação e fim do "pagamento a todos os indivíduos que praticam este tipo de actividades pseudo-científicas nos órgãos de comunicação financiados pelo Estado" são igualmente preconizados. Os cientistas sustentam, nomeadamente, que é um "contra-senso" subsidiar tais

actividades quando as "recentes medidas para controlar as contas públicas" obrigaram a efectuar "cortes no orçamento dedicado ao ensino e à investigação". Uma das consequências dessa política, acrescentam, "foi a diminuição do número de bolsas de investigação atribuídas pela Fundação para a Ciência e Tecnologia, criando desemprego e precariedade numa área que envolve pessoas altamente qualificadas, que é extremamente sensível e crítica para o desenvolvimento do país".



O documento foi assinado inicialmente, entre outros, por Alexandre Canavezes (Universidade de Cambridge, Reino Unido), Anabela Darbon (Observatório Astronómico de Lisboa), António da Costa (IST), António da Silva (Institute d'Astrophysique Spatiale, Paris, França), Carlos Conde (Departamento de Física, Universidade de Coimbra), Francisco Gonçalves (The Planetary Society-Portugal), Georges Charpak (Escola Superior de Física e Química, Paris, e Nobel

da Física de 1992), Guilherme de Almeida (Colégio Militar, Lisboa), Henri Broch (Universidade de Nice-Sophia Antipolis, França), Rui Curado da Silva (Departamento de Física, Universidade de Coimbra), Rui Jorge Agostinho (Centro de Astronomia e Astrofísica da Universidade de Lisboa), Rui Namorado Rosa (Universidade de Évora) e Teresa Lago (Centro de Astrofísica da Universidade do Porto).

O documento está aberto a novas adesões, que podem ser efectuadas para ruisilva@saturno.fis.uc.pt.

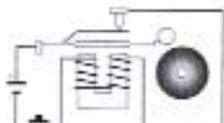
SEMINÁRIO SOBRE EDUCAÇÃO CIENTÍFICA EM MADRID

"A relevância social da educação científica" foi o tema de num seminário que o Consórcio Ibérico de Estudos sobre Educação Científica (CIEEC) promoveu na Universidade de Alcalá (Madrid) nos passados dia 5 e 6 de Junho. O encontro fez o ponto de situação da educação científica em Espanha e Portugal e perspectivou o futuro desta área nos dois países. A estrutura do seminário contemplou dois temas distintos: a formação científica específica dos docentes, relacionando o ensino da ciência com a formação dos profissionais; e a formação científica geral dos cidadãos, entendida como parte da sua educação genérica.



Teléfono: 21 8688450/1/2/3/4 | Telefax: 351 21 8688455
Rua Soares Pereira Gomes: 13 - R/C | <http://www.videq.pt>
MOM SUCESSO - 2615 ALVERÇA
PORTUGAL

MATERIAL DIDÁCTICO



FÍSICA

3^{as} JORNADAS SOBRE O ENSINO DAS CIÊNCIAS

O prazer de comunicar e partilhar conhecimento e experiências levou um grupo de professores a organizar as "Jornadas sobre o Ensino das Ciências" na Escola Secundária de Tondela. João Paulo Fonseca faz o relato e balanço da acção de 2003, que decorreu a 6 e 7 de Março e reuniu mais de 350 docentes das áreas da Matemática, Física, Química, Biologia e Geologia e que tem como objectivo maior o reforço da ligação entre os professores dessas disciplinas.

COMO CONCILIAR O INCONCILIÁVEL?

O ano lectivo de 2003/2004 parece que vai servir para mais experiências pedagógicas. "Quem se preocupa com as reais necessidades dos alunos?" pergunta Graça Santos, responsável da Divisão de Educação da SPF, depois de analisar os "ajustes" propostos pelo Ministério da Educação.

PROFESSORES CONTRA AS MUDANÇAS NO SECUNDÁRIO

A palavra directa a professores de Física e Química de vários pontos do país sobre as ameaças que pairam sobre essas disciplinas.

ENSINO DA FÍSICA

3^{as} JORNADAS SOBRE O ENSINO DAS CIÊNCIAS

Porque é que estas jornadas existem? A avaliar por algumas das conferências deste ano, os matemáticos dirão que a principal razão é a interminável sequência das casas decimais do pi, ou da sucessão de Fibonacci, os biólogos atribuí-las-ão ao código genético ou a alguma espécie de clonagem, ao passo que os físicos questionarão se elas de facto existem.

Aos físicos, pedimos desculpa, mas 350 pessoas não é assim uma quantidade de gente que passe sem dar nas vistas. É claro que podemos sempre discutir a existência de Jornadas sobre o Ensino das Ciências, mas o que é um facto é que alguma coisa existiu. Não iam 350 pessoas para Tondela se não fosse para assistir a qualquer coisa.

Quanto às razões, e sem qualquer menosprezo por tão ilustres opiniões, estas deverão ser bem mais prosaicas. Não tivesse um grupo de professores da nossa escola a vontade e o empenho para as organizar ou não tivessem os nossos convidados a disponibilidade que mostraram, e elas não existiriam. Não tivessem os participantes aderido da forma como aderiram, a ver se o pi podia fazer alguma coisa, mesmo com todas as casas decimais.

Estas Jornadas existem porque há pessoas que gostam de organizar jornadas, outras de assistir e outras de comunicar e partilhar algum do seu saber.

Da Filosofia ao Conceito um pouco do Espírito

Quando se discute o nome de uma iniciativa deste género procura-se normalmente que ela reflecta o seu objectivo geral. No nosso caso, pretendemos antes que reflectisse o espírito geral, o que não conseguimos. Por isso optámos por uma designação mais simples que não afastasse os mais receosos mas que, em contrapartida, não convence ninguém: Jornadas sobre o Ensino das Ciências. Ninguém se inscreve numas jornadas apenas porque têm este nome. "Sexo, Ensino e Ciências" seria um nome bem mais apelativo.

Mesmo não tendo depois nada a ver com sexo, a sugestão poderia cativar muitos participantes ou, eventualmente, afastar outros. O risco talvez valesse a pena. Apesar disso, ficámo-nos pelo nome mais simples.



Na sessão de abertura começa a perceber-se um pouco do espírito da iniciativa. Em primeiro lugar, não existe mesa, em segundo, também não existem cadeiras e em terceiro, não existem flores. Existe um cenário de uma peça de teatro. As Jornadas realizam-se no espaço da ACERT, uma associação cultural com uma forte tradição na área teatral e que é um dos parceiros desta iniciativa. Os outros são a Câmara Municipal e o Centro de Formação. Foram eles os convidados para a nossa sessão de abertura, e mais ninguém. Chegaram. Assim, esta sessão é curta e simples, sendo grande parte da sua duração da responsabilidade do Zibs, um clone do Tino de Rans, que convidamos todos os anos para expressar o seu mais profundo pensar sobre o estado da Nação, no que ao ensino das ciências e à escola em geral diz respeito.

Depois são as sessões plenárias e práticas, comunicações livres e convidadas, *posters*, expositores, e mais sessões e mais debates, com intervalos pelo meio para comer umas "passarinhas", bolo típico regional, e tomar umas bicas, café atípico nacional. Tudo no mais estrito cumprimento do espírito geral que é a boa disposição. Acreditamos convictamente que ninguém é receptivo estando mal disposto, e por isso os nossos maiores esforços vão nesse sentido. Sabemos também que não são os pormenores que interessam, mas antes o que faz deles isso mesmo, sabemos que não é a capacidade de fixar que interessa, mas antes a capacidade de mudar. Por isso, estas são umas jornadas onde os blocos de apontamentos cada vez mais servem apenas para anotar moradas e as sessões cada vez mais para ouvir do que para escrever.

Costuma discutir-se também a natureza destas sessões. Uma vez que as jornadas se destinam a professores de várias áreas, discute-se se as sessões são ou deverão ser disciplinares, interdisciplinares, multi-disciplinares ou até transdisciplinares. Essa não é uma das nossas principais preocupações.

A qualidade das sessões que temos tido a sorte de proporcionar não tem deixado dúvidas quanto ao seu interesse para todas as áreas. É uma marca destas jornadas a associação entre as áreas da Matemática, Física, Química, Biologia e Geologia. Um dos objectivos será reforçar a ligação entre os professores destas diferentes disciplinas. Para isso, entendemos nós que cada um terá que aprender a gostar dos temas e problemas dos outros. Importa, pois, que os conheça.

O que aconteceu este ano

Depois da sessão de abertura, o José Paulo Viana resolveu encorajar o pessoal a casar no Minho, onde a probabilidade de divórcio é muito menor. Casar e continuar casado devem ser sempre opções individuais e nesta coisa das probabilidades nunca se sabe se são elas que comandam a vida ou se é a vida que as comanda a elas. É o fascínio e o temor, ou vice-versa.

As enzimas foram o tema seguinte, ou mais propriamente, o pretexto para Euclides Pires falar dos modelos como ferramentas importantes num ensino actualizado e motivador.

Num vídeo apresentado durante a sessão de abertura, pessoas anónimas respondiam a algumas questões sobre a importância da ciência na sua vida. Todas sublinharam essa importância, mas nenhuma foi capaz de concretizar um exemplo. Estranha relação esta com a "coisa mais preciosa que temos", segundo Einstein e segundo Carlos Fiolhais, que na sua conferência recordou a afirmação do primeiro : *"A nossa ciência, comparada com a realidade, pode parecer primitiva e infantil. Mas é a coisa mais preciosa que temos"*.

