



Gazeta de

Física

Sociedade Portuguesa de Física

"CRISE NA FÍSICA NÃO É UM PROBLEMA DE MAIOR"

Entrevista com Pierre-Gilles de Gennes,
Nobel da Física

A MAGNETOENCEFALOGRAFIA

Maria João Trindade

ASTRONOMIA VERSUS ASTROLOGIA

Ana Carla Campos



DIRECTOR Carlos Fiolhais
DIRECTORAS ADJUNTAS Constança Providência e Lucília Brito
EDITOR Carlos Pessoa

CORRESPONDENTES Paulo Crawford (Lisboa),
Joaquim Santos (Coimbra) e João Pedro Araújo (Porto)

COLABORAM AINDA NESTE NÚMERO

Ana Carla Campos, Fernando Nogueira, Graça Santos,
Helena Caldeira, José António Paixão, J. Maia Alves, Manuel
Fiolhais, Maria Helena Damião da Silva, Maria João Gomes
Trindade, Maria Margarida Cruz, Patrícia Faísca, Pedro
Patrício, Pedro Ré, Sandra Costa.

SECRETARIADO

Maria José Couceiro (Lisboa)
e Florbela Meireles (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

APOIO:

Ministério da Educação - Sistema de Incentivos à
Qualidade da Educação



ÍNDICE

ARTIGOS

A MAGNETOENCEFALOGRAFIA 4
 Maria João Gomes Trindade

ASTRONOMIA VERSUS ASTROLOGIA 10
 - UMA OPORTUNIDADE DE APRENDER O QUE É A
 CIÊNCIA
 Ana Carla Campos

ENTREVISTA

"HÁ UMA CERTA CRISE NA FÍSICA, MAS NÃO É UM
 PROBLEMA DE MAIOR" 14
 Entrevista com Pierre-Gilles de Gennes, Nobel da Física
 francês

NOTÍCIAS

FÍSICA NO MUNDO 20
 FÍSICA EM PORTUGAL 24
 SOCIEDADE PORTUGUESA DE FÍSICA 27

SECÇÕES

ENSINO DA FÍSICA 29
 OLIMPÍADAS DA FÍSICA 34
 LIVROS E MULTIMÉDIA 38
 ANO INTERNACIONAL DA FÍSICA 42

CRISE DA FÍSICA, QUE CRISE?

Há uma crise da Física e como se manifesta? Quais os seus contornos e, sobretudo, como conjurá-la? Este é um dos tópicos abordados por **PIERRE-GILLES DE GENNES**, Nobel da Física francês que esteve na Primavera passada em Portugal e foi entrevistado pela "Gazeta". No seu conjunto, a conversa mantida com Patrícia Faísca e Pedro Patrício permitiu tratar uma série de temas de incontestável actualidade e pertinência, como os leitores terão oportunidade de comprovar.

Outros assuntos deste número justificam menção. **MARIA JOÃO TRINDADE** escreve sobre a magnetoencefalografia, uma técnica recente, aparentada à electroencefalografia, que possibilita a medição e o estudo dos campos magnéticos associados à actividade neuronal do cérebro.

O artigo de **ANA CARLA CAMPOS**, "Astronomia versus astrologia - uma oportunidade de aprender o que é a ciência", revela as dificuldades sentidas pelos professores nas salas de aula para desmontarem a lógica não científica do que é designado por "sistemas de crenças", com particular destaque para a astrologia. Na opinião da autora, "cabe aos professores de ciências um papel na formação do espírito crítico dos nossos jovens e os conteúdos de astronomia proporcionam uma oportunidade soberana de o fazer, simultaneamente explicando aos alunos o que é a ciência e o que distingue o conhecimento científico dos demais".

O **ANO INTERNACIONAL DA FÍSICA 2005** tem nesta edição, como na anterior, um destaque particular; traduzido no acervo informativo sobre as iniciativas e realizações que comecem a desenhar-se à escala nacional e internacional para garantir uma visibilidade acrescida para a Física durante o próximo ano. Contrariar e mesmo anular a crise da Física será um objectivo comum.

O conteúdo desta edição de Outono da "Gazeta" completa-se com as habituais secções de Notícias da Física, no Mundo e em Portugal, Ensino da Física, Olimpíadas e Livros e Multimédia.

Voltamos no final do ano. Boa leitura!

A magnetoencefalografia (MEG) é uma técnica recente, aparentada à electroencefalografia (EEG), que possibilita a medição e o estudo dos campos magnéticos associados à actividade neuronal. Trata-se de uma técnica que, devido a uma elevada resolução temporal (da ordem do milissegundo), permite o seguimento das alterações rápidas de actividade cortical. Com a MEG é possível localizar a actividade neuronal com uma precisão superior à da EEG.

MARIA JOÃO GOMES TRINDADE
Instituto de Biofísica e Engenharia Biomédica,
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa,
1749-016 Lisboa, Portugal

maria.trindade@netcabo.pt

A MAGNETOEN

A electroencefalografia (EEG) consiste na medição das diferenças de potencial eléctrico através da superfície do escalpe, por meio da aplicação de eléctrodos sobre esta superfície. Trata-se do método tradicionalmente utilizado para medir a actividade electrofisiológica cerebral. A localização das correntes medidas e a consequente localização das regiões funcionais do cérebro encontra-se, no entanto, dificultada pelo facto de os potenciais eléctricos serem atenuados e distorcidos pelos tecidos cerebrais.

Recentemente surgiu uma nova técnica de medição da actividade electrofisiológica cerebral, denominada magnetoencefalografia (MEG). Esta técnica, aparentada com a EEG, traduz-se na medição dos campos magnéticos produzidos pelo cérebro, com o auxílio de um aparelho posicionado em redor da cabeça.

Ambas as técnicas - MEG e EEG - são não invasivas e possuem uma resolução temporal da ordem do milissegundo, adequada ao seguimento pormenorizado da evolução temporal dos processos electrofisiológicos cerebrais. A MEG tem perspectivas bastante promissoras, dadas as suas vantagens sobre a EEG. Para além disso, pode complementar a informação desta última.

A MAGNETOENCEFALOGRAFIA

O movimento de partículas electricamente carregadas (iões), associado ao processamento de informação pelo cérebro, origina campos magnéticos. A amplitude dos campos magnéticos cerebrais pode assumir valores mil milhões de vezes inferiores à amplitude do campo magnético terrestre, que é da ordem dos 10^{-4} T. Apesar da sua

CEFALOGRAFIA

amplitude extremamente pequena, é possível medir, com uma precisão da ordem do milissegundo, os campos magnéticos cerebrais. Para isso usa-se um detector ultrasensível denominado SQUID (Superconducting Quantum Interference Device) [1], instrumento que será descrito mais adiante.

A MEG, assim como a EEG, relaciona-se com a despolarização (aumento do potencial membranar) associada aos potenciais sinápticos. Estes potenciais ocorrem ao nível do contacto entre células nervosas (sinapses) e envolvem o fluxo transmembranar, intra e extracelular de correntes iónicas devidas, predominantemente, aos iões sódio e potássio.

O fluxo intracelular, representado por uma seta na Fig. 1, pode ser modelado pelo chamado "dipolo de corrente". Um dipolo eléctrico consiste em duas cargas de igual valor, sinal oposto e separadas por uma distância muito pequena. Este conceito é estendido ao dipolo de corrente, que é uma idealização matemática de uma fonte de corrente, caracterizada pela saída de corrente num dado local e pelo seu retorno num outro local não muito afastado do anterior. O dipolo de corrente consiste, então, numa fonte (+ I) e num sumidouro (- I) de corrente, sendo I a intensidade da corrente, separados por uma distância L . O dipolo de corrente pode ser visto como uma pequena bateria no interior da qual processos bioquímicos provocam uma determinada corrente do terminal negativo (sumidouro) para o positivo (fonte). Dada a inexistência de uma acumulação de cargas, a corrente "injectada" ao nível sináptico é compensada por outras correntes que fluem naquele meio, do terminal positivo para o negativo, e constituem as correntes de volume.

Estas são geradas em resposta aos gradientes de potencial eléctrico criados pelas correntes transmembranares e completam, por sua vez, o circuito de fluxo iónico de modo a que seja mantida a carga total, dando origem a uma dissipação do gradiente. Estas correntes óhmicas passivas fluem em sentido inverso das anteriores, no meio extracelular circundante, e espalham-se por toda a cabeça. Podem ser consideradas, no caso de um condutor homogéneo infinito, como a soma de uma corrente radialmente simétrica que diverge do terminal positivo e de uma corrente radialmente simétrica que converge para o terminal negativo, formando a sua sobreposição um padrão dipolar (ver Fig. 1). O dipolo de corrente, ou seja, o movimento de cargas ao longo de uma distância muito pequena, é um conceito bastante usado em neuro-magnetismo para descrever uma fonte biológica de campos magnéticos.

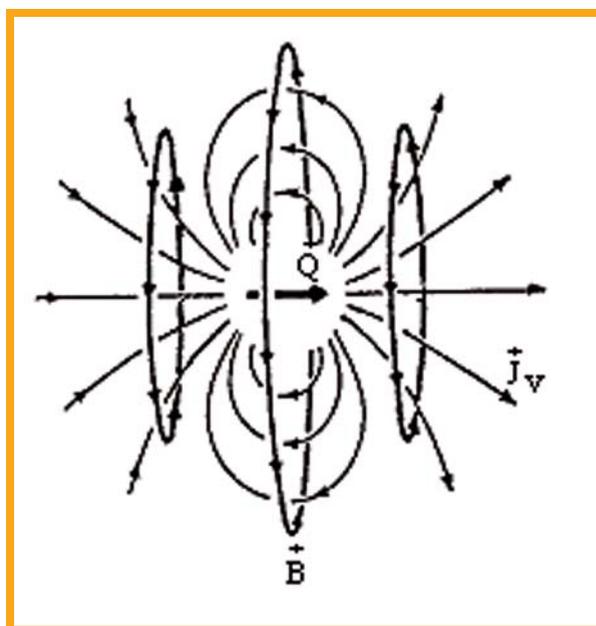


Fig. 1 - Modelo do dipolo de corrente (\vec{Q}) usado para descrever uma fonte de corrente. \vec{B} representa as linhas de campo magnético e \vec{J}_v as correntes de volume. (Adaptado de [2].)

O campo magnético é calculado recorrendo à lei de Biot-Savart. Na Fig. 1 estão representadas as linhas de campo magnético (\vec{B}) associadas a uma fonte de corrente localizada, a qual foi aproximada por um dipolo de corrente (\vec{Q}). As correntes extracelulares, produzidas por este dipolo de corrente no volume condutor, encontram-se também ilustradas (\vec{J}_v).