À tarde dividimo-nos entre a espectroscopia, num olhar sobre o mundo, e a sequenciação de genomas, entre a beleza intrínseca da Natureza, seja ela das conchas de Nautilus ou dos girassóis, e as bactérias, as nossas queridas inimigas, para depois nos juntarmos,

de novo, num debate sobre a formação de professores, dominado pela formação inicial, novos e velhos modelos, possibilidades e impossibilidades. Participaram nesse debate: António Correia Cardoso, Carlos Regêncio Macedo, Jaime Carvalho Silva e Maria José Almeida, coordenadores das comissões de estágio da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

Terminámos a lançar, na forma de CD, um manual de instruções de, ou melhor, para um estagiário. Embora um manual de um estagiário e um manual para um estagiário sejam duas coisas diferentes, a realidade mostra-nos que por vezes as mesmas se confundem.

Sessões de lasers e o espectáculo teatral "Olá Classe Média!", do Trigo-Limpo Teatro ACERT, preencheram a primeira parte da noite que continuou depois com vários debates clandestinos que, por isso mesmo, aqui não podemos relatar.

O que é certo é que no dia seguinte quase toda a gente só chegou meia hora atrasada. Nada mau. A manhã foi intensa. Fernando Nunes começou com força, a do 13, e a potência do 2. Pedro Fevereiro abordou o tema sempre polémico da modificação genética das plantas. No auge da discussão, o inevitável intervalo: *passarinha break*, versão local e bem portuguesa do geneticamente modificado *coffee break*.

A seguir, António Manuel Baptista retomou a discussão mais epistemológica, neste caso, em torno do uso indiscriminado da palavra ciência, e de todas as expressões que daí resultam, para sublinhar as características do conhecimento científico que o distinguem de outros saberes. Arsélio Martins concluiu a manhã procurando de uma forma simples explicar a complexidade do mesmo, ou seja, a complexidade do simples. Confuso? Os grafos ajudam.

À tarde discutiu-se o futuro do ensino das ciências. Fernando Nunes, Aires Alexandre, Pedro Rocha Reis e Décio Ruivo Martins, representantes, respectivamente, das Associações de Professores de Matemática, e de Biologia e Geologia, da Ordem dos Biólogos e da Sociedade Portuguesa de Física, participaram no debate.

Tudo terminou com um Dão de Honra que, em virtude das apertadas regras de trânsito, se transformou mais num copo de água, no verdadeiro sentido da expressão. Para o ano invertiremos as coisas. Começaremos pelo Dão e terminaremos com a sessão de abertura. Fica sempre bem terminar dando as boas vindas. É sinal de que no ano seguinte as Jornadas continuarão.

João Paulo Fonseca
Escola Secundária de Tondela
jpaulofonseca@mail.telepac.pt

COMO CONCILIAR O INCONCILIÁVEL?

Avizinha-se um ano lectivo atribulado em virtude dos ajustes propostos pelo Ministério da Educação (ME) para a entrada em vigor dos novos programas de 10º ano. Haverá um novo programa de Ciências Físico-Químicas (CFQ) desenvolvido no contexto de uma Reforma do Ensino Secundário sem, no entanto, existir por enquanto qualquer reforma.

O ME tem vindo a habituar-nos a uma grande capacidade de conciliação, propondo soluções mesmo para o que parece inconciliável. Vejamos o que está a acontecer. Para leccionar o novo programa de CFQ na presente matriz curricular (ou seja, com a actual carga horária), o ME apresenta como solução utilizar a antiga disciplina de Técnicas Laboratoriais de Química I (TLQ) para desenvolver a nova componente experimental do programa do 10º ano de CFQ. Fica por saber se a disciplina de TLQ I é totalmente substituída ou se haverá apenas uma adaptação do programa. Neste campo, muitas são as dúvidas que têm surgido aos professores e aos órgãos das escolas que têm dirigido pedidos de esclarecimento ao ME, sendo nítido um grande desconforto por parte dos docentes.

Com esta proposta, poder-se-á condenar à partida a prática de trabalho experimental da disciplina de CFQ, tratando esta componente de uma forma pouco consistente e desintegrada.

Preconiza-se que seja o mesmo professor a leccionar as duas disciplinas (CFQ e TLQ) que, no entanto, funcionarão separadamente, com avaliações distintas. Neste cenário parece que estamos a caminhar em sentido contrário a uma visão integrada das Ciências e ao desenvolvimento de trabalho experimental integrado nas aulas de CFQ!

Paradoxalmente, os cursos tecnológicos mantêm a planificação do actual programa de CFQ. Pede-se um enorme exercício de conciliação a escolas, professores e alunos. Mas não estaremos desde já a votar ao fracasso alguns dos objectivos de uma reforma do Ensino Secundário com mais este grande "remendo"?

Tentando perceber os motivos do ME, surge-nos de imediato um pensamento: os manuais escolares para os novos programas (cursos gerais) estão prontos, sendo necessário rentabilizar os seus custos editoriais. Mas, num contexto de economia de recursos, como justificar a quantidade de manuais que os professores receberam para analisar e seleccionar para o 10º ano? Existem mais de uma dúzia de manuais para as áreas de Física e Química: não haverá uma distorção nas prioridades na educação?

E como estarão os professores de CFQ a reagir? Os mais atentos estão certamente apreensivos. Resta-nos ter esperança que, nas escolas, se estejam a preparar os materiais necessários aos novos programas no próximo ano. Nos centros de formação de escolas está prevista para Setembro um conjunto de acções de formação de professores sobre os novos programas,

abordando na disciplina de CFQ essencialmente a componente prática de Física.

Expressamos também a esperança de que esta medida seja suficiente e atempada para que os professores possam aproveitar, de forma eficaz e efectiva, mais esta "solução" ministerial.

E com tudo isto, quem se tem preocupado com as reais necessidades dos alunos?

Graça Santos
Divisão de Educação da SPF
densino@spf.pt

PROFESSORES CONTRA AS MUDANÇAS

ANUNCIADAS PARA O SECUNDÁRIO

As mudanças que se anunciam para o próximo ano lectivo são do agrado dos professores? Que pensam eles do que está a preparar-se? A "Gazeta de Física" recolheu algumas opiniões, que são globalmente críticas em relação à reforma anunciada.

Retrocesso de 15 a 20 anos

É opinião geral a falta de tempo para o cumprimento dos programas numa só disciplina; o que certamente vai acontecer é que a maioria dos professores vai dar pouco relevo às aulas experimentais, como aliás era comum em Ciências Físico-Químicas (CFQ). Ou seja, os alunos ficaram sem uma prática experimental leccionada de forma consistente e contínua e, se chegarem ao ensino superior, estarão a "zero" nesse aspecto. Foi assim que eu cheguei à Universidade – há um retrocesso de 15 a 20 anos!

Quanto à formação, de facto ela foi dada a conhecer na minha escola, ainda que só eu me tenha interessado por fazer a inscrição. Mas até agora não me foi dada mais nenhuma informação. O 11º ano deveria estar a ser divulgado atempadamente pelas escolas, mas, que eu saiba, tal não está a ser feito, com evidente prejuízo quanto à forma de preparar os alunos no 10º ano para a sequência que encontrarão no 11º ano.

É ainda lamentável que após a recolha de tantas opiniões contrárias a esta revisão curricular das ciências, tudo tenha ficado praticamente na mesma, sendo que a única alteração evidente seja a possibilidade de os alunos poderem, se quiserem, optar pelo estudo simultâneo de Físico-Químicas e Biologia, no 10º ano.

Alberto Ferreira Silva
Escola Secundária com 3º ciclo EB de S. João da Madeira (nº 3)

Remendo despropositado

A implementação dos novos programas está a ser uma grande dor de cabeça para as escolas e principalmente para os Conselhos Executivos e Coordenadores de Departamento de Ciências Naturais (que é o meu caso). A opção de conciliar o novo programa de Físico-Química com as Técnicas é um remendo despropositado. Como será implementado o novo programa aos alunos de Desporto e Arquitectura (que não possuem as Técnicas de Química ou Biologia)? Haverá duas planificações dentro da mesma escola? A meu ver, a melhor opção será definir a título excepcional orientações de gestão do programa para o próximo ano, deixando as técnicas como estão; este seria um mal menor...

Relativamente às acções de formação, fomos informados dessa intenção e até me disponibilizei para a fazer apesar de não ser formador da formação contínua. Mas, como possuo um Mestrado em Química, requeri o estatuto de formador.

Carlos Rodrigues
Escola Secundária Eça de Queirós, Póvoa de Varzim

Peritos em cultura geral

Estou informada das alterações do programa do 10º ano, mas não compreendo como é que o Ministério pretende que se passem a leccionar os conteúdos de Técnicas Laboratoriais de Química (TLQ) em CFQ, dado que até o programa foi alterado, não estando agora tão interligado. Quer parecer-me que querem formar *experts* em cultura geral, sem aprofundar conceito nenhum.

De qualquer forma não tenho qualquer informação sobre a formação de formadores. Também ainda não tive qualquer conhecimento do novo programa de 11º ano.

Também a matéria de cálculo vai sendo afastada. Mas consegue fazer-se Química e Física sem cálculo?... Só se voltarmos ao conhecimento empírico!

Estou também na expectativa de ver o que fazem do programa de 12º ano: continuam a formar cidadãos ou despejamos agora tudo o que devia ter sido ensinado num ciclo de 3 anos?

Cristina Santos
Instituto Educativo de Souselas

Uma grande misturada

Já fomos informados da circular que o ministério mandou a dar conhecimento de que teria que ser um professor que dê TLQ a dar CFQ, ministrando a parte experimental das duas disciplinas. Ora, se verificarmos o programa de CFQ, só as primeiras aulas sobre misturas e sobre pontos de fusão e de ebulição é que são em conjunto. Tudo o resto é diferente.

Mais: os alunos terão que ter duas notas. Do ponto de vista de

ensino, isto é uma grande mistura, aparentemente tendo só como objectivo a venda dos livros - veja-se a quantidade de manuais enviados para consulta (6 de Física e 6 de Química). Disseram-nos que haveria uma formação em Setembro para os novos programas. Alguém espera que esta formação vá motivar os professores para se empenharem mais nas actividades da escola, sendo eles que, por vezes, têm de preparar todo o material de laboratório por algumas escolas não terem auxiliares de laboratório competentes?

Na elaboração dos novos currículos não se atendeu a uma só proposta feita no sentido de que as CFQ não fossem de opção para os cursos de ciências. Parece-me que tal decisão terá como consequência mais um grande remendo na educação e não a reforma de que o nosso ensino secundário está a precisar.

João Ferreira Vasconcelos
Escola Dr. Mário Sacramento - Aveiro

Vinho novo em pipo velho

Nota-se um descrédito total em relação à entrada dos novos programas, mantendo a matriz curricular anterior. É assim como colocar vinho novo em pipo velho e por lavar! Parece-me que é querer mudar apenas por mudar ou para calar as editoras. Não tem qualquer sentido a "integração" das TLQ, com avaliação própria.

Neste momento já ninguém está preocupado com a forma de leccionar os novos programas, porque há manuais para todos os gostos.

No que diz respeito à formação, parece-me ser muito tarde e não parece que os professores se voluntariem para essa formação. O manual escolhido é o programa e a inovação nas práticas lectivas fica para os outros...

E, já agora, onde estão os técnicos de laboratório a que os programas fazem referência? Na minha escola nem uma funcionária há, quanto mais um técnico com aqueles requisitos!

Joaquim Morgado
Escola Secundária João Gonçalves Zarco - Matosinhos

(Depoimentos recolhidos por Graça Santos)

Duas posições colectivas

Os docentes do Departamento de Ciências Experimentais da Escola Secundária António Nobre (Porto) tomaram uma posição comum, afirmando nomeadamente que "*não vêem como introduzir na leccionação de uma disciplina que tem avaliação independente quaisquer matérias que não façam parte do respectivo programa oficial*". Ou seja, consideram não ser possível, "*dentro do quadro legal vigente, fazer articulação entre as disciplinas de CFQ e TLQ I no que respeita à Física, nem entre as disciplinas de Biologia e Geologia e TLB I, no que se refere à Geologia*".

Considerando que as duas disciplinas afins deverão ser leccionadas pelo mesmo professor, "*mas que até ao momento a docência da disciplina de CFQ é preferencialmente atribuída ao grupo disciplinar 4ºA e a de TLQ I, ao grupo 4ºB*", afirmam os mesmos docentes que se levanta "*a questão - certamente comum a muitas escolas deste país - de decidir como proceder à distribuição de serviço docente destas disciplinas, para o próximo ano lectivo, pelos grupos 4ºA e 4ºB*". Com efeito, concluem, "*a questão não é despicienda já que, por um lado, atendendo à actual situação de algumas escolas, esta decisão poderá conduzir à existência de um horário incompleto e, mesmo, de 'horário(s) zero' de docentes de um destes dois grupos disciplinares e, por outro lado, poderá levantar indefinições na requisição de Professores para leccionar horários sobranes, se os houver*".

O Departamento de CFQ da Escola Secundária Frei Heitor Pinto (Covilhã), por seu lado, qualifica como "*bastante conturbada*" a solução encontrada pelo ME para este ano de transição: "*Neste momento, apenas existe a confirmação oficial do carácter subsidiário de TLQ em relação à FQ, para suporte da sua carga horária e gestão do programa experimental*". Face a esta situação, perguntam: "*Como se fará a gestão do programa de FQ para os alunos que escolhem outra(s) disciplina(s) de formação técnica, que não TLQ?*"

De uma forma geral, "*os professores do departamento têm manifestado preocupação com a preparação dos novos programas*", mas as suas energias canalizaram-se para a tarefa árdua que é a selecção dos manuais. Relativamente à formação, afirmam que "*todos os professores estão informados que irá decorrer durante o próximo mês de Setembro*". Mas perguntam "*por que razão não se fez esta formação mais cedo*", aventando que no Ministério "*devem acreditar que os professores vão começar a preparar o próximo ano lectivo apenas em Setembro*".

Além de tudo o que ficou dito, os professores daquele departamento afirmam-se principalmente preocupados com "*o carácter opcional da CFQ nos novos currículos, permitindo chegar ao Ensino Superior alunos com conhecimentos de Física e Química apenas ao nível do ensino básico*".

Conferência da SPF

3ª edição do Prémio Mário Silva

Página da Divisão de Física Atómica e Molecular

Delegação Regional do Centro da SPF

Ciência a Brincar

NOTÍCIAS DA SPF

CONFERÊNCIA DA SPF

No 15 de Novembro irá realizar-se no Auditório da Universidade de Coimbra a Conferência da Sociedade Portuguesa de Física (SPF) "Física, Cultura e Desenvolvimento". Mais informações sobre esta iniciativa estarão disponíveis em:

<http://nautilus.fis.uc.pt/cec/2003/spf>.

3ª EDIÇÃO DO PRÉMIO MÁRIO SILVA

Com o apoio da Sociedade Portuguesa de Física (SPF), está a decorrer a terceira edição do Prémio Mário Silva, atribuído pela editora Gradiva e pelo jornal "Público" ao melhor trabalho do melhor aluno de Física do Ensino Secundário do país.

O objectivo deste prémio, tal como o do Prémio Bento de Jesus Caraça na área da Matemática e com os mesmos destinatários, é promover em Portugal o ensino e a aprendizagem daquelas duas ciências básicas, desenvolvendo simultaneamente nos jovens o gosto pela prática, cultura e espírito científicos.

A esta edição de 2003 são potenciais candidatos os alunos que, em 2002, tenham obtido uma classificação de Muito Bom (igual ou superior a 18 valores) no exame nacional do 12º ano de Física. O tema é livre, não estando por isso sujeito a enquadramento nos programas oficiais do Ensino Secundário. Os trabalhos serão avaliados por um júri composto por seis membros, escolhidos pela SPF, e incluindo um representante da Gradiva, do "Público" e da BP.

Os prémios a atribuir são uma Calculadora Gráfica Voyage 200, um relógio Texas Instruments, um diploma e uma importância pecuniária que, nesta terceira edição, é de 3000 euros. O professor de

DELEGAÇÃO REGIONAL DO CENTRO DA SPF

Acções de divulgação e cursos de formação

Durante os últimos meses realizaram-se as seguintes acções de divulgação destinadas a alunos do ensino básico e secundário, proferidas por professores do Departamento de Física em escolas que não se limitaram à região Centro:

- "Atrito: a nosso favor ou contra", Maria José de Almeida, Escola Sec. de Cantanhede, Escola Sec. de Soure e Escola Sec. de Seia.

- "Física e Informática", José Luís Malaquias, Escola Sec. de Mortágua.

- "Física e Aneotas", José Luís Malaquias, Escola Sec. de Viriato de Viseu, Escola Sec. João de Barros, Meirinhas e Escola Sec. Cristina Torres, Figueira da Foz.

- "Ciência a Brincar: electricidade e magnetismo", Constança Providência, Escola EB1 de Miragaia, Porto.

- "Da magia da electricidade e do magnetismo à descoberta das ondas electromagnéticas", Lucília Brito, Escola EB 2, 3/S Prof. Mendes dos Remédios, Nisa.

- "Radiações, ambiente e vida", Lucília Brito, Escola EB 2, 3/S Dr. Fernando Namora de Condeixa-a-Nova e Escola Sec. de D. Duarte, Coimbra.

- "Engenharia Física", Carlos Nabais Conde, Escola Sec. de Arganil e Escola Sec. Mário Sacramento, Aveiro.

- "Física e o corpo humano", Luiz Alte da Veiga, Escola Sec. Francisco Rodrigues Lobo, Leiria.

Realizaram-se os seguintes cursos de formação de professores orientados por professores do Departamento de Física:

- "As Bases da Mecânica Quântica", Manuel Fiolhais, Escola Sec. Alves Martins.

- "Internet no Ensino da Física", José Luís Malaquias, Escola Sec. Mário Sacramento, Aveiro.

A lista das acções de divulgação e formação oferecidos pela SPF para toda a região Centro está disponível no site <http://nautilus.fis.uc.pt/spf/formacao1.html>.

Física do aluno premiado, a sua escola e eventuais alunos com menções honrosas receberão livros da Gradiva, blocos e canetas Texas Instruments. A escola secundária de origem do aluno premiado receberá ainda material didáctico no valor de 2500 euros, oferecido pela BP. Nos termos do regulamento, o jornal "Público" acompanhará e promoverá o processo de selecção dos candidatos e atribuição do prémio, efectuando a devida publicidade e a divulgação em primeira mão do vencedor. O prémio será entregue numa cerimónia pública em data a fixar oportunamente.

PÁGINA DA DIVISÃO DE FÍSICA ATÓMICA E MOLECULAR



Foi criada uma página da Divisão de Física Atómica e Molecular, a que os interessados podem aceder através da página da Sociedade Portuguesa de Física (SPF), <http://spf.pt>. O objectivo desta página é divulgar a Física Atómica e Molecular e, em particular, dar a conhecer a investigação científica desenvolvida em Portugal nesta área.

CIÊNCIA A BRINCAR



Se é professor(a)/educador(a) do 1º ciclo ou do ensino pré-escolar ou se tem filhos com idades dos 3 aos 10 anos visite

o site <http://nautilus.fis.uc.pt/spf/cab.html>, onde encontrará ideias para realizar experiências simples de ciências feitas com materiais de uso corrente.

A Gradiva (tel. 21-3974067), com o apoio da Fundação Gulbenkian e da Fundação para a Ciência e Tecnologia, editou para oferta a banda desenhada "Ciência a Brincar com Camila e Xavier", de Constança Providência, Helena Alberto e Carlos Fiolhais, com ilustrações de Isabel Fernandes.