Dado que a MEG mede, preferencialmente, a actividade associada a fontes de corrente orientadas tangencialmente (em relação à esfera que melhor representa a superfície interna do crânio) ou às componentes tangenciais de fontes orientadas segundo uma direcção qualquer, é uma

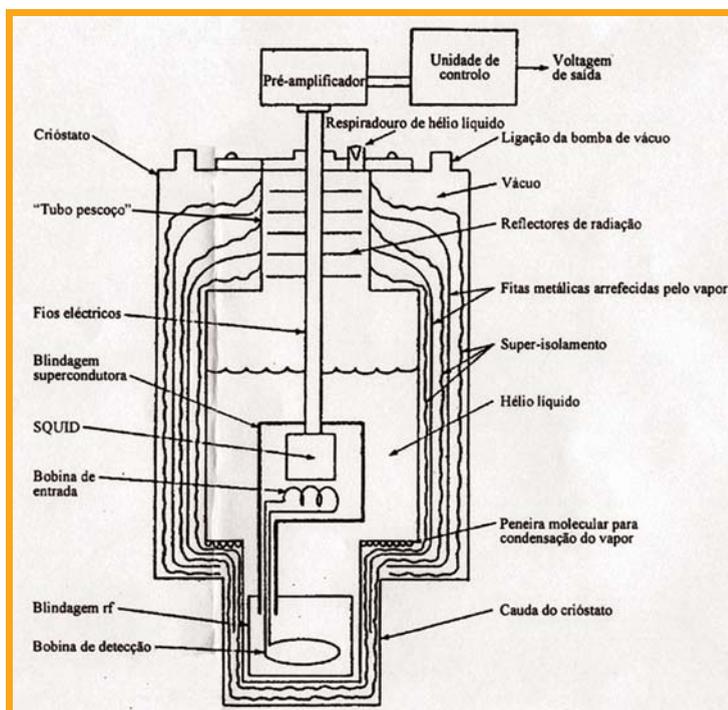
técnica adequada ao estudo da actividade originária de sulcos e fissuras cerebrais, onde os neurónios designados como células piramidais, com uma orientação predominantemente perpendicular em relação à superfície cortical, se encontram orientados de uma forma aproximadamente tangencial em relação à superfície do escalpe. Trata-se, assim, de uma técnica muito adequada ao estudo de respostas evocadas sensorialmente, uma vez que todas as áreas sensoriais primárias do córtex cerebral estão localizadas em sulcos ou fissuras. A EEG é, por seu lado, sensível quer a fontes orientadas tangencialmente quer a fontes orientadas radialmente [3].

A EEG é responsável essencialmente pela medição, ao nível do escalpe, dos potenciais eléctricos associados às correntes extracelulares. Estas correntes são atenuadas ao atravessarem o crânio em direcção ao escalpe, devido à baixa condutividade eléctrica do crânio. A distribuição destas correntes, ao nível da superfície, é ainda distorcida pela variação significativa da condutividade e espessura do crânio de local para local. Os campos magnéticos são, por sua vez, predominantemente, o resultado das correntes intracranianas (correntes intra e/ou extracelulares). As correntes eléctricas são muito fracas ao nível do crânio e do escalpe podendo ser ignorado o seu contributo para o campo magnético medido exteriormente. A MEG é, deste modo, pouco sensível aos valores de condutividade do crânio. Além disso, o corpo humano é, praticamente, "transparente" aos campos magnéticos de baixa frequência, não sendo estes distorcidos nem atenuados pelos tecidos. Uma vez que não existe informação rigorosa sobre a condutividade eléctrica e a espessura do crânio para um dado indivíduo, a MEG pode originar uma maior resolução espacial na localização das áreas activas no córtex cerebral comparativamente à EEG [4].

A resolução espacial da técnica de MEG pode atingir valores da ordem de 2-3 mm, sendo a resolução espacial da técnica de EEG tipicamente da ordem do centímetro [5]. A MEG tem sido largamente aplicada ao estudo da actividade do cérebro normal, quer espontânea quer evocada por estímulos sensoriais. O grande desenvolvimento desta técnica nos últimos anos tem levado à obtenção de informação muito significativa sobre a organização estrutural e a localização de fontes de corrente corticais, em particular nas áreas sensoriais primárias do córtex cerebral humano que estão envolvidas nos diversos processos fisiológicos [5].

No que respeita a aplicações clínicas, a MEG tem vindo a adquirir uma importância crescente, existindo cada vez mais clínicas internacionais que recorrem a ela de uma forma rotineira. Tem sido usada na localização funcional pré-cirúrgica e na localização da actividade epiléptica. Constitui uma ferramenta extremamente importante na localização precisa de áreas funcionais essenciais do córtex cerebral, como sejam as áreas sensoriais, motoras ou relacionadas com a linguagem, evitando que estas sejam perturbadas no tratamento cirúrgico de uma neoplasia, de uma região epileptogénica ou de uma malformação vascular. A MEG pode também ser de grande utilidade na intervenção cirúrgica de epilepsias não tratáveis por medicação, nomeadamente na determinação do número de regiões circunscritas onde se iniciem as crises e na localização destas regiões. É ainda usada na avaliação clínica da integridade das vias sensoriais.

Fig. 2 - Representação esquemática de um dos dispositivos criogénicos mais simples usados na instrumentação bio-magnética. Os principais componentes deste sistema de SQUID são o transformador de fluxo, constituído pela bobina de detecção (sensível a variações do campo magnético externo, as quais dão origem a uma corrente eléctrica) e pela bobina de entrada (local onde se dá a geração do fluxo magnético a partir da corrente eléctrica), e o SQUID (o qual, juntamente com os componentes electrónicos a ele associados, detecta, amplifica e transforma o fluxo magnético gerado na bobina de entrada em voltagem). O sistema de SQUID encontra-se no interior de um recipiente de fibra de vidro (crióstato), isolador do ponto de vista térmico, e imerso em hélio líquido. (Adaptado de [7].)



INSTRUMENTAÇÃO

A medição dos campos neuromagnéticos só é possível de uma forma satisfatória se o SQUID se encontrar acoplado a um "transformador de fluxo" supercondutor, através do qual ele contacte com o exterior. O transformador de fluxo consiste, na sua forma mais simples, num circuito fechado em que uma das terminações é constituída pela denominada "bobina de detecção" e a outra pela denominada "bobina de entrada", esta última situada muito mais próximo do SQUID.

Deste modo, a bobina de detecção é sensível a alterações do campo magnético externo, as quais induzem uma corrente eléctrica que, dado o transformador de fluxo ser supercondutor e o fluxo total ser conservado, é proporcional ao valor instantâneo do fluxo magnético aplicado à bobina (ou seja, o produto do campo magnético pela secção da bobina). Esta corrente, à medida que passa através da bobina de entrada, provoca, por sua vez, um fluxo magnético, o qual é então detectado, amplificado e transformado em voltagem pelo sensor do SQUID e pelos diversos componentes electrónicos a ele associados.

O funcionamento do SQUID tem como base o efeito de Josephson [6], que ocorre nos supercondutores e consiste num fenómeno de interferometria quântica. O sensor, propriamente dito, é formado por um anel supercondutor interrompido por uma ou por duas junções, denominadas junções de Josephson (também designadas por "ligações fracas"). Para valores de corrente eléctrica abaixo de um dado valor crítico, I_c (característico destas junções), os electrões passam, por efeito de túnel, de uma região supercondutora para outra, que separada da primeira por uma destas junções (barreira resistiva, isoladora, a qual limita, na verdade, o fluxo da supercorrente), sem que haja perda de supercondutividade (decrésimo de voltagem). O conjunto, formado pelo sensor do SQUID e pelos componentes supercondutores a ele associados, é mantido a cerca de 4 °C acima do zero absoluto (-269 °C), através da sua imersão em hélio líquido, de modo a manter-se o estado supercondutor. A Fig. 2 ilustra, de uma forma esquemática, um destes sistemas de SQUID.

Para reduzir o ruído magnético ambiental detectado pelo sistema de SQUID, utiliza-se um processo de redução do ruído denominado "discriminação espacial" através de uma configuração adequada do transformador de fluxo. De facto, se se pretender medir a actividade de uma fonte localizada perto da bobina de detecção, será de grande utilidade a utilização de gradiómetros. A bobina de detecção é dividida em várias subbobinas, sendo o sinal medido pelo sistema de SQUID a diferença entre o campo detectado pela(s) bobina(s) mais próximas(s) da cabeça e pela(s) mais afastadas(s). Tal permite uma forte atenuação dos campos longínquos, em particular do campo magnético terrestre, dado que estes afectam de

igual modo as diversas bobinas de detecção. A amplitude dos campos magnéticos cerebrais é muito superior na(s) bobina(s) de detecção mais próxima(s) da cabeça, o que faz que estes não sofram praticamente redução.



Fig. 3 - Sistema de SQUID de 122 canais, da Neuromag, colocado no interior de uma sala de blindagem magnética. (Adaptado de [5].)

As medições de campos neuromagnéticos são frequentemente efectuadas no interior de uma sala de blindagem magnética, de modo a reduzir o ruído ambiental. A utilização, no seu fabrico, de material ferromagnético de elevada permeabilidade, permite uma blindagem dos campos magnéticos, uma vez que o fluxo magnético externo flui em torno das paredes, evitando o interior da sala blindada.

Têm sido efectuados grandes esforços no sentido de desenvolver instrumentação com vários canais, possuindo cada um destes um transformador de fluxo, um sensor e a respectiva electrónica. Estes sistemas permitem a reco-lha de informação simultaneamente em diversos locais sobre a superfície da cabeça, proporcionando resultados experimentais mais precisos e maior velocidade na execução das experiências.

Actualmente existem vários sistemas magnetoencefalográficos, em laboratórios internacionais, que permitem a

aquisição simultânea do mapa topográfico magnético correspondente a todo o córtex cerebral. Obtem-se assim uma grande quantidade de informação sem que para isso seja necessária a deslocação do sistema de SQUID. Esta facilidade é muito útil, em especial em estudos clínicos. A Fig. 3 mostra um destes sistemas. Em Portugal o único sistema de SQUID, com apenas sete canais, encontra-se montado no Instituto de Biofísica e Engenharia Biomédica, na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

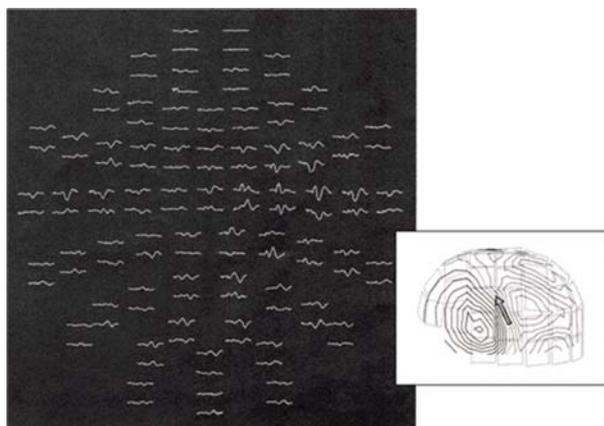


Fig. 4 - Mapa de campo magnético e mapa de campo isomagnético correspondente onde se encontra representado o respectivo dipolo de corrente (seta). (Adaptado de [8].)