A Secção "OLIMPÍADAS DE FÍSICA" é dirigida por
Manuel Fiolhais,
José António Paixão
e Fernando Nogueira
Departamento de Física da Universidade de Coimbra,
3004-516 Coimbra
olim@teor.fis.uc.pt

OLIMPÍADAS DE FÍSICA

APURAMENTO PARA AS OLIMPÍADAS INTERNACIONAIS

Realizaram-se em Fevereiro e em Maio duas sessões de preparação dos alunos pré-seleccionados para as Olimpíadas Internacionais e Iberoamericanas de Física. Para além dos *team-leaders*, colaboraram nestas sessões os professores do Departamento de Física da Universidade de Coimbra, Doutores Pedro Alberto, Lucília Brito e Francisco Gil, a quem a SPF agradece a valiosa colaboração.

As provas de apuramento tiveram lugar no dia 30 de Maio. Ficaram seleccionados para participar na XXXIV International Physics Olympiad (<http://www.phy.ntnu.edu.tw/ipho2003/>), de 2 a 11 de Agosto, em Taipé (Taiwan), os seguintes cinco alunos (por ordem de classificação):

1. Francisco Manuel Natário	E.S. Alves Martins	Viseu
2. Artur Fouto	E.S. André de Gouveia	Évora
3. Andreia Vieira Moço	E.S. José Estêvão	Aveiro
4. Maria Cristina Santos	E.S. Dr. Joaquim Carvalho	Figueira da Foz
5. Hugo Filipe Pires	E.S. Acácio Calazans Duarte	Marinha Grande

Ficaram seleccionados para participar na VIII Olimpíada Ibero-americana de Física (<http://www.cubasolar.cu/eventos/oibf2003/index.htm>),

A SPF agradece aos seguintes professores do ensino secundário que, ao longo do ano lectivo 2002/2003, acompanharam os alunos pré-seleccionados para as Olimpíadas Internacionais e Ibero-Americanas de Física:

de 20 a 27 de Setembro em Havana (Cuba), os seguintes quatro alunos (por ordem de classificação):

6. Dmitry Ossipov	Col. Rainha Santa	Coimbra
7. Carlos Rui Neves	E.S. Emído Navarro	Almada
8. João José Dantas	Colégio Militar	Lisboa
9. André Filipe Guerreiro	E.S. Ferreira Dias	Cacém

Em virtude da epidemia de pneumonia atípica (SARS), a 34ª IPhO pode vir a ser cancelada, caso em que serão quatro dos alunos seleccionados para a IPhO que irão à OIbF.

Participaram ainda nas provas de apuramento (por ordem alfabética):

João Carlos Fernandes	E.S. Carlos Amarante	Braga
Nuno Miguel Oliveira	E.S. Dr. Joaquim Carvalho	Figueira da Foz
Paula Fernandes	Col. S. José	Sintra
Pedro Filipe Santos	E.S. Dr. Manuel Fernandes	Abrantes

As provas, que tiveram uma parte teórica e uma parte experimental, estão disponíveis em http://nautilus.fis.uc.pt/olimpiadas/2003/ap_2003.htm.

Adília Graziela Cardoso	Colégio Militar	Lisboa
Carlos Alberto Portela	E.S. Dr. Joaquim de Carvalho	Figueira da Foz
Fátima Pires Pereira	E.S. Alves Martins	Viseu
José Alberto Encarnação	Col. Rainha Santa Isabel	Coimbra
José Artur Marques	E.S. André de Gouveia	Évora
José Rogério Nogueira	E.S. Acácio Calazans Duarte	Marinha Grande
Luísa Maria Ramos	E.S. Ferreira Dias	Cacém
Maria da Graça Ruivo	E.S. José Estevão	Aveiro
Miquelina Maria Santos	E.S. Emídio Navarro	Almada
Paulo Arlindo Ferreira	E.S. Dr. Manuel Fernandes	Abrantes

FASE REGIONAL

Realizou-se no passado dia 10 de Maio em Lisboa, Porto e Coimbra, a fase regional das Olimpíadas de Física. As provas (ver <http://nautilus.fis.uc.pt/spf/provas2003.html>) decorreram de manhã, de tarde foram feitas visitas ao Departamento de Física onde as competições se realizaram, a museus, a centros de ciência, etc. Foram também organizadas palestras para os professores acompanhantes enquanto decorriam as provas. Todos os alunos receberam prémios de presença e os vencedores receberam prémios especiais.

A SPF agradece reconhecidamente aos docentes, funcionários e estudantes de licenciatura, mestrado e doutoramento dos Departamentos de Física onde decorreram as provas, toda a colaboração prestada, sem a qual não teria sido possível levar a bom termo a etapa regional das Olimpíadas de Física de 2003.

Os alunos premiados foram:

Delegação Regional do Norte

Escalão A

Equipa do Colégio Internato dos Carvalhos constituída por

- Maria Catarina Dias
- André David Novo
- Luís André Torrinha

Escalão B (por ordem alfabética)

- Bianca Natália Lourenço, da Esc. Sec. de Valongo
- Filipe da Costa Sousa, da Esc. Sec. da Trofa
- João António Teixeira, da Esc. Sec. Fernão de Magalhães, Chaves
- João Veloso Torres, da Esc. Sec. da Maia
- Miguel Armando Pinto, do Colégio Internato dos Carvalhos
- Ricardo José Lopes, da Esc. Sec. Boa Nova, Leça da Palmeira
- Rosa Fátima Ferreira, do Colégio Nossa Senhora da Bonança, V. N. de Gaia
- Simão Pedro Cruz, da Esc. Sec. da Trofa

Delegação Regional do Centro

Escalão A

Equipa da Esc. EB 2, 3 Frei Estevão Martins de Alcobaça, constituída por

- Gonçalo Lopes
- Inês Honório
- Luís Lucas

Escalão B (por ordem alfabética)

- Cátia Leitão, da Esc. Sec. Viriato, Viseu
- João Filipe Correia, da Esc. Sec. Martinho Árias, Soure
- Jorge Costa, do Instituto Educativo de Souselas
- Maria Manuel Silva, da Esc. Sec. Dr. Joaquim de Carvalho, Figueira da Foz
- Miguel Castro Fiolhais, da Esc. Sec. D. Duarte, Coimbra
- Paulo Guilherme dos Santos, da Esc. Sec. Acácio Calazans Duarte, Marinha Grande
- Pedro Miguel da Silva, da Esc. Sec. de Vouzela
- Susana Raquel Matos, da Esc. Sec. José Estêvão, Aveiro

Durante a manhã, enquanto os alunos realizavam as provas, os professores assistiram à palestra intitulada "A Internet no Ensino da Física", proferida por José Luís Malaquias, do Departamento de Física da Universidade de Coimbra. A Delegação Regional do Centro contou com o apoio do Departamento de Física da Universidade de Coimbra, Reitoria da Universidade de Coimbra, Serviços da Acção Social da Universidade de Coimbra, Museu de Física, Exploratório Infante D. Henrique e Museu Nacional Machado de Castro.

Delegação Regional do Sul e Ilhas

Escalão A

Equipa da Esc. EB 2,3 de Eugénio dos Santos, Lisboa, constituída por

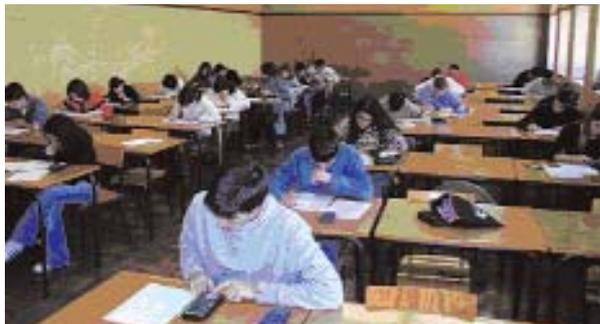
- Ana Patrícia Pereira
- Mariana Ferreira
- Francisco Borges da Gama

Escalão B (por ordem alfabética)

- André José Ornelas, da Esc. B/S Prof. Dr. Francisco de Freitas Branco, Porto Santo
- César Peter Vieira, da Esc. Sec. Emídio Navarro, Almada
- Francisco Norton Brandão, do Colégio Militar, Lisboa
- José Gustavo Rebelo, da Esc. Sec. c/ 3º ciclo do Ens. Bás. Rainha D. Amélia, Lisboa
- Luís Filipe Fernandes, da Esc. Sec. Ferreira Dias, Cacém
- Michael Pereira, da Esc. Sec. de Leal da Câmara, Rio de Mouro
- Pedro Gordo, da Esc. Sec. de Alcácer do Sal
- Pedro Henrique Teixeira, do Colégio Marista de Carcavelos, Parede



Prova experimental do Escalão A



Prova teórica do Escalão B

FASE NACIONAL

As provas da Fase Nacional das Olimpíadas de Física 2003 decorreram no dia 21 de Junho, no Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Nesta final nacional, organizada pela Delegação Regional do Norte da SPF e coordenada pelo Dr. Adriano Sampaio Sousa, dessa Delegação, participaram as equipas do escalão A vencedoras da fase regional e vinte e quatro alunos do escalão B em representação das três delegações regionais da SPF.

No escalão do 9º ano venceu a equipa da Escola EB 2,3 Frei Estevão Martins de Alcobça, composta pelos alunos Gonçalo Lopes, Inês Honório e Luís Lucas.