A Fig. 4 é um exemplo de traçados temporais de sinais magnetoencefalográficos (mapa de campo magnético, à esquerda) obtidos com o auxílio de um sistema de cabeça inteira. As zonas de saída e de entrada do campo magnético "macroscópico" encontram-se ilustradas por sinais de polaridade oposta. Na figura é possível também observar o mapa da intensidade do campo magnético (mapa de campo isomagnético, em baixo, à direita), para um dado instante. A seta, localizada aproximadamente a meia distância entre os extremos do campo magnético de polaridade oposta, corresponde à localização aproximada da fonte de corrente que representa a actividade medida.

MODELAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DE CORRENTES

A seguir apresentamos uma descrição sumária e qualitativa do modo como são tratados os problemas directo e inverso da MEG. O primeiro consiste em determinar a distribuição do campo magnético em redor da superfície da cabeça, com base quer nas características espaciais do meio condutor (cabeça) quer nas características da fonte ou fontes de corrente, isto é, tanto os parâmetros da(s) fonte(s) como a geometria da cabeça são dados relativamente a um sistema de coordenadas. A resolução do problema inverso consiste na estimativa das características da(s) fonte(s) de corrente, situada(s) no interior de um meio condutor, a partir do conhecimento dos valores do campo neuromagnético externo.

Nas aplicações magnetoencefalográficas (e electroencefalográficas), o dipolo de corrente é usado como fonte equivalente, isto é, o dipolo traduz o fluxo total de corrente intracelular, resultante da activação aproximadamente síncrona de dezenas de milhares de neurónios. Possibilita, assim, informação acerca da direcção da corrente. Uma grande parte da actividade eléctrica cerebral pode ser razoavelmente bem explicada, com base em dipolos equivalentes e nas correntes extracelulares a eles associadas, o modelo simples do dipolo de corrente [9].

Uma vez que a modelação da cabeça é uma tarefa complexa, uma aproximação muito usada, quer em EEG quer em MEG, consiste em desprezar a forma exacta daquele meio condutor e considerá-lo esféricamente simétrico. Uma das aproximações mais simples do ponto de vista de condutividade cerebral, traduz-se em considerar a cabeça como uma esfera homogénea ou como um conjunto de camadas esféricas homogéneas concêntricas, possuindo cada uma delas a sua condutividade. As diferentes camadas pretendem simular o cérebro, o líquido céfalo-raquidiano, o crânio e o escalpe. Ao contrário do que acontece com os potenciais eléctricos, os campos magnéticos medidos no exterior da cabeça não dependem da condutividade (ou padrão de condutividades) nem do raio da esfera (ou das sucessivas camadas esféricas), pelo que os modelos da esfera homogénea simples e múltipla são completamente idênticos no caso da MEG. Tal simplifica bastante o problema do processamento de dados magnetoencefalográficos, uma vez que o campo magnético depende apenas da posição, orientação e amplitude do dipolo de corrente [4]. É, além disso, apenas necessário especificar a posição do centro da esfera, pelo que se trata de um problema puramente geométrico [10].

Uma outra vantagem da aplicação dos modelos esféricos em MEG tem a ver com o facto da componente radial do campo magnético não ser afectada pelas correntes extracelulares. Assim, se os sensores estiverem, na medida do possível, orientados radialmente em relação à esfera que melhor representa a cabeça, recebe-se, predominantemente, o sinal da componente tangencial da corrente intracelular, qualquer que seja a orientação desta corrente. Note-se que, mesmo quando o sistema de SQUID se encontra inclinado, o campo magnético medido no exterior do corpo depende das correntes extracelulares (as componentes do campo magnético diferentes da componente radial recebem uma contribuição destas correntes), mas é independente dos diversos valores de condutividade [10].

Uma vez que os modelos esféricos não representam bem a superfície interna do crânio, no caso das regiões cerebrais temporal inferior e frontal torna-se, por vezes, conveniente utilizar um modelo que descreva a cabeça de uma forma mais realista, o que conduz a um maior acordo entre os campos magnéticos medidos e estimados e, conseqüentemente, a uma melhor caracterização das fontes de corrente.

Nos estudos em que são utilizados modelos realistas para a cabeça, as superfícies podem ser construídas a partir da digitalização de imagens de ressonância magnética (relativas a diferentes cortes) obtidas no indivíduo em estudo. As superfícies são triangulizadas e o campo magnético deverá ser calculado numericamente, com base no método dos elementos na fronteira [11].

A teoria subjacente aos problemas directo e inverso indica que não existe uma solução única para a resolução deste último problema e conseqüente identificação da fonte ou fontes de corrente responsáveis por um dado conjunto de campos magnéticos: configurações distintas de fontes de corrente podem originar campos magnéticos idênticos, o que explica, pelo menos em parte, a ambigüidade associada ao problema inverso.

A não unicidade do problema inverso poderá ser ultrapassada se se efectuarem hipóteses acerca das características quer da(s) fonte(s) de corrente quer do meio condutor. Assim, a imposição de determinadas condições conduz à simplificação do problema inverso, tornando-o tratável do ponto de vista matemático e, ao mesmo tempo, fisiologicamente significativo.

Uma parte significativa dos trabalhos em MEG tem recorrido à utilização do modelo de dipolo único. Trata-se de um modelo bastante razoável que se utiliza sempre que se pretende aproximar uma pequena área de córtex cerebral, que está relativamente distante do ponto de medida. No entanto, este modelo é pouco apropriado quando se encontram activas áreas de córtex cerebral relativamente grandes, em particular no caso da actividade cerebral espontânea de indivíduos com epilepsia ou quando existem diversas áreas cerebrais simultaneamente activas. Surge, então, a necessidade de utilizar modelos mais sofisticados, em particular modelos que consideram fontes extensas ou dipolos múltiplos.

As vantagens da MEG, tanto do ponto de vista técnico como no que respeita à aplicação de modelos matemáticos para processamento de sinais e a informação que fornece, conferem a esta técnica inúmeras potencialidades, quer na compreensão do funcionamento normal do cérebro, quer na identificação e acompanhamento de patologias cerebrais. De facto, a MEG tem vindo a ser cada vez mais usada em rotina hospitalar e em investigação, de carácter fundamental e clínico.

AGRADECIMENTOS

A autora agradece ao Professor Doutor Eduardo Ducla-Soares os seus preciosos ensinamentos e o apoio na elaboração deste artigo e ao Professor Doutor Pedro Cavaleiro Miranda os seus comentários pertinentes na revisão do manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Cohen, D., "Magnetoencephalography: detection of the brain's electrical activity with a superconducting magnetometer," *Science*, 175, 1972, 664-666.
- [2] Romani, G. L., "Fundamentals on neuromagnetism", *Advances in Biomagnetism*, Williamson S., Hoke M., Stroink G. e Kotani M. (eds.), J., Plenum Press, New York, 1989, 33-46.
- [3] Cohen, D. e Cuffin, B. N., "Demonstration of useful differences between magnetoencephalogram and electroencephalogram", *Electroenceph. Clin. Neuro-physiol*, 56, 1983, 38-51.
- [4] Ducla-Soares, E., "Modelling in magnetoencephalography", *Advances in Neurology*, vol. 54, Magnetoencephalography, Sato S. (ed.), Raven Press, New York, 1990, 95-99.
- [5] Hämmäläinen, M. S., Hari, R., Ilmoniemi, R. J., Knuutila, J. e Lounasmaa, O. V., "Magnetoencephalography theory, instrumentation, and applications to noninvasive studies of the working human brain", *Reviews of Modern Physics*, 65, 1983, 413-498.
- [6] Josephson, B. D., "Possible new effects in superconductive tunnelling", *Phys. Lett.*, 1, 1962, 251-253.
- [7] Romani, G. L., "Biomagnetism: an application of SQUID sensors to medicine and physiology", *Physica*, 126, 1984, 70-81.
- [8] *Neuromag-122TM, A window to the human brain* (catálogo), Neuromag Ltd., Helsinki, 1993.
- [9] Hari, R., "Interpretation of cerebral magnetic fields elicited by somatosensory stimuli", *Springer Series of Brain Dynamics I*, E. Basar (ed.), Springer, Berlin/Heidelberg, 1988, 305-310.
- [10] Sarvas, J., "Basic mathematical and electromagnetic concepts of the biomagnetic inverse problem", *Phys. Med. Biol.*, 32, 1987, 11-22.
- [11] van Oosterom, A. e Strackee, J., "The solid angle of a plane triangle", *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, BME-30, 1983, 125-126.
- [12] Trindade, M. J., "Magnetoencefalografia do Córtex Visual", Dissertação de Doutoramento em Biofísica na Universidade de Lisboa, 1988.

O elevado número de videntes, bruxos e astrólogos que têm eco na comunicação social (anúncios nos jornais e na televisão, linhas telefónicas de valor acrescentado, horóscopos, etc.) mostra que a credulidade acrítica prolifera na sociedade contemporânea. Estes sistemas de crenças, das quais a astrologia é um bom exemplo, manifestam-se na sala de aula, em particular no estudo da astronomia. Cabe aos professores de Ciências Físico-Químicas um papel relevante na formação do espírito crítico dos nossos jovens. Os conteúdos de astronomia proporcionam uma oportunidade soberana de o fazer, explicando aos alunos o que é a ciência e o que distingue o conhecimento científico de outros.

ANA CARLA CAMPOS

Clube de Astronomia da Escola Secundária José Régio

Alameda Afonso Betote,

4480 Vila do Conde

ana_carla_campos@hotmail.com

ASTRONOMIA ASTROLOGIA - Uma oportunidade o que é a ciência

Para a maioria dos alunos e população em geral, a astrologia é uma ciência. E com muito mais pontos de interesse do que as ciências académicas, que não se apresentam tão aliciantes e acessíveis: nenhum ramo científico tem a pretensão de prever como nos correrá a semana ou se o namoro que ainda agora começou tem um futuro glorioso à sua frente... (estas são questões muito importantes para os adolescentes e raro será o jovem que não sabe o seu signo e o signo do/a namorado/a). Estamos a falar de uma crença muito enraizada e que não vai ser removida de uma forma simples. "Isso são tudo tretas de charlatães que apenas querem fazer dinheiro" ou "Não vamos perder tempo da aula com essas balelas que não têm base nenhuma", são frases sem grande valor na formação do sentido crítico dos jovens. Mais: a maioria dos alunos afirma que já leu alguma vez algo no seu signo, sobre o seu carácter ou sobre o seu futuro, que se veio a revelar correcto. Acreditam, portanto, na veracidade daquele conhecimento com base, alegadamente, na sua experiência pessoal.

Se quisermos abordar razoavelmente a questão, ter-se-á, pelo menos, que estabelecer claramente o que é e como surgiu a astrologia e o que é e como surgiu a astronomia. A astrologia é uma crença milenar. Bem cedo na história da humanidade, os povos (chineses, gregos, egípcios), que não tinham a iluminação nocturna a que nos habituámos nas cidades actuais, deslumbraram-se a olhar para o céu, conjecturando sobre o que seriam aquelas luzes e aprendendo rapidamente a conhecê-las bem. Frequentemente associavam conjuntos de estrelas entre si, projectando nelas figuras familiares de objectos ou animais (Leão, Caranguejo, Escorpião) ou do seu imaginário mitológico de deuses e lendas (Cassiopeia, Pléiades, Andrómeda,

ERSUS

de de aprender

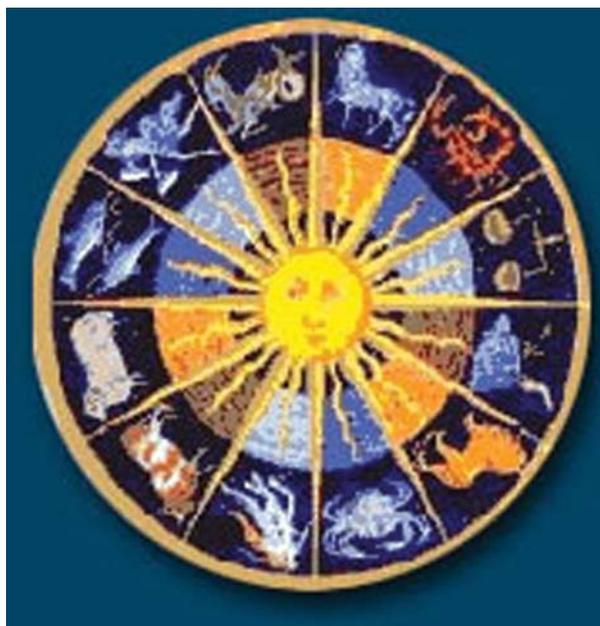
Pégaso). Foi assim que surgiram as constelações. Projectavam nos céus os seus medos e ambições e liam neles as mensagens dos deuses. Poderosos reis e imperadores tinham na sua corte astrólogos incumbidos de os informar dos auspícios dos céus e, de acordo com eles, decidiam as invasões, as alianças, os casamentos, etc. Tratava-se de um pensamento mitológico, semelhante ao de quem acredita que a disposição das folhas de chá, ou dos búzios, ou das cartas, ou das linhas da mão, pode prever o futuro. Não há qualquer diferença essencial. O facto de se utilizar objectos celestes, magníficos e inacessíveis, não torna a crença astrológica mais digna. Trata-se apenas de uma crença. Da mitologia do céu nasceu a astrologia, que se foi refinando até atingir as formas que conhecemos nos dias de hoje.

Paralelamente, o conhecimento dos céus revelou-se proveitoso. Os povos antigos observaram também que o céu não tinha sempre o mesmo aspecto: mudava durante a noite e mudava durante o ano. Mas, mais importante ainda, não se alterava de uma maneira arbitrária: as mudanças apresentavam regularidades. O conhecimento dessas regularidades mostrou-se essencial: com ele as épocas de sementeira e colheita podiam ser conhecidas com bastante rigor, bem como as épocas das chuvas ou de migração. Estes conhecimentos podiam significar a diferença entre a vida e a morte... E assim nasceu a astronomia!

A astronomia pretende conhecer a natureza, a posição e os movimentos dos astros no céu. Tal como a astrologia, necessita de registos exactos, o que provocou o desenvolvimento de métodos de observação e medida. Mas, ao contrário da astrologia, a astronomia não tem nada de

mitológico pois implica a formulação de hipóteses, que devem ser testadas na prática. Trata-se de um conhecimento científico.

A astronomia e a astrologia têm uma origem comum e seguiram caminhos muito próximos durante vários séculos, ao longo de toda a Antiguidade e Idade Média. Apenas no final do Renascimento surgiu, a custo, a sua separação. Usam símbolos e termos comuns, o que favorece a confusão entre elas. É, por isso, relevante explicar aos alunos as diferenças entre as duas.



OBSERVAR, REGISTAR E TESTAR HIPÓTESES

O conceito de constelação, usado de forma diferente na astronomia e na astrologia, permite de um modo simples estabelecer algumas diferenças fundamentais. Uma constelação representa uma determinada região do céu, rigorosamente delimitada e geralmente definida aproveitando as figuras ancestrais apenas por razões históricas. Em astronomia, toda a abóbada celeste foi dividida em 88 constelações que servem tão só como método de cartografia do céu. Em astrologia, apenas um conjunto de constelações interessa: as da faixa do Zodíaco, o conjunto de constelações por onde o Sol e os planetas se movem aparentemente ao longo do ano. Todas as outras constelações não são importantes. Além disso, a astrologia associa a cada constelação do Zodíaco certos símbolos; e o facto de o Sol, a Lua e os planetas se situarem aparentemente no céu em determinadas constelações em certos momentos determina o nosso carácter e influencia as nossas acções. Tal nada tem a ver com o conceito astronómico de constelação.

A astronomia é uma ciência porque observa, regista, elabora e testa hipóteses. As hipóteses que forem comprovadas

serão aceites, até prova em contrário, ao passo que as outras serão rejeitadas. E, neste caso, formulam-se novas hipóteses até se descobrir a melhor regra, o modelo que melhor explica determinado fenómeno. A astrologia não é uma ciência, porque observa, regista, elabora hipóteses, mas não as testa. Aceita simplesmente as suas hipóteses como válidas, acredita apenas que é assim. Não são, portanto, hipóteses, mas dogmas.

Vejamos um exemplo: o movimento do planeta Marte. O que interessa ao astrónomo é obter um registo do movimento aparente do planeta, construir um modelo que permita explicar esse movimento e testá-lo, por exemplo, através da previsão das suas posições futuras. Assim se tornou possível, entre outras coisas, mandar sondas a Marte e alargar o nosso conhecimento do sistema solar. O que interessa ao astrólogo é conhecer as características que mitologicamente estão associadas ao planeta e relacioná-las com a posição que o planeta ocupa, num determinado momento (por exemplo, no momento de nascimento de uma criança), na faixa do Zodíaco. Pretende, assim, prever alguma característica do carácter dessa criança e do futuro adulto como, por exemplo, a agressividade. Mas essa hipótese nunca é devidamente testada. Aliás, para o astrólogo nunca é uma hipótese, mas um facto. Faz parte do seu sistema de crenças, não é objecto de crítica.

Os cientistas já tentaram verificar a veracidade do sistema astrológico. Ninguém sabe como seria possível aos astros influenciarem a nossa personalidade. Mas o facto de não se conhecer o processo pelo qual um determinado fenómeno ocorre não implica que ele não exista: durante muitos séculos os fenómenos magnéticos foram conhecidos, embora só em épocas relativamente próximas tenham sido devidamente compreendidos. Várias tentativas foram sendo feitas para avaliar objectivamente as previsões dos astrólogos que, a confirmarem-se, se tornariam, genuinamente, num fenómeno de maior interesse para comunidade científica. Mas, até hoje, nenhuma "ciência oculta" conseguiu passar num teste objectivo e imparcial. E vários testes foram feitos, ao longo de várias décadas, baseados em diferentes métodos e premissas.

Em relação à astrologia, um dos testes mais representativos foi realizado pelo físico Shawn Carlson, do Laboratório Lawrence em Berkeley, nos EUA. Consistiu no seguinte: um grupo de voluntários forneceu todas as informações para que uma "respeitável" organização astrológica lhes pudesse elaborar uma carta astral completa e, simultaneamente, os mesmos voluntários foram submetidos a testes padrão de personalidades usados por psicólogos, que caracterizam as pessoas nos termos gerais e descritivos que geralmente os astrólogos usam. Depois, a cada horóscopo foram associados três perfis psicológicos, sendo um deles o da pessoa certa. Estes conjuntos foram entregues a 28 astrólogos profissionais para que, perante o horóscopo em questão, descobrissem a personalidade correcta. Apesar de

terem dito que eram capazes de acertar em mais de 50 por cento dos casos, nas 116 tentativas que fizeram só acertaram em 36 por cento dos casos... que não é mais do que o que se teria conseguido tirando à sorte! Estes resultados foram publicados na revista "Nature", em Dezembro de 1985, para grande embaraço da comunidade astrológica. Quem quer acreditar que a posição do planeta Marte na altura do nascimento de uma criança influencia a sua personalidade futura é livre de o fazer. Mas tem de saber que não é nada de científico, mesmo que lhe apareça servido num horóscopo sofisticado, feito em computador e tudo...

O pensamento estritamente crédulo e acrítico implica uma limitação no controlo que o indivíduo tem da sua vida. Cada vez que procuramos o nosso signo no jornal para saber as previsões da semana, mesmo que seja um acto feito com ligeireza ou até à laia de brincadeira, estamos a admitir que há "forças", "energias", que nos ditam o futuro. Ao acreditar na astrologia estamos, em última análise, a deixar fora do nosso alcance, da nossa vontade e determinação, características do nosso carácter e comportamentos futuros. Somos menos autónomos e audazes...



PERGUNTAS E RESPOSTAS CONTRA A CONFUSÃO

No clube de astronomia a que pertenço e dadas as habituais confusões dos alunos sobre estes temas, conduzo geralmente uma reflexão, por meio de leituras ou actividades adaptadas às idades dos participantes, de modo a promover o sentido crítico em relação à astrologia. Aqui ficam alguns argumentos conhecidos que geralmente lhes apresento quando abordamos o assunto:

- Há jornais que apresentam horóscopos diários, signo por signo. Sabendo que há 12 signos e admitindo que os nascimentos se dão mais ou menos uniformemente ao longo do ano, temos então que se prevê o mesmo tipo de dia para cerca de 1/12 da população. Por exemplo, um jornal de tiragem nacional estará a fazer a mesma previsão para $10\,000\,000/12 = 833\,333$ pessoas; ou seja, mais de oitocentos mil portugueses têm o mesmo tipo de

eventos a acontecerem-lhes diariamente, dia após dia. Não admira que os horóscopos sejam tão vagos...

- Por que é o momento do nascimento e não o momento da concepção, o crucial para a astrologia?