No escalão B os primeiros oito classificados foram:

1. Miguel Castro Nunes Fiolhais	Esc. Sec. D. Duarte	Coimbra
2. André José Neves Marques de Ornelas	Esc. B/S Prof. Dr. Francisco de Freitas Branco	Porto Santo
3. Maria Manuel Sampaio e Silva	Esc. Sec. Dr. Joaquim de Carvalho	Figueira da Foz
4. João Veloso da Silva Torres	Esc. Sec. Maia	Maia
5. Miguel Armando Pinto	Colégio Internato dos Carvalhos	Carvalhos
6. Paulo Guilherme dos Santos	Esc. Sec. Acácio Calazans Duarte	Marinha Grande
7. Pedro Miguel da Silva	Esc. Sec. Vouzela	Vouzela
8. César Peter Burgi Vieira	Esc. Sec. Emídio Navarro	Almada

Estes participantes, juntamente com (por ordem alfabética) Bianca Natália Ferreira de Moura Lourenço, da Esc. Sec. de Valongo, Filipe da Costa Sousa da Esc. Sec. da

Trofa, Francisco Norton Brandão, do Colégio Militar, Lisboa, José Gustavo Rebelo, da Esc. Sec. c/3º Ciclo do Ens. Bás. Rainha D. Amélia, Lisboa, Michael Pereira, da Esc. Sec. Leal da Câmara, Rio de Mouro, Pedro Henrique Teixeira, do Colégio Marista de Carcavelos, Ricardo José Araújo Ladeira Lopes da Esc. Sec. Boa Nova de Leça da Palmeira, ficam pré-seleccionados para participar nas Olimpíadas Internacionais de Física 2004 (Coreia) e nas Olimpíadas Ibero-americanas de Física 2004 (Brasil).

As provas (http://nautilus.fis.uc.pt/olimpiadas/2003/on_2003.htm) das Olimpíadas nacionais decorreram de manhã, seguindo-se um almoço de confraternização. Da parte da



Primeiro classificado Miguel Fiolhais

tarde houve projecção de filmes didácticos e visitas à sala de experiências interactivas do Departamento de Física da Universidade do Porto. Teve depois lugar a sessão de encerramento, onde foi feita a divulgação dos resultados e entregues os prémios. A cerimónia foi presidida pelo Prof. Doutor José Dias Urbano, Presidente da SPF, que proferiu palavras de apreço para os alunos e professores presentes, bem como para todos os que estiveram na organização de mais estas Olimpíadas de Física. A Comissão Nacional das Olimpíadas de Física esteve representada pelo Prof. Doutor Fernando Nogueira.



A terceira classificada do escalão B, Maria Manuel Silva, a receber o prémio

As Olimpíadas de Física têm o apoio da Agência Ciência Viva do Ministério da Ciência e Ensino Superior e do Ministério da Educação.

LIVROS NOVOS

Registam-se os seguintes títulos novos sobre temas de Física, de ciência em geral ou de educação, publicados nos últimos meses:

"Acústica Musical", Luís Henriques, Fundação Gulbenkian, 2003

"De Alexandria a Xanadu", Maria Manuel Borges, Quarteto, 2003

"Biofísica Médica", J. J. Pedroso de Lima, Imprensa da Universidade de Coimbra, 2003

"Ciência a Brincar com Camila e Xavier", Constança Providência, Helena Alberto e Carlos Fiolhais, Gradiva, Gulbenkian e FCT, 2003 (banda desenhada para oferta)

"Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências", António Cachapuz, João Praia e Manuela Jorge, Ministério da Educação, 2003

"A Cultura das Luzes em Portugal", Ana Cristina Araújo, Livros Horizonte, 2003

"A Divulgação Científica nos Media", Maria João Faceira (coord.), Edições do Cine-Clube de Avanca, 2002

"Einstein", Jim Breithaupt, Publicações Europa-América, 2003

"Filosofia da Ciência. O Jogo e as suas Regras", Rubem Alves, Edições ASA, 2003

"Ganhar Bolonha, Ganhar o Futuro", Vítor Crespo, Gradiva, 2003

"Investir no Futuro", Francisco Veloso *et al.*, Gradiva, 2003

"Materiais Dois Mil", M. Amaral Fortes e P. J. Ferreira (eds.), IST Press, 2003

"A Nova Ciência da Mente", Howard Gardner, Relógio d'Água, 2003

"A Sociedade em Rede", vols. 1 e 2, Manuel Castells, Fundação Gulbenkian, 2003

Agradecemos aos editores o envio de novos livros de ciência e/ou educação, aos quais faremos a devida referência.

MAIS RÁPIDO DO QUE A LUZ

Há dois anos, quando tive oportunidade de me pronunciar sobre a distinção na categoria de "Inovação" do Prémio Manuel Pinto de Azevedo Júnior, criado pelo jornal "O Primeiro de Janeiro", propus o nome de João Magueijo. Na altura pouca gente sabia quem ele era. Mas eu expliquei sumariamente: um português, de Évora, que tinha estudado Física na Faculdade de Ciências de Lisboa, que se tinha doutorado em Física Teórica na Universidade de Cambridge e que é professor no Imperial College de Londres, tinha alvitado a hipótese de que, ao contrário do que Einstein defendeu na sua teoria da relatividade, a velocidade da luz não era necessariamente constante (e igual a 300 000 quilómetros por segundo). Segundo Magueijo, a velocidade da luz teria sido maior no início do Universo...

Einstein, cuja teoria já tinha ultrapassado de certo modo a de Newton (de certo modo, porque as velhas teorias, que foram suficientemente testadas, devem encaixar nas novas), estaria portanto a ser ultrapassado. E logo por um cientista de um país sem grandes pergaminhos na história da ciência.

Outros membros do júri perceberam a importância do facto. É que era mesmo de inovação que se tratava. De inovação científica sem dúvida nenhuma, mas também de inovação no sentido que a auto-estima nacional tinha razões para se alimentar (um fenómeno que, convenhamos, não é muito frequente). E não é que o desconhecido Magueijo, num júri em que o autor destas linhas era o único "representante" da ciência, obteve uma votação apreciável? Alguns enganaram-se a escrever Magueijo, um nome que não será muito comum nem muito fácil, mas lá escreveram no boletim de voto um nome que se parecia suficientemente com o verdadeiro para poder ser considerado voto válido. Não ganhou... mas quase.

Confesso que fiquei bastante contente. O João Magueijo também teria ficado (se soubesse, julgo que até hoje não sabe). Entretanto o nome dele ficou mais conhecido em todo o mundo, nos meios científicos e não só. Tornou-se muito popular, em especial, nos media internacionais. Por exemplo, passou num programa do "Channel 4" britânico e noutra da cadeia norte-americana "ABC". Deu entrevistas ao "Times", o "Sunday Times", etc. (em Portugal apareceram declarações suas no "Expresso", "Público", "Visão", etc.). A maior e melhor revista de divulgação científica do mundo, a "Scientific American" (atenção que já há uma boa edição brasileira, que está à venda em Portugal!), além de lhe ter publicado um artigo sobre cosmologia, publicou uma extensa recensão ao seu livro "Mais Rápido do que a Luz". Espantosamente, o nome Magueijo aparece bem escrito, assim como João (o que é difícil, dado o til, que não existe na língua inglesa). Portanto, o jornal "O Primeiro de Janeiro", embora por pouco, perdeu uma oportunidade de ouro de se antecipar à grande imprensa internacional.

No seu livro, além de expor brevemente, mas com imensa graça, a teoria da relatividade de Einstein (servindo-se da metáfora de um grupo de vacas que parecem loucas) e a teoria do "Big Bang", Magueijo faz a apresentação para o grande público da sua teoria. Conta, muito em particular, as muitas peripécias com que ela foi recebida na comunidade científica. Com efeito, qualquer ideia verdadeiramente inovadora tem sempre alguma dificuldade em se afirmar no meio científico. E as dificuldades que Magueijo conheceu só mostram que a sua ideia é verdadeiramente nova.

Ainda não se sabe nos dias que correm se a teoria da velocidade da luz variável está certa. Terá de ser a experiência a decidir, havendo por enquanto apenas alguns dados de observações astronómicas, que não são absolutamente concludentes. Há também que avaliar a lógica com que a nova teoria se insere na antiga. Einstein não tem razões para se sentir ultrapassado

porque, no dia em que o for, será um triunfo da ciência e, portanto, também um grande triunfo dele. A teoria de Einstein não será ultrapassada mas integrada numa outra que venha a ser reconhecida. De resto, Magueijo revela-se abertamente um grande admirador de Einstein, tanto mais que foi um livro de divulgação científica da co-autoria de Einstein, "A Evolução da Física", que o motivou a estudar Física. Além disso, já estudante de Física, Magueijo procurou, com alguma dificuldade, estudar uma das obras técnicas de Einstein, "O Significado da Relatividade", que a Gradiva acaba de reeditar em português, na tradução de Mário Silva.

Magueijo conta-nos uma história – a sua história – da ciência em acção. A ciência faz-se com competição... e com diversão. Vê-se que Magueijo se diverte tanto a contar a sua história como se divertiu a vivê-la. Sim, a ciência, a busca apaixonada do modo como o mundo se organiza, é de facto divertida.

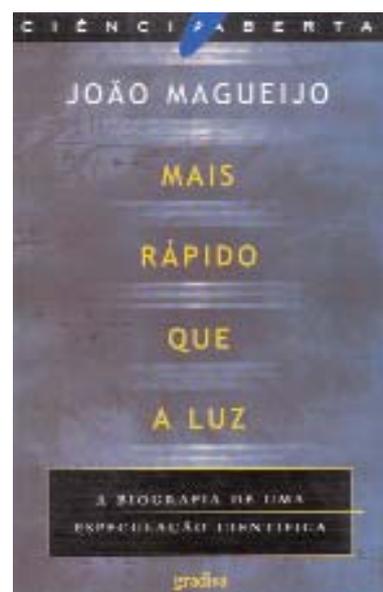
Recomenda-se, a todos, a leitura do livro de Magueijo. Para aguçar o apetite para essa leitura, transcreve-se a parte final, onde o autor fala, na primeira pessoa, do que é o "gozo" do cientista:

"... Espero ter demonstrado que a ciência é, acima de tudo, uma actividade humana gratificante, talvez a mais pura num mundo muitas vezes longe da perfeição. Espero além disso ter feito luz sobre o que realmente acontece quando se cria nova ciência. Acreditem que não tem nada a ver com os encadeamentos lógicos e racionais que os historiadores de ciência nos atribuem. Talvez tais encadeamentos descrevam razoavelmente a actividade dos "agricultores", mas decerto não a dos "pioneiros". A vida destes últimos é andar às apalpadelas na escuridão, sempre a tentar coisas novas, a maior parte das quais em falhanços espectaculares, mas sempre perdidamente apaixonados por aquilo que procuram, sempre num estado de enorme excitação com o que fazem. (...)

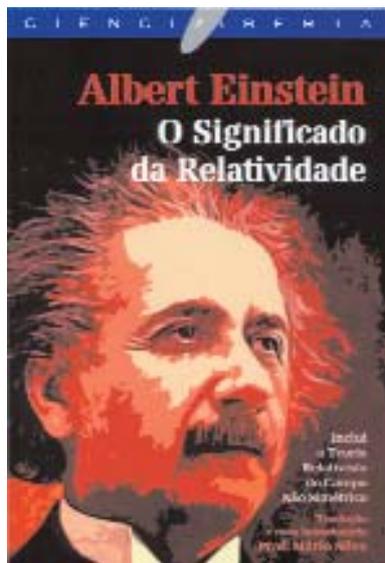
Somos nós – os que amamos o desconhecido para lá de todas as modas políticas ou

imposições partidárias – que usufruímos do último e glorioso riso. Gostamos mais do nosso trabalho do que é possível exprimir em palavras. No universo ninguém se diverte mais do que nós."

Carlos Fiolhais
tcarlos@teor.fis.uc.pt

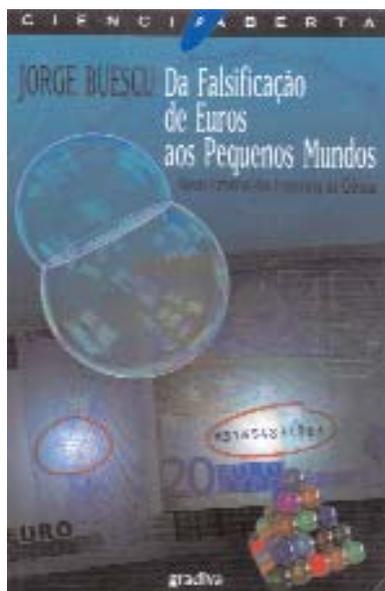


"Mais Rápido que a Luz. A biografia de uma especulação científica"
João Magueijo, Gradiva, Col. "Ciência Aberta", nº 127, Lisboa, 2003
(tradução integral da versão original norte-americana)



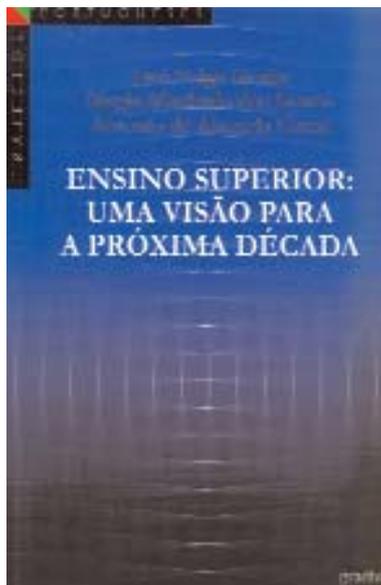
"O Significado da Relatividade", Albert Einstein, Gradiva, 2003

Um clássico!



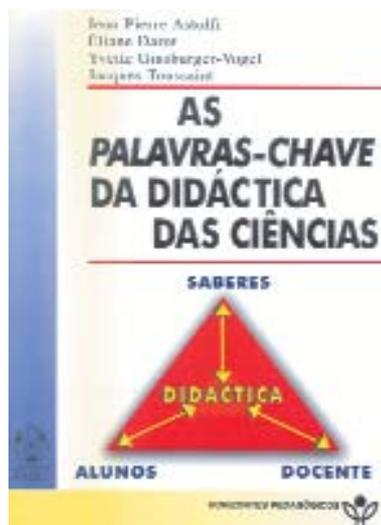
"Da Falsificação de Euros aos Pequenos Mundos. Novas crónicas das fronteiras da ciência", J. Buescu, Gradiva 2003.

Um jovem físico e matemático português, professor do Instituto Superior Técnico, escreve de uma forma atraente sobre vários problemas de índole física e matemática. É de certo modo a continuação do livro anterior, que falava do mistério do bilhete de identidade, mas, se tal é possível, ainda melhor.



"Ensino Superior: uma Visão para a Próxima Década", J. Veiga Simão, S. Machado dos Santos e A. de Almeida Costa, Gradiva 2003.

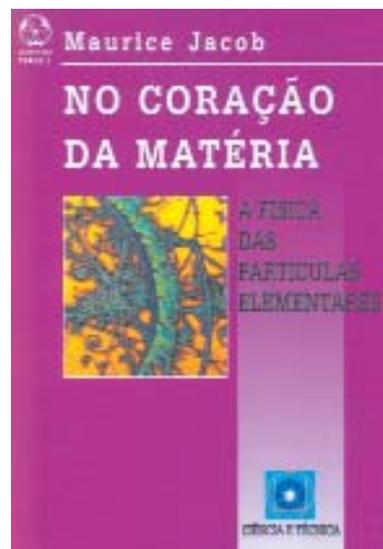
O físico e antigo ministro da educação (entrevistado neste número da "Gazeta") e dois outros especialistas em educação propõem, num grande volume, uma grande mudança do nosso ensino superior. Bem precisa a Universidade portuguesa de boa parte das ideias deste livro!



"As Palavras-Chave da Didáctica das Ciências. Referências. Definições. Bibliografias", J. P. Astolfi e outros, Instituto Piaget.

Uma obra de referência, bem arrumada por assuntos, para todos os que se interessam

pela pedagogia das ciência. Os autores são professores de ciências do secundário e superior e também de ciências de educação.



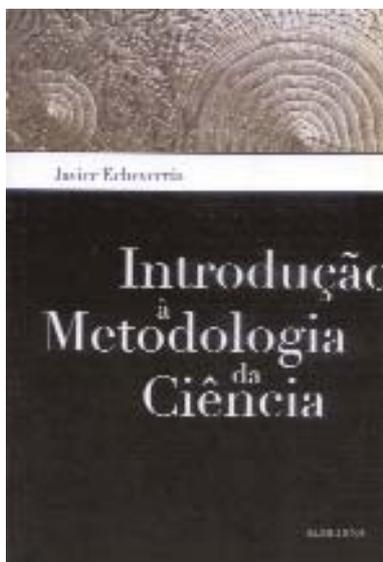
"No Coração da Matéria. A Física das Partículas Elementares", Maurice Jacob, Instituto Piaget 2002.

Mais um exemplo de qualidade nas edições do Instituto Piaget. Desta vez é um físico francês, que já chefiou a Divisão Teórica do CERN e que já foi presidente da Sociedade Europeia de Física, que nos guia pelos mundos das partículas elementares, descobertas no CERN, o laboratório nuclear internacional da Suíça, e não só.



"Sentido e Segredos do Universo", Jean-Pierre Luminet, Instituto Piaget 2002.

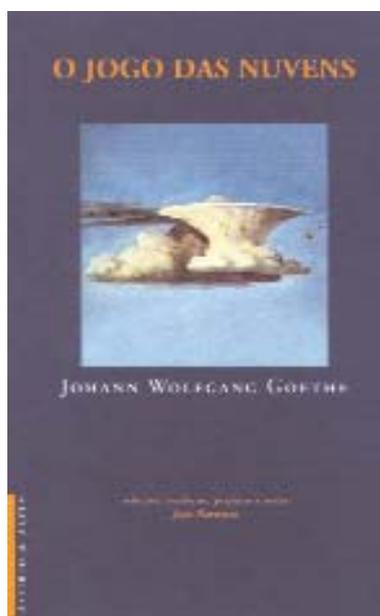
O autor, um bem conhecido astrofísico francês, descreve neste volume muito visual (algumas figuras são espantosas!) o que se sabe do nosso Universo. A prosa está cheia de histórias e anedotas que tornam leve a leitura sobre temas que, de outro modo, poderiam ser pesados. Para quem queira conhecer melhor os céus...



"Introdução à Metodologia da Ciência", Javier Echevarría, Almedina, 2003.

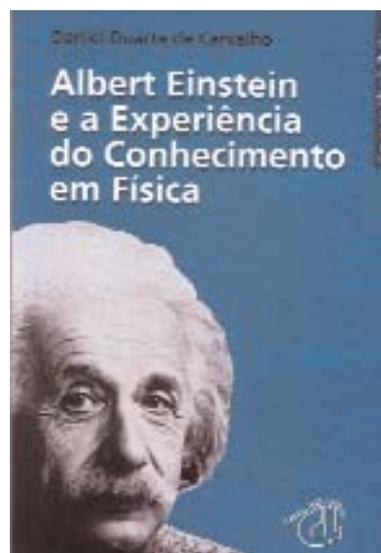
A Almedina, velha editora de Coimbra, está em fase de renascimento. Atestam-no a abertura de novas livrarias (como a do Arrábida Shopping, no Porto, ou a do Saldanha, em Lisboa). Mas atestam-no

também edições recentes, bastante bem cuidadas, que vão além do campo tradicional em que a editora se especializou (edições jurídicas). Este volume sobre a filosofia da ciência moderna, da autoria de um professor espanhol, introduz o leitor na actual epistemologia da ciência. A tradução é de Miguel Serras Pereira e o prefácio de João Maria André, professor de Filosofia da Universidade de Coimbra, para além de encenador e autor teatral. Na Almedina saiu também o volume de Karl Popper "Conjunturas e Refutações".