Ancestralmente, o momento do nascimento era considerado o momento mágico da criação da vida, mas hoje em dia sabe-se que é apenas o culminar de nove meses de gestação, onde se formaram muitas características do futuro ser. Talvez o problema seja a dificuldade em determinar o momento da concepção, para não falar das prováveis situações embaraçosas que o assunto traria... De qualquer modo, se o útero da mãe é capaz de proteger o feto das influências astrais, será que não poderíamos criar "úteros artificiais" para colocar e proteger os bebés que nasçam em momentos em que a conjuntura astral não é benéfica?

- Será que os horóscopos feitos antes de terem sido descobertos todos os planetas do sistema solar estão correctos? Se Urano, Neptuno e Plutão são incorporados nos horóscopos actuais, então os horóscopos anteriores a 1930 deviam conter, pelo menos, algumas inexactidões. Neste caso, por que é que estas falhas nos horóscopos não permitiram aos astrólogos prever a existência destes planetas antes dos astrónomos?

- Por que é que há tantas escolas e correntes de astrólogos tão diferentes entre si? Por exemplo, os astrólogos parecem não estar de acordo sobre se se deve ou não incorporar o movimento de precessão da Terra nos seus cálculos, quantos planetas devem ser incluídos na análise e, mais ainda, que tipo de influência uma determinada conjuntura celeste conduz. Se a astrologia é uma ciência, como reclamam muitos astrólogos, por que é que os seus praticantes não convergem para uma teoria consensual, após centenas de anos de prática e de recolha de dados? As ideias científicas geralmente convergem à medida que vão sendo testadas. Pelo contrário, os sistemas baseados na superstição ou crença pessoal tendem a divergir à medida que os seus praticantes lhes vão introduzindo alterações procurando atingir prestígio ou outras faixas do mercado...

- Se a influência astrológica é exercida através de uma força desconhecida (uma vez que nenhuma das interações actualmente conhecidas o pode fazer) independente da distância (uma vez que para um astrólogo a variação da distância entre a Terra e os planetas é irrelevante na elaboração de uma carta astral), por que não é necessário considerar a posição de todas as estrelas, galáxias e quasares? Por que é que apenas o Sol e os planetas têm importância?

- Por último, uma palavra de conforto para os Ofiúcos, esse signo esquecido! De facto, devido ao movimento de precessão do eixo da Terra, lento mas perceptível ao longo dos séculos, o Sol parece actualmente percorrer no

firmamento não 12, mas sim 13 constelações no seu movimento anual aparente. A mudança na inclinação do eixo da Terra em relação à época em que os primeiros astrólogos existiram, fez aparecer na faixa do Zodíaco uma nova constelação - Ofiúco - que é ignorada pelos astrólogos. Além desta mudança, o movimento de precessão do eixo da Terra alterou também as datas de entrada e saída do Sol em cada constelação ao longo do ano; por exemplo, há dois mil anos atrás, a 1 de Agosto, o Sol nasceria tendo como pano de fundo a constelação de Leão. Actualmente, a 1 de Agosto, o Sol surge na constelação de Caranguejo. Na prática, andamos a ler o horóscopo errado... Algumas escolas de astrologia alteram os seus horóscopos actualizando as datas, mas outras simplesmente ignoram o assunto. Aparentemente, não faz diferença nenhuma. De qualquer modo, aqui fica uma palavra de apoio a todos os nascidos entre 30 de Novembro e 17 de Dezembro: Ofiúco, amigo, estamos contigo!

Claro que estes argumentos podem ser rebatidos por astrólogos mais sabedores, arranjando-se sempre contra-argumentos, pois a imaginação humana é muito fértil. Mas o importante é que a astrologia não é uma ciência. E esse é o único ponto para o qual não existem contra-argumentos e o único que é verdadeiramente relevante. Sistemas de crenças pertencem ao foro individual e cada um de nós é livre de crer no que quiser.

O interesse público na astrologia não irá decrescer facilmente e julgo que os professores têm um papel a desempenhar nesta questão. A posição que tomarmos perante este assunto significará uma mensagem, nem que seja por omissão. É importante que se promova um cepticismo saudável perante o cosmos virtual e que se fomente o entusiasmo pelo cosmos real.

BIBLIOGRAFIA

[1] Sociedade Astronómica do Pacífico, *The Universe at Your Fingertips: An Astronomy Activity and Resource Notebook*, Project ASTRO, 1993.

[2] Sagan, Carl, *Um Mundo Infestado de Demónios*, Gradiva, 1995.

[3] Culver, R. e Ianna, P., *Astrology: True or False?*, Prometheus Books, 1988.

[4] Carlson, Shawn, "A Double-blind Test of Astrology", *Nature*, 318, 1985, p. 419.

[5] Fraknoi, Andrew, "Your Astrology Defense Kit", *Sky and Telescope*, Agosto, 1989, p.146.

Pierre-Gilles de Gennes nasceu em Paris. Estudou Física na École Normale de Paris e doutorou-se em 1957; trabalhou no Centre de Energie Atomique (CEA), em Saclay, com A. Aragam e J. Friedel e na Universidade da Califórnia, Berkeley, com C. Kittel. Neste período desenvolveu trabalhos sobre dispersão de neutrões e magnetismo.

Depois do serviço militar na Marinha Francesa, voltou à investigação no CNRS, em Orsay, onde formou um grupo de supercondutores; em 1971 tornou-se Professor no Collège de France. A partir de 1968, a sua investigação centrou-se na matéria mole, nomeadamente cristais líquidos. Trabalhou em problemas de física de polímeros, dinâmica de molhagem e física-química da adesão.

Entre os prémios que recebeu contam-se o Prémio Nobel da Física em 1991, o prémio Wolf (Wolf Foundation, Israel) e os prémios Holweck (das Sociedades Inglesa e Francesa de Física) e Ampère (Academia das Ciências, França).

De Gennes esteve em Lisboa, em Junho deste ano, a convite do Centro de Física Teórica e Computacional da Universidade de Lisboa, onde proferiu duas palestras intituladas "The hard life of inventors" e "How living cells find their prey: chemotactism". Foi nessa ocasião que falámos com ele.

Entrevista de PATRÍCIA FAÍSCA¹ e PEDRO PATRÍCIO^{1,2}, editada por CARLOS PESSOA.

¹ Centro de Física Teórica e Computacional da Universidade de Lisboa.

² Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

Pierre-Gilles de Gennes, Prémio Nobel da Física
(Collège de France)

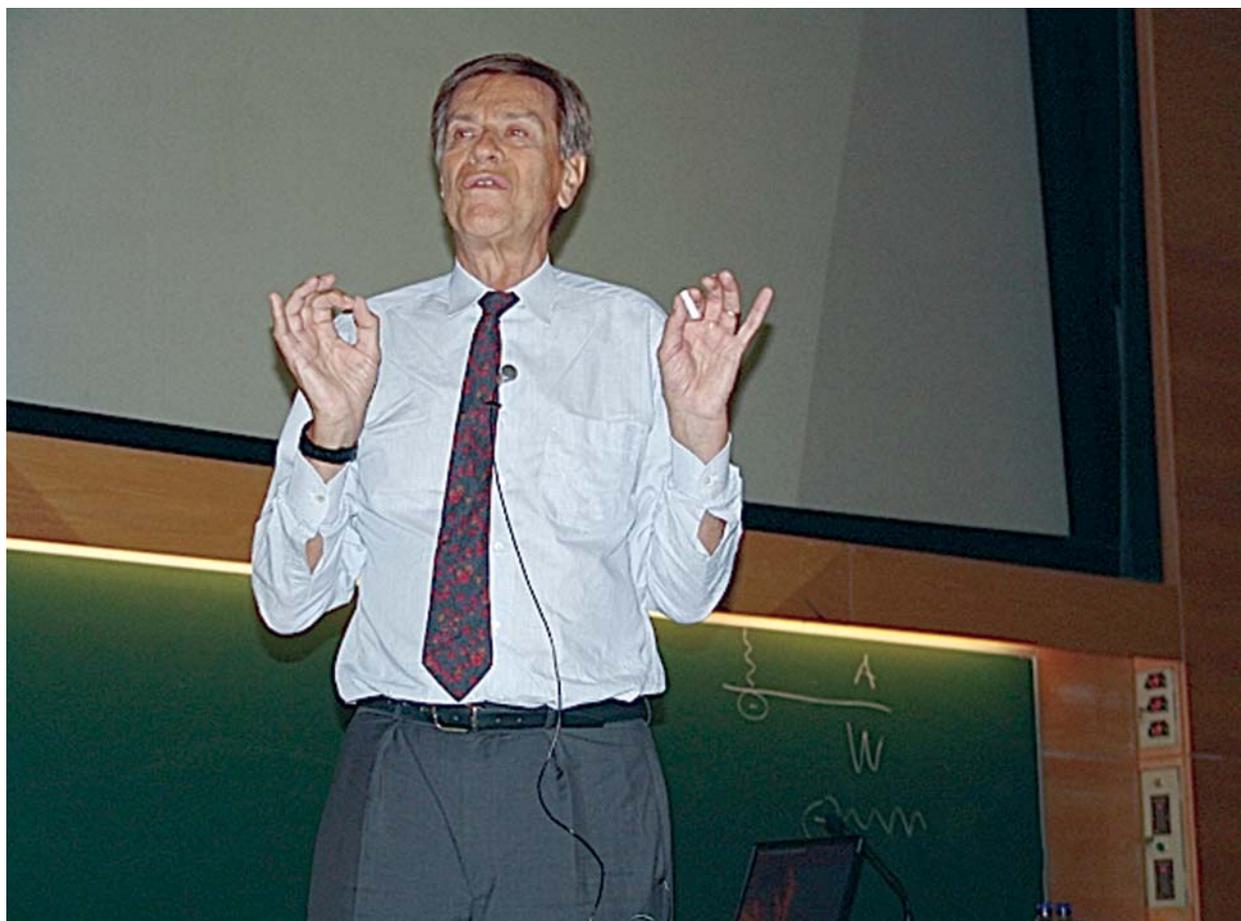
“HÁ UMA CERTA CRISE NA FÍSICA, MAS NÃO É UM PROBLEMA DE MAIOR”

Gazeta de Física - Por que é que escolheu a Física?

Pierre-Gilles de Gennes - Eu comecei por ter de escolher entre ciências e letras. Gostava muito das duas, mas tinha a impressão de que nas letras, um pouco como nas artes, na altura em que fiz a minha escolha - depois da guerra - havia um laxismo um pouco estranho. Nas artes havia quem atirasse um balde de tinta à parede e dissesse: "Eu fiz uma obra de arte" e na literatura passava-se algo semelhante. Em ciências tinha a impressão de que, mesmo que alguém tivesse ideias delirantes - como "atirar um balde de tinta" -, dois ou três anos mais tarde saberíamos se tinha sido boa ou má ideia.