"O Jogo das Nuvens", Johann Wolfgang Goethe, Assírio e Alvim, 2003.

Goethe, além de poeta, foi um grande observador da Natureza. São bem conhecidas as suas teses anti-newtonianas sobre a teoria da cor. Mas menos conhecidas são as suas observações meteorológicas, reunidas neste excelente livrinho, que tem a marca de qualidade imprimida pelo germanista João Barrento (que fez não só a tradução, como a selecção de textos, o prefácio e as notas). Lendo este livro, percebe-se melhor por que razão para o poeta alemão "a observação da Natureza é infinita".



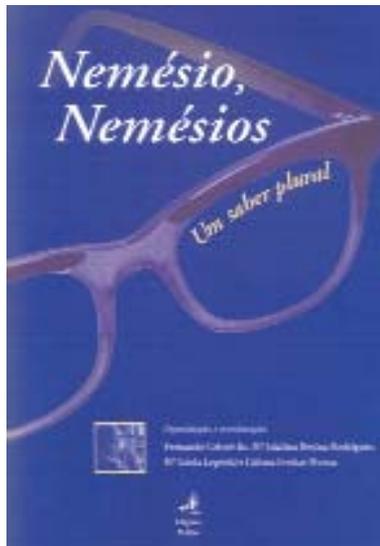
"Albert Einstein e a Experiência do Conhecimento em Física. A religiosidade cósmica como sentimento fundamental do espírito científico", Daniel Duarte de Carvalho, Campo das Letras, 2002.

Trata-se de uma dissertação de mestrado em Filosofia Moderna e Contemporânea, defendida na Universidade do Porto, e que foi orientado pela Dr^a Maria Manuel Araújo Jorge. O trabalho é um pouco académico, com uma extensa bibliografia final, mas o tema tem um interesse vasto: O que era o sentimento religioso para Einstein? Quem era afinal o Deus que o físico alemão várias vezes invocou em ditos que ficaram célebres (como "Deus não joga aos dados com o Universo" ou "Deus é subtil, mas não malicioso")?



"Engenho e Obra. Memória de uma Exposição", Manuel Heitor e outros (coordenação), Dom Quixote, 2003.

Livro que funciona como um catálogo da magnífica exposição sobre a engenharia em Portugal que teve lugar no início do ano no edifício da Cordoaria em Lisboa, na Junqueira, e que vai repetir em Coimbra, na Relvinha. Para aqueles que não puderam ver a exposição e que se interessam pela tecnologia (em particular, pelo seu impacto no desenvolvimento português) este é um livro obrigatório. Há um outro livro na mesma editora que trata a história da engenharia em Portugal.

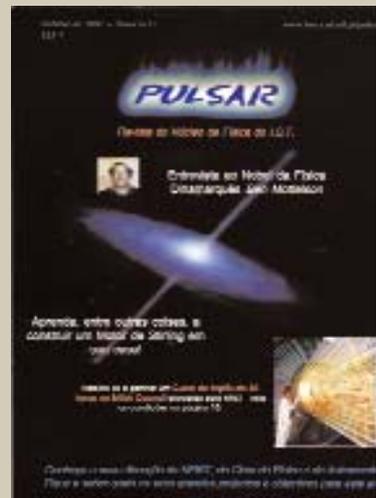


"Nemésio, Nemésios. Um saber plural", Fernando Cristóvão e outros (coordenação), Colibri, 2003.

Actas de um seminário dedicado aos cem anos do escritor Vitorino Nemésio, que foram comemorados em 2001. Um dos capítulos, com textos de João Lobo Antunes, Fernando Carvalho Rodrigues, Luís Archer, Maria Leonor Pavão e Jorge Buescu, trata as relações entre Nemésio e as ciências. Com efeito, o professor açoriano e grande comunicador não só escreveu poesia de temática científica ("Limite de Idade") como ensaios sobre ciência e sociedade (como "Era do Átomo. Crise do Homem", recentemente reeditado pela Imprensa Nacional).

C. F.

"PULSAR" COM NOVO FORMATO



Depois de ter sido um jornal, "Pulsar" passou a ser uma revista. É feita por estudantes – no caso, o núcleo de Física do Instituto Superior Técnico (IST) – e dedicada à ciência em geral, e à Física em particular. É mesmo a única publicação do seu género que se edita em Portugal.

A equipa redactorial, dirigida por Manuel João Mendes (pulsar@fisica.ist.utl.pt), assume em editorial o compromisso de publicar pelo menos três números por ano, considerando que só assim é possível associar "a exigência de qualidade e rigor científico" a "uma melhor execução ao nível de conteúdos e aspecto gráfico".

No primeiro "Pulsar" do corrente ano, o destaque vai para uma entrevista com o Prof. Alexandre Quintanilha, inserida num dossier consagrado ao curso de Biomédica. Outros temas a salientar: os segredos da linguagem cerebral, algoritmos genéticos, a descoberta de pulsares e uma reportagem sobre a International Conference for Physics Students (ICPS).

A revista também pode ser consultada em <http://www.fisica.ist.utl.pt/pulsar>.

Carlos Pessoa

SONDANDO OS CÉUS

Com a publicação do número 9, relativo a Maio do corrente ano, o boletim "O Observatório", editado pelo Observatório Astronómico de Lisboa (OAL), conhece um segundo fôlego. Explicando: uma parceria com a editora Gradiva torna possível a saída regular deste publicação, com oito páginas e a cores.

O director do OAL e de "O Observatório", João Lin Yun, congratula-se com este facto em editorial, realçando a circunstância de o universo empresarial português começar, finalmente, a mostrar alguma apetência e disponibilidade para apoiar eventos e iniciativas culturais, artísticas e científicas.

Nesta edição, são inseridas notícias sobre "Uma estrela misteriosa" e "Um planeta gigante muito quente". João Lin Yun dá uma extensa entrevista sobre o estado actual da Astronomia no nosso país, enfatizando a necessidade de investir em recursos humanos nesta área de conhecimento. A Astronomia na Internet e o Céu de Maio completam os conteúdos desta publicação, que possui uma versão electrónica disponível em <http://www.oal.ul.pt/oobservatorio/>.



INOVAÇÃO, ECONOMIA E SOCIEDADE

Ana Correia Moutinho, Manuel Mira Godinho e Tiago Santos Pereira são os responsáveis pela publicação de "IES", uma *newsletter* electrónica que, como o seu nome sugere, é dedicada a noticiar assuntos de interesse no âmbito da Inovação, Economia e Sociedade.

Desde Novembro de 2002, mês em que saiu o primeiro número, esta publicação já voltou ao contacto com os seus leitores por mais quatro vezes, noticiando eventos, registando obituários, dando conta de seminários e outras reuniões científicas, além de inserir uma agenda actualizada de realizações.

Esta publicação, a que os interessados podem aceder (em formato PDF) em <http://pascal.iseg.utl.pt/~cisep/IES>, é apoiada pelo Centro de Investigação sobre Economia Portuguesa (CISEP). Comentários, sugestões e informações podem ser enviadas para IES@iseg.utl.pt.



A CIÊNCIA EM USO DOMÉSTICO

Quem disse que para fazer um laboratório caseiro é indispensável equipamento científico ultramoderno?!... A demonstração prática desta tese é o *site* Ciência em Casa (<http://cienciaemcasa.cienciviva.pt>), patrocinado desde há pouco pelo Ciência Viva. Animado por Vasco Silva, jovem licenciado em Engenharia Química pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, tem como finalidade dar a conhecer a ciência de uma forma divertida. Divertida e prática, pois podem encontrar-se no *site* diversas experiências científicas simples para serem feitas em casa com materiais de uso quotidiano, como agulhas ou fita cola, palitos, fósforos ou arame. Com versões em português e inglês, e "no ar" desde Agosto de 1998, o Ciência em Casa propõe ainda um concurso científico, o espaço "Eureka" – onde os internautas podem colocar as suas dúvidas –, testes de cultura científica e curiosidades. Mais informações através de cienciaemcasa@aciou.pt.



C. P.



UMA REFORMA SURPREENDENTE, PERTURBADORA E PERIGOSA

JOSÉ DIAS URBANO

Presidente da Sociedade Portuguesa de Física
urbano@teor.fis.uc.pt

A revisão curricular do ensino secundário, cuja versão final foi recentemente apresentada pelo Ministro da Educação, é uma reforma surpreendente, perturbadora e perigosa.

Surpreendente porque, depois de ter simpatizado publicamente com as preocupações expressas no Manifesto para a Educação da República, de ter mandado suspender a reforma preparada pela equipa ministerial anterior e de ter criado a Comissão Nacional para o Ensino da Matemática e das Ciências, esperava-se que o Prof. David Justino abandonasse a metodologia reformista dos seus antecessores, a qual pôs o sistema educativo a funcionar literalmente às avessas.

De facto, mal tomavam posse os ministros da educação desatavam logo a reformar. Não é que não tivessem boas razões para o fazer, pois encontravam o sistema educativo invariavelmente desorganizado e desorientado. Mas esta situação resultava precisamente da forma atabalhoada e desconexa como se lançavam às reformas. Os ministros da educação procediam como se soubessem que a curta vida média do cargo não lhes proporcionaria o tempo suficiente para construir uma política consistente. Por isso

não perdiam tempo a reflectir, analisar e ponderar: agiam antes de pensar. Reformaram assim amplamente, com zelo e gosto, até chegarmos ao ponto em que nos encontramos. Ora, depois de ter dado sinais inequívocos de querer romper com esta metodologia nefasta, o Prof. David Justino acabou por cair no erro dos seus antecessores e lançou-se precipitadamente a mais uma reforma.