Tenho uma filha que é escultora, e vejo que ela fica muito ansiosa porque, mesmo quando tem sucesso, não sabe se esse sucesso corresponde a uma moda, ou se fez algo verdadeiramente importante, que permanecerá. Nós nas ciências podemos não fazer coisas verdadeiramente importantes, mas, ao menos, sabemos muito bem em que medida essas coisas são úteis. Creio que foi isso que me empurrou para as ciências.

Agora, a questão: porquê a Física? Na altura eu aprendia Biologia, Química, Física... - estou a falar dos anos cinquenta. A física quântica começava a ser bem compreendida, a física do estado sólido desenvolvia-se a olhos vistos, a óptica estava cada vez mais sofisticada. Havia muitas coisas neste campo. Portanto, muito naturalmente, era a via a seguir nesse momento.



Hoje provavelmente teria sido diferente. Tenho um outro filho de 26 anos que estuda Física, mas tenho uma filha de 27 que estuda Biologia. As escolhas são menos evidentes.

P. - Um filósofo dizia que "antes da descoberta das coisas, existe a revelação da própria questão"...

R. - Provavelmente isso é verdade. Muitas vezes, quando trabalhamos, não colocamos a questão certa e só depois de termos lutado com o problema durante algum tempo é que nos apercebemos de que deveríamos ter colocado uma questão mais simples, e depois uma questão ainda mais simples para finalmente chegar à questão adequada. A pergunta certa é importante na investigação. De facto, vemos à nossa volta pessoas muito capazes que se debruçam sobre problemas banais. E algumas vezes elas desperdiçam as suas vidas com um problema sem interesse. A questão de decidir se uma pergunta é verdadeiramente boa passa também por saber se o assunto está amadurecido, se temos possibilidades de chegar a bom termo uma vez que dez anos antes teria sido impossível e dez anos depois o problema ter-se-á tornado trivial. É como observar um fruto e ver se ele está maduro. A escolha do problema tem a ver com a qualidade do fruto. Vi amigos meus passarem períodos importantes das suas vidas a tentar encontrar as

soluções exactas do modelo de Ising a três dimensões, ou um modelo completo da turbulência, quando esses problemas não estavam amadurecidos. São exemplos de problemas que não foram bem escolhidos.

P. - Quais são as teorias científicas do passado que mais o marcaram?

R. - Eu diria que gerações sucessivas construíram edifícios teóricos que permanecerão soberbos - por exemplo, todas as teorias que descrevem a propagação de ondas. No início, as ondas elásticas, depois as ondas electromagnéticas de Maxwell, e depois, por exemplo, a mecânica quântica de Schrödinger, etc. Todas essas teorias permanecerão e, mesmo se um dia forem descobertas mecânicas mais sofisticadas, as anteriores vão manter a sua validade em contextos restritos.

P. - Ao longo da sua carreira tem dado contribuições significativas em muitos domínios diferentes (magnetismo, supercondutividade, polímeros, cristais líquidos, etc...). Que motivação o leva a explorar tantos problemas diferentes?

R. - Penso que a resposta tem dois aspectos. O primeiro, de alguma forma técnico, relaciona-se com o facto de eu gostar muito de fazer experiências e teorias simples.

Quando se está no início de um trabalho, isso é possível. Depois, refinam-se detalhes e torna-se necessária uma bagagem teórica maior. O mesmo se passa com as experiências. Por exemplo, quando eu deixei a supercondutividade, tínhamos compreendido muitas coisas sobre ligas simples. Estas ligas são fáceis de fazer e têm propriedades interessantes - são os chamados "supercondutores sujos". Se quiséssemos ir mais longe, teríamos que utilizar uma metalurgia mais sofisticada, o que significaria construir um laboratório metalúrgico. Eu sempre quis permanecer a um nível simples, mas reconheço que, a partir de uma certa altura, isso já não é possível!

O outro aspecto da resposta tem a ver com os colaboradores. Quando voltei do serviço militar, veio ter comigo um dos meus companheiros da Marinha que me disse que gostaria de fazer um doutoramento em supercondutividade e que tinha financiamento de uma empresa. Disse-lhe: "Está bem, vamos tentar, vamos criar uma equipa experimental". Com a ajuda de alguns colegas experimentalistas de Orsay, conseguimos montar uma instalação provisória de hélio. Depois, durante cerca de um ano, nenhuma experiência funcionou, o que me deixou muito preocupado, sem dormir, porque tinha quatro jovens comigo e queria que eles fizessem o doutoramento. Acabámos por ser salvos, mas essa é outra história...

Passados três anos eles tinham encontrado assuntos muito razoáveis e conseguido produzir. Nesse momento apercebi-me de, que neste tópico particular, estes jovens respondiam melhor do que eu. Então porquê ficar? Nestas condições o melhor a fazer é sair discretamente e deixá-los assumir as responsabilidades. Por exemplo, quando passei dos supercondutores para os cristais líquidos, um dos meus primeiros alunos na equipa da supercondutividade, Etienne Guyon, mudou-se também e descobriu alguns truques muito inteligentes que lhe permitiram usar os seus conhecimentos sobre a evaporação de metais no vácuo. Penso que quando a nossa equipa inicial se torna madura, devemos sair.

O mesmo se passa com as crianças: nós educamo-las e a certa altura elas adquirem autonomia. Quando nos damos conta disto convém deixá-las seguir o seu caminho.

Existe ainda uma outra questão, que é a curiosidade. De repente, por causa do doutoramento da minha filha, fiquei consciente das questões em neurociências e pensei "não posso morrer sem ter percebido alguma coisa sobre este assunto", um pouco como um alpinista que vê uma grande montanha e diz "tenho que subir a esta montanha". Mas existe uma diferença: quando há muitas montanhas que se podem escalar, deve-se escolher aquela em relação à qual se espera ter algum retorno útil. Não é apenas pelo prazer pessoal de um pequeno grupo que se deve optar por uma determinada via. Podemos, por exemplo, encontrar teóricos que desenvolvem teorias abstractas para resolver algum problema, que é muito difícil e elegante,

mas ninguém quer saber disso excepto eles próprios. Posso aceitar que o façamos, mas sinto que envolver estudantes num assunto destes é embaraçoso.

P. - Quais são os seus actuais interesses de investigação?

R. - Acho que são as neurociências que me mantêm mais ocupado neste momento, porque o campo é vasto e temos que aprender muito, desde a psicologia à psiquiatria e até à descrição de alguns testes experimentais em seres humanos, macacos ou ratos.

É um campo que envolve ainda alguma modelização teórica e até filosofia. Não sou um grande filósofo, mas tudo bem! Algumas pessoas que trabalham neste campo são verdadeiramente geniais, fazem experiências de uma grande precisidade e beleza e isto mantém-me muito envolvido. Por outro lado, tenho também algum interesse no movimento e agregação celular. E, por último, mantenho ainda, por diversão, interesse em problemas que estudei no passado.

P. - À medida que a ciência se torna cada vez mais especializada fala-se muito do trabalho interdisciplinar. Por que é que isso é tão importante? E como é que pode ser conseguido?

R. - A interdisciplinaridade é de facto importante. A noção de que hoje em dia um engenheiro químico deve saber um pouco de biologia, porque a certa altura o seu trabalho vai depender de conhecimentos específicos neste domínio parece-me óbvia. É claro que existem dificuldades! Se tivermos a tentação de uma educação global, que cobre tudo, acabaremos por não saber bem nenhum assunto e isso é muito perigoso. Por exemplo, eu diria que em tempos passados uma grande parte da química-física era feita por químicos que não eram suficientemente bons para fazer química, ou por físicos que não eram suficientemente bons para fazer física. Este tipo de perigos existe e para os evitar temos que ser inflexíveis. Eu diria que precisamos claramente da interdisciplinaridade, mas temos que ser muito exigentes para evitar que ela se transforme em folclore.

P. - Mas tem alguma ideia em concreto sobre o modo como a poderemos conseguir? Teremos que preparar as pessoas ao nível das licenciaturas ou teremos que ser cuidadosos apenas na formação dos grupos de investigação?

R. - Em França temos ambas as atitudes. Penso que o sistema dos grupos é muito bom porque ajuda realmente a cobrir as falhas. Por exemplo, no Instituto Curie alguém interessado na síntese da actina e na mecânica dos movimentos resultantes pode colaborar com um bom enzimologista que é capaz de reproduzir um pouco da maquinaria muito complicada que polimeriza a actina. Este é um bom exemplo onde, ao nível do grupo, se podem fazer coisas que nunca se poderiam fazer se estivéssemos sozinhos.

Mas também é importante termos a capacidade de pensar em termos muito gerais, porque dependemos de pessoas que lidam com linguagens e contextos diferentes. Eu

gosto realmente desta noção de misturar coisas, mas devo realçar que isso implica muito trabalho e que não se consegue rapidamente.

De certo modo é uma sensação reconfortante para as pessoas mais velhas. Por exemplo, Nevill Mott, em Inglaterra, tinha uma experiência enorme em estado sólido e dessa experiência retirava não só conhecimento dos fenómenos, mas também muita intuição. Tenho uma grande admiração por Mott por causa disso e recordo que ele manteve a sua produção científica até uma idade bastante avançada.

P. - Organizou cursos de pós-graduação em química e biologia...

R. - O sistema francês é um sistema onde, depois de terminar a escola secundária, passamos dois anos num sistema preparatório muito exigente e só depois disso somos seleccionados para entrar, por exemplo, na ESPCI (École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielle). E, uma vez lá, durante quatro anos, as manhãs são destinadas a aulas teóricas e as tardes são passadas no laboratório, o que confere uma preparação laboratorial particularmente forte e uma educação universitária com algumas características tradicionais. Era este o estado das coisas quando fui para a ESPCI.

Nessa altura tentei duas coisas. Em primeiro lugar, criar o sistema de tutoria britânico, o que demorou bastante. No primeiro ano vi como era em Inglaterra, em sítios como Cambridge, Oxford e também no Imperial e em Bristol. O segundo ano foi passado a discutir com o corpo docente. Finalmente, no terceiro ano começámos! No início foi excelente, porque a biblioteca passou a estar cheia de estudantes à procura de referências para poderem responder às questões dos tutores. Passados alguns anos, o sistema foi decaindo. No início, o sistema também funcionou muito bem porque tínhamos muitos investigadores jovens de fora da escola, que faziam de instrutores e tutores. Mas, passado algum tempo, a escola reagiu da maneira esperada: passou a usar os seus próprios estudantes como tutores, as coisas voltaram a ser mais tradicionais e os assuntos os mesmos de um ano para o outro. Os novos alunos passaram a ter acesso às respostas dos alunos dos anos anteriores. Por isso, este sistema não teve um final feliz.

Havia também um problema de dinheiro: era possível financiar um sistema onde um tutor tinha não um, mas quatro alunos. Nestes casos, tipicamente, um dos alunos está genuinamente interessado em seguir a orientação do tutor, um ou dois alunos podem ter um interesse razoável e os restantes não têm interesse nenhum. Se houvesse dinheiro suficiente para que o sistema funcionasse com um aluno por tutor, penso que o desafio teria sido muito maior, pois o estudante ficaria mais embaraçado quando não conseguisse apresentar trabalho, etc.

Para além da tutoria, travei longas lutas para reduzir as matérias leccionadas. Na época da tutoria consegui uma redução de 30 por cento. Depois lutei para introduzir a biologia, o que me levou mais 12 anos, mas consegui reduzir o ensino em cerca de 20 por cento, até porque tinha que arranjar espaço para a biologia. Quando saí, deixei já preparada para o meu sucessor uma terceira onda de reduções. Para um jovem sucessor é sempre embaraçoso começar a lutar com os professores logo de início. Por isso preferi que eles lutassem comigo, de modo a deixar-lhe o espaço relativamente livre. Resumindo, digamos que os meus feitos foram o sistema de tutoria, a introdução da biologia e a redução da duração dos cursos.

P. - O que pensa das simulações computacionais na Física?

R. - Lembro-me de uma vez em que um vendedor de uma grande empresa de computadores me pediu para fazer uma pequena palestra no anúncio de um grande progresso tecnológico. Pensei um pouco - eu não tenho computador, não sou um entusiasta dos computadores -, mas disse-lhe que sim. A minha conclusão, *grosso modo*, foi a seguinte: à medida que a tecnologia se torna cada vez mais poderosa e, num sentido ingénuo, cada vez mais inteligente, a dificuldade reside em conseguir fazer corresponder a inteligência do utilizador à inteligência da máquina.

Tenho observado muitos casos em que as pessoas fazem cálculos enormes, com uma grande (e pretensa) precisão, mas com dados muito incertos, e isso é algo de que não gosto.

Reconheço, por outro lado, que existem casos de pessoas com talento, que fazem coisas realmente importantes, que não poderiam ser feitas de outro modo. Refiro, por exemplo, Mark Robbins, de Baltimore, que simulou um problema de adesão de metais. Olha-se para a forma como os metais se separam e não se podem fazer previsões razoáveis, com contas à mão. Aí os computadores tornam-se necessários.

Um outro exemplo é o de Gary Grest na área dos polímeros. Fez realmente trabalhos muito importantes em reptação, onde não existia outra maneira de o fazer. Mas foi preciso muito engenho...

Penso que há algumas pessoas cujo trabalho merece todo o meu respeito e admiração, mas existe também muita produção sem qualquer interesse.

P. - Nos últimos anos temos visto muitos físicos a trabalhar fora das áreas tradicionais e a contribuir para outras disciplinas, desde a biologia às ciências sociais. Como interpreta isso? Poderá ser um sintoma de uma crise na Física?

R. - Sim, eu penso que há uma certa crise na Física mas não se trata de um problema de maior. Vou contar um caso típico, aquando da descoberta dos supercondutores a alta temperatura. Em poucos meses, tínhamos cerca de cinco mil

peças em todo o mundo a trabalhar em supercondutores a alta temperatura. Isto significou, por um lado, que estes supercondutores levantaram questões muito interessantes - ainda não os compreendemos totalmente -, mas, ao mesmo tempo, significou que muitas destas pessoas não estavam a fazer nada de relevante e, por isso, puderam mudar muito rapidamente de área. Penso que isto é uma indicação de que existem áreas - como, por exemplo, a física do estado sólido - que se estão a tornar demasiado tradicionais e, por essa razão, tenho alguma relutância em as financiar.

Mas também há aspectos positivos nestas mudanças e refiro, a propósito, o caso da biofísica. Trata-se de uma área que já existe há muito tempo, mas que era pouco conhecida e o envolvimento de físicos contribuiu para o aumento do interesse por este campo.

No caso da economia, as coisas são um bocadinho diferentes mas não estou certo dos motivos. Houve uma altura, em que a comunidade dos físicos passou a compreender bem as transições de fase. Digamos que com Kadanoff e outros. Instalou-se então a tentação natural de aplicar estas ideias onde fosse possível. Esta é uma das maiores fragilidades dos físicos teóricos: uma vez encontrada uma solução para um problema, têm tendência, quando confrontados com um novo problema, para achar que os seus resultados também se aplicam, com igual sucesso, ao novo caso... E aí existem, muitos, muitos erros cometidos pelos físicos.

Um, que é claro para mim, é o caso de Prigogine, que criou uma grande onda em torno da relação da vida com processos irreversíveis. É óbvio que estes processos não existiriam sem alguma irreversibilidade, mas esta ideia não nos leva muito longe, e especulou-se demasiado. Como exemplo, refira-se a observação de glóbulos vermelhos: estas células vibram quando as vemos ao microscópio e para alguns biólogos isto era a manifestação de algo no "espírito" de Prigogine, de instabilidades químicas no interior destes pobres glóbulos.

Mas o que uma colaboradora minha mostrou foi que esta vibração era simplesmente a manifestação da existência de flutuações térmicas na membrana destas células, extremamente flexíveis e sem tensão superficial, apenas com energia de curvatura. Quando há apenas energia de curvatura as amplitudes das flutuações são enormes. Mostrou-se que o fenómeno observado experimentalmente correspondia à dinâmica duma membrana flexível num meio viscoso.

Este fenómeno simples foi completamente obscurecido por causa das ideias de Prigogine. E existem muitos outros casos como este. Por isso penso que devemos ser muito cuidadosos e não tentar impor o que julgamos saber.

P. - No último concurso europeu das Research Training Network Marie Curie o financiamento foi quase exclusivamente concedido a projectos contendo a palavra biologia no título. Como vê o papel da Física no desenvolvimento da Biologia?

R. - Penso que a bioquímica é muito mais importante do que a biofísica. Não sou um especialista em bioquímica e por isso não posso alargar-me em exemplos com grande pormenor. No entanto, consideremos o processo celular pelo qual uma célula engole um objecto e deforma a sua membrana, formando, por vezes, vesículas a partir desta deformação. Houve toda uma série de imagens inspiradas pela física deste fenómeno, onde a tensão superficial era modificada, etc., mas a bioquímica fez muito mais: apercebeu-se de que existem algumas proteínas envolvidas que tendem a dispor-se de uma certa forma, e uma segunda geração de proteínas que pode ter uma disposição diferente e impor um certo tipo de curvatura. Ora isto representa muito mais, em informação e precisão, do que o contributo dos físicos para este campo. Mas a bioquímica ainda nos dá mais: por vezes utiliza mutantes que vão suprimir estas proteínas alterando o comportamento da célula. Se pensarmos numa orquestra, os bioquímicos dirigem vários instrumentos, enquanto nós só temos um pequeno número à nossa disposição.

P. - Mas, com todos esses instrumentos, vamos acumulando muita informação dos vários ramos da biologia. Como integrar toda esta informação?

R. - Na verdade, os físicos não são habitualmente muito bons nesse campo, porque não sabem o suficiente de bioquímica, genética, etc. Temos de conhecer todas estas áreas muito bem.

P. - Então não é muito optimista no que diz respeito ao papel da Física na Biologia...

R. - Eu ainda estou sinceramente pronto para encorajar as pessoas, mas dizendo-lhes que é preciso fazer uma longa viagem, que têm de estudar e aprender tudo o que precisam nestas áreas da bioquímica, genética, biologia molecular, etc.

P. - Na última década, testemunhámos um declínio do interesse pela Física nos alunos do secundário. Quais são para si as causas deste desencanto? Por que é que a Física perdeu o seu "glamour" para os jovens? Como pensa que esta situação poderia ser invertida?

R. - Os meios de comunicação social mostraram alguns aspectos negativos da ciência, as suas repercussões na poluição do ambiente, os novos métodos genéticos de reprodução e as suas implicações éticas...

Gerou-se algum receio, e compreende-se que existem boas razões para isso. Mas precisamos de sensibilizar os jovens para lutarem contra estas más utilizações da ciência, investindo, justamente, na procura de alternativas. Não podemos simplesmente abandonar a ciência, precisamos de mais ciência

para resolver estes problemas. Este é um dos lados da questão.

O outro lado relaciona-se com um problema de civilização. Neste momento, os jovens são educados num meio em constante movimento: vêem imagens durante curtos intervalos de tempo, não estão treinados para fazer um esforço persistente; a televisão, os computadores, a Internet, não são uma grande ajuda, porque os jovens podem navegar sem observar com atenção coisa alguma. A TV mostra-lhes um grande romance, resumido numa hora, e ficam com a impressão de que o conhecem, o que não é verdade. Por todas estas razões é difícil lutar contra isto. Mas espero que se possam descobrir maneiras de as crianças não viverem inteiramente em frente aos ecrãs. Por exemplo, levando-as a descobrir a botânica ou a geologia no campo, etc.

P. - Eles realmente adoram sair...

R. - Sim. Penso que é algo muito importante, não esquecendo também os aspectos das técnicas. Disse uma vez em França que seria muito vantajoso para todas as crianças de 14 anos terem a oportunidade de passar o Verão

por exemplo numa oficina, reparando carros. Os americanos têm algo deste tipo, mas nos nossos países não é usual. O presidente da câmara de Toulouse mostrou-se interessado quando fiz esta proposta, mas acabou por não conseguir concretizar a ideia por causa do sistema legal. A ideia nunca funcionou.

P. - Hoje, se fosse estudante, escolheria de novo a Física?

R. - Penso que escolheria a Biologia. Mas é difícil de dizer, pois a pergunta é virtual... Não creio que escolhesse letras. Dentro da Biologia, se tivesse que optar, iria claramente para a neurofisiologia.