Como se isso não bastasse, depois de tomar essa infeliz decisão o Ministro da Educação não se apoiou em pareceres das sociedades científicas, não ouviu a Comissão que ele próprio criou, ignorou, embora educadamente como é seu timbre, as centenas de reparos e alertas que lhe chegaram das mais variadas proveniências, algumas delas altamente credenciadas, e desprezou a disponibilidade dos subscritores do Manifesto para a Educação da República, muitos deles de mérito inquestionável, para ajudar a identificar e encontrar soluções para os problemas da Educação.

Entre os pareceres que refiro no parágrafo anterior, destaca naturalmente o da Sociedade Portuguesa de Física, que teve a seguinte génese:

a) A 26 de Novembro de 2002, a Coordenadora da Divisão de Educação, Dr.^a Graça Santos, informou todas as escolas secundárias de que a proposta de revisão curricular podia ser consultada na página da web da SPF e solicitou aos Grupos de Disciplinas de Física e Química contributos para a elaboração dum parecer, chamando a atenção para um conjunto de 4 disposições mais preocupantes. As respostas de 85 dos referidos Grupos foram analisadas no Encontro de 11 de Janeiro de 2003, nas instalações do Departamento de Física da Universidade do Porto, organizado pela Divisão de Educação, tendo as conclusões sido apresentadas à Direcção da SPF.

b) Entretanto, alertada pela Coordenadora da Divisão de Educação, a Direcção transmitiu as suas apreensões ao Senhor Ministro da Educação por carta de 4 de Dezembro de 2002, e solicitou-lhe uma audiência que foi prontamente concedida em 12 do mesmo mês, à qual esteve presente a Dr.^a Graça Santos. Durante a audiência, que decorreu em ambiente de extrema cordialidade, o Senhor Ministro da Educação mostrou-se completamente receptivo às preocupações da SPF, a ponto de julgarmos que as disposições mais gravosas para o ensino das ciências experimentais iriam ser corrigidas.

c) Não obstante, o Presidente da SPF pediu contribuições sobre a Proposta de Revisão Curricular a todos os presidentes dos departamentos universitários de Física, tendo-se reunido com a maioria deles, para tirar conclusões, em 15 de Janeiro de 2003 no Departamento de Física da Universidade de Coimbra.

d) As conclusões dos referidos encontros de 11 e 15 de Janeiro foram sintetizadas no Parecer da SPF de 17 de Janeiro de 2003, que foi enviado ao Senhor Ministro da Educação nessa mesma data.

Depois da abertura manifestada na audiência de 12 de Dezembro de 2002, o Ministro da Educação acabou por manter, no seu essencial, a proposta inicial. Esta inesperada atitude constituiu não só uma surpresa, mas, sobretudo, uma enorme decepção, principalmente para aqueles que levaram a sério o seu pedido de colaboração para melhorar a versão inicial da revisão curricular. A partir de agora vai ser difícil convencer seja quem for, em especial os martirizados professores, da seriedade de qualquer "nova reforma". Para além de surpreendente, a nova reforma é também desnecessariamente perturbadora da vida escolar. Na verdade, no próximo ano lectivo vão coexistir, sem qualquer justificação plausível, a antiga estrutura curricular que o governo anterior pretendia reformar, alguns dos programas

da estrutura curricular que foi abortada antes de nascer e a certeza de que no ano de 2004/2005 vão entrar em vigor novas matrizes curriculares. Prevê-se, por isso, que durante o próximo ano lectivo a confusão nas escolas atinja níveis intoleráveis e absolutamente desnecessários, porque a urgente reforma do sistema educativo fica, mais uma vez, adiada.

Mas, ultrapassadas a surpresa, a decepção e a perturbação, a revisão curricular é, sobretudo, uma reforma muito perigosa. Vivem-se no nosso país momentos de grande ansiedade e incerteza perante o desmoronar das grandes expectativas que nos foram criadas após a integração de Portugal na União Europeia. Na verdade, se por um lado nos sentimos incapazes de inverter algumas tendências negativas que ensombram o nosso futuro, pelo outro apercebemo-nos finalmente que a indústria alemã, agora de olhos voltados para leste, deixou de estar interessada em pagar os nossos devaneios consumistas, a fundo perdido. Ora a nova revisão curricular não ajuda a resolver as dificuldades que nos afligem, antes pelo contrário. Marcada, como todas as precedentes, pelo ferrete da facilidade, ela vai dificultar a recuperação cultural e económica, alimentando assim o clima generalizado de descrença nas pessoas e nas instituições.

Na nova reforma, a ciência experimental passa a desempenhar um papel ainda menor do que nas reformas anteriores, o que é estranho e preocupante dada a nossa reconhecida incapacidade de competir com sucesso nos mercados globais, mormente no contexto da União Europeia alargada.

Incentivam-se os alunos a compor o seu próprio currículo a partir do 10.º ano de escolaridade, o que eles não deixarão de aproveitar para se auto-excluir do estudo das ciências experimentais, escolhendo caminhos mais fáceis. Esta "flexibilização" curricular é apresentada como um instrumento de combate ao insucesso escolar, que diminuirá quando os estudantes puderem escolher os estudos secundários que melhor se adaptam aos cursos universitários que pretendem frequentar. Mas esta justificação é uma falácia porque o sucesso escolar mede-se principalmente pela adequabilidade das competências adquiridas pelos jovens às tarefas que irão desempenhar na vida adulta. Além disso, se por um lado nem todos os alunos do secundário frequentarão cursos superiores, pelo outro a caótica situação em que se encontra o nosso ensino superior não permite antever coisa alguma. Nestas circunstâncias, atribuir aos estudantes, em idade prematura, a responsabilidade da escolha entre opções que

desconhecem é não só injusto como perigoso, porque eles entrarão facilmente em becos sem saída.

Anda o Primeiro Ministro, e muito bem, preocupado com a baixa produtividade dos portugueses, que é afinal a causa primeira dos problemas económicos e sociais que conhecemos. Mas só há uma forma de fazer crescer a produtividade: aumentar e inovar a produção de bens e serviços. O que, como é sabido, passa forçosamente por melhorar a qualificação dos portugueses, em particular a sua qualificação científica e tecnológica.

Ora, ao permitir que se abandone, no início do ensino

secundário, o estudo de disciplinas que servem de alicerce às ciências experimentais da natureza, e ao impedir que se frequentem simultaneamente no 12.º ano pares de disciplinas experimentais da máxima relevância, a nova revisão curricular privará de conhecimentos imprescindíveis muitos dos jovens que não seguem cursos superiores, e diminuirá ainda mais o já insuficiente universo de recrutamento para cursos de ciências e de engenharia.

Encontramo-nos assim perante uma situação algo caricata, mas muito nefasta, em que uma parte do governo pretende aumentar a produtividade e outra parte impede, porventura inadvertidamente, que esse objectivo seja alcançado.

CARTAS DOS LEITORES

Exmo. Sr.
Director da Gazeta de Física

O artigo "O Tamanho Conta", publicado na última Gazeta, pareceu-me justificar um pedido de esclarecimentos. De facto, algumas passagens não me pareceram muito claras.

Ao apresentar o exemplo da queda dos graves, o autor apresenta a expressão da velocidade, v , em função de 5 grandezas, ρ , M , A , h e g , afirmando que o problema se torna "mais difícil de resolver, pois temos 5 grandezas e apenas 3 equações". Ora não percebo bem como seria possível resolver o problema, mesmo no caso do número de equações e grandezas ser o mesmo, sem conhecer a forma da função f . Não me parece que fique claro como é que o teorema Pi permite determinar a forma desta função.

Por outro lado, julgo que a aplicação ao modelo "dum arco feito de alumínio à escala 1:2", tal como foi apresentado, nada ter que ver com o cálculo dimensional pois trata, quanto a mim, da simples aplicação directa da fórmula: $F = E l^2$.

Manuel Soares

Caro Leitor,

Agradeço-lhe os seus comentários. O meu trabalho foi escrito com o intuito de chamar a atenção para a importância da análise dimensional motivando os estudantes para a informação que pode ser obtida desconhecendo os detalhes do problema. Ele não tem a pretensão de explorar exhaustivamente as potencialidades desta técnica. É claro que o teorema Pi não permite encontrar a relação funcional que relaciona as grandezas. Ela só pode ser obtida recorrendo a uma análise detalhada do problema ou então experimentalmente. Com ele apenas podemos encontrar uma relação dimensionalmente correcta. Existem inúmeras expressões dimensionalmente correctas tendo como argumento grandezas adimensionais. A escolha da mais adequada nem sempre é óbvia, mas tenta-se algo simples. No caso da queda dos graves, como h foi eliminado recorrendo a argumentos físicos, ficamos apenas com 4 grandezas. A expressão da velocidade terminal que aparece no artigo é a que corresponde à relação mais simples entre as 4 grandezas. Em relação à segunda observação, não creio que o problema do arco seja suficientemente simples para ser resolvido por alguém sem conhecimentos mínimos de teoria da elasticidade dos sólidos. O leitor parte do princípio que se conhece a expressão que apresenta. Contudo, o objectivo do meu artigo é mostrar que se podem obter relações importantes desconhecendo quase por completo a física subjacente ao processo.

Armando Vieira

CARO SÓCIA/O DA SPF:

Na etiqueta que acompanha a "Gazeta de Física", consta o último ano de quota paga. Não se esqueça de regularizar a sua situação.

A SPF agradece!

Visite o nosso "site"

<http://spf.pt>

e faça-se sócio da Sociedade Portuguesa de Física