Exploração de Saturno e suas luas

Entrelaçamento de cinco fótons

Nanopartículas antiferromagnéticas

Estrôncio-76

Díodos de nanotubos

Orçamento opõe cientistas ao governo francês

CERN fez 50 anos

Prémio Nobel da Física 2004

Algumas notícias adaptadas das "Physics News" do American Institute of Physics

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

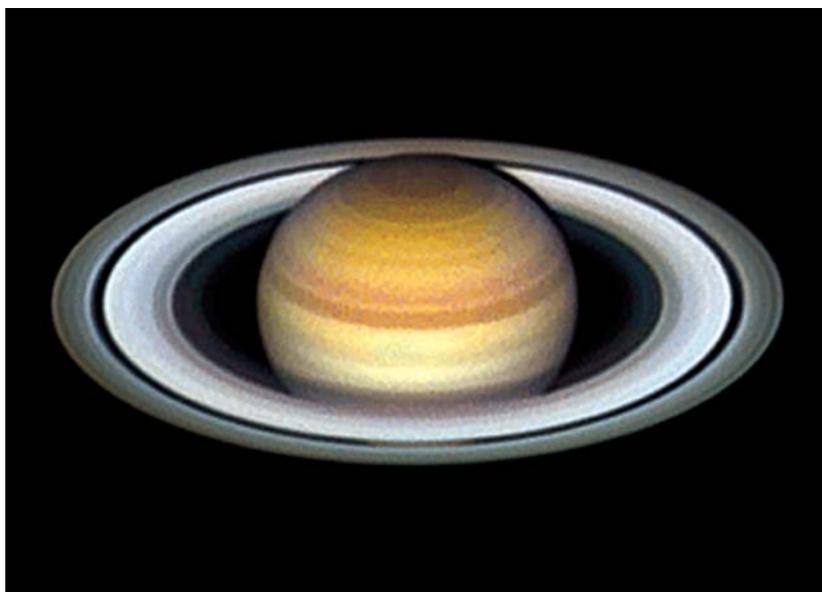
FÍSICA NO MUNDO

EXPLORAÇÃO DE SATURNO E SUAS LUAS

A missão internacional Cassini-Huygens iniciou uma viagem inesquecível de exploração do planeta Saturno, dos seus anéis e das 31 luas que fazem dele um Sistema Solar em miniatura. Depois de uma viagem de sete anos pelo espaço interplanetário, a Cassini-Huygens entrou em órbita de Saturno no passado mês de Julho.

Desde o lançamento em 15 de Outubro de 1997, a mais sofisticada sonda planetária de sempre já percorreu 3500 milhões de quilómetros. Com um custo estimado de 3000 milhões de dólares, tem a participação de 260 cientistas, a maioria americanos, mas também de 16 países europeus. Na realidade trata-se de duas sondas. A NASA construiu o orbitador Cassini, que contém 12 instrumentos científicos e ficará em órbita de Saturno durante os próximos quatro anos. A Agência Espacial Europeia forneceu o módulo Huygens, uma sonda de entrada com seis instrumentos que mergulhará na atmosfera de Titã, a maior lua de Saturno, em Janeiro de 2005.

O nome da missão é uma homenagem a dois astrónomos que deixaram parte do seu legado científico ligado a Saturno e Titã: o franco-italiano Jean-Dominique Cassini (1625-1712) e o holandês Christian Huygens (1629-1695). Huygens dispunha das melhores lunetas da sua época, e com uma delas conseguiu descobrir Titã em 1655 e interpretar correctamente a forma de Saturno, supondo a presença dos anéis. Cassini era astrónomo do rei Luís XIV de França quando descobriu quatro das luas de Saturno: Jápeto, Reia, Tétis e Dione. Em 1675



viu que os anéis de Saturno se encontravam separados por uma zona escura, a que hoje chamamos Divisão de Cassini.

Saturno é o segundo maior planeta do sistema solar. É um gigante gasoso, o menos denso do sistema solar, composto principalmente por hidrogénio. Contém também numerosos compostos residuais, como o metano. A atmosfera tem uma circulação tempestuosa, com ventos de velocidades muito diferentes a diferentes latitudes, atingindo 1400 km/h sobre o equador. A interacção do fluxo de partículas carregadas do vento solar com o campo magnético de Saturno dá origem à magnetosfera e produz auroras nas regiões polares. O sistema de luas de Saturno contém alguns objectos peculiares: Jápeto, que tem dum lado a superfície mais escura do Sistema Solar e do outro reflecte 50 por cento da luz que recebe do Sol, Mímas, um pequeno satélite que tem uma cratera que mede quase um terço do diâmetro, ou toda uma série de luas irregulares que foram capturadas tardiamente pelo campo gravitacional de Saturno. Mas o que mais chama a atenção são os magníficos anéis, formados por miríades de pedaços de gelo e rocha com tamanhos variados.

Titã é maior que Mercúrio ou a Lua, contém a maior superfície do sistema solar ainda por explorar, e é o único satélite a possuir uma atmosfera densa e um clima característico. Além da Terra, é o único objecto do sistema solar com uma atmosfera constituída maioritariamente por azoto, e dar-nos-á pistas

importantes sobre a evolução da atmosfera primitiva terrestre, antes do aparecimento da vida. Durante os próximos quatro anos serão realizados 45 sobrevoos de Titã com o objectivo de estudar a composição da sua atmosfera, a sua meteorologia e a estrutura interna.

(Astronovas, Lista de distribuição de notícias de Astronomia em Português, Observatório Astronómico de Lisboa, Centro de Astronomia e Astrofísica da Universidade de Lisboa, Tapada da Ajuda, 1349-018 Lisboa. Para subscrever envie uma mensagem vazia para o endereço astronovas-subscribe@oal.ul.pt)

ENTRELAÇAMENTO DE CINCO FOTÕES

Físicos da Universidade de Ciência e Tecnologia da China conseguiram o entrelaçamento de cinco fotões. O entrelaçamento é, talvez, o aspecto mais estranho do comportamento quântico. Várias partículas entrelaçadas partilham um único estado quântico. Assim, propriedades mensuráveis das partículas, como, por exemplo, os *spins*, manter-se-ão correlacionadas mesmo se posteriormente as partículas estiverem muito afastadas e as suas propriedades forem medidas separadamente.

Anteriormente, o maior entrelaçamento quântico que tinha sido conseguido envolvia apenas quatro partículas. (Para o caso de quatro iões retidos numa

armadilha, ver <http://www.aip.org/pnu/2000/split/pnu475-2.htm>.) Os investigadores chineses entrelaçaram dois pares de fotões e a seguir entrelaçaram estes a um quinto fotão isolado (Zhao *et al.*, *Nature*, Julho de 2004.) A evolução de quatro para cinco partículas é significativa uma vez que, aparentemente, o manuseamento de informação quântica (como ocorre num computador quântico) requer cinco partículas entrelaçadas, que servem como *qubits* (ver, por exemplo, Laflamme *et al.*, *Physical Review Letters*, Julho de 1996).

NANOPARTÍCULAS ANTIFERROMAGNÉTICAS

A magnetização aumenta com a temperatura nas nanopartículas antiferromagnéticas. Esta estranha descoberta experimental, feita há alguns anos, foi agora explicada, pela primeira vez, por físicos da Universidade Técnica da Dinamarca.

O comportamento experimental é estranho por duas razões: em primeiro lugar, porque os antiferromagnetes, cujos minúsculos momentos magnéticos se alinham geralmente num padrão alternadamente para cima e para baixo, não devem originar uma magnetização finita num campo aplicado; e, em segundo lugar, porque o magnetismo, que resulta do alinhamento de momentos magnéticos de muitos átomos (os átomos agem como pequenos ímans), deveria desaparecer a altas temperaturas.

Os físicos dinamarqueses explicaram por que razão a magnetização está ausente na generalidade das amostras antiferromagnéticas mas se torna visível em estruturas com dimensão inferior a 10 nm. Steen Morup e Cathrine Frandsen mostraram que as nanopartículas antiferromagnéticas dão origem a um novo tipo de material no qual a magnetização pode ser induzida rapidamente e sem perda de energia, o que é muito útil em dispositivos electrónicos de alta-frequência. (Morup e Frandsen, *Physical Review Letters*, Maio de 2004).

ESTRÔNCIO-76

O estrôncio-76 é um dos núcleos mais deformados no seu estado fundamental e é o mais deformado de todos os núcleos em que o número de prótons (Z) é igual ao número de neutrões (N). Esta descoberta resulta de uma experiência realizada na Suíça.

Os núcleos mais leves com $N = Z$, como sejam He-4, C-12, O-16, e Ca-40 são bastante estáveis e encontram-se entre as espécies nucleares mais importantes da Terra, especialmente no que respeita aos organismos vivos. Mas à medida que o número de prótons e de neutrões aumenta no núcleo, começa a manifestar-se uma distorção: as cargas eléctricas dos prótons originam repulsão, podendo levar à desintegração do núcleo.

Os núcleos atingidos por um outro núcleo podem passar para estados superdeformados em rotação rápida. E quanto à forma dos núcleos, que não foram atingidos? Dados anteriores sugeriam que o Sr-76 deveria ser o núcleo com maior deformação no seu estado fundamental.

Num estudo recente desenvolvido pela colaboração CERN-ISOLDE (Geneva) foi experimentado um novo método para medir esta deformação. Primeiro, produziram-se os núcleos raros de Sr-76 fazendo incidir um feixe de prótons num alvo de nióbio. Os núcleos de Sr-76 produzidos foram difundidos para fora do alvo, ionizados e enviados para um espectrómetro denominado "Lucrecia" (<http://isolde.web.cern.ch/ISOLDE/>). Os núcleos foram então direccionados para um estreito orifício num grande cristal de iodeto de sódio puro. É nessa câmara que foram observados os raios gama resultantes da fragmentação dos núcleos Sr-76. Foi possível, analisando os raios gamas captados, determinar o tempo de vida - 7,89 segundos - e prever a forma aproximada dos núcleos; mostrou-se não só que o Sr-76 era altamente deformado, tal como se esperava, mas também que a sua forma é elipsoidal prolata, sendo o seu eixo equatorial, inferior cerca de 40%, ao seu eixo mais longo. (Nacher *et al.*, *Physical Review Letters*, a publicar).

DÍODOS DE NANOTUBOS



Díodos comutáveis de nanotubos produzidos por cientistas da General Electric (GE) combinam as propriedades eléctricas de nanotubos de carbono (possibilidade de transportar altas correntes e capacidade de emitir luz) com a flexibilidade de mudar de um díodo do tipo p-n (permitindo à corrente fluir num único sentido) para um díodo do tipo n-p (permitindo à corrente fluir apenas no sentido oposto).

A maior parte dos transístores têm três terminais: a corrente entra num terminal (entrada) e sai num segundo terminal (saída), se um terceiro terminal (porta) estiver a uma determinada voltagem, o que tem o efeito de limpar um domínio para que os transportadores de carga possam fluir. No dispositivo da GE, o domínio é um nanotubo de carbono com uma só parede, consistindo a porta em duas saídas separadas, localizadas sob o nanotubo. Estas saídas separadas podem dopar electrostaticamente os dois extremos do nanotubo de modo que a corrente passe apenas num ou noutro sentido, dependendo da voltagem da saída. Se contarmos a entrada, a saída, dois eléctrodos-portas e outro eléctrodo ligado a um substrato subjacente de silicone, o aparelho tem cinco terminais.

Os investigadores da GE esperam que o mecanismo funcione simultaneamente como um transístor de efeito de campo (FET) e como um diodo emissor de luz (LED). Devido à sua capacidade de transportar correntes elevadas, e porque se trata de uma grande empresa de electricidade, também poderá ter aplicações em linhas de transmissão de energia, onde há correntes e tensões elevadas. (Lee *et al.*, *Applied Physics Letters*, Julho de 2004).

ORÇAMENTO OPÕE CIENTISTAS AO GOVERNO FRANCÊS

O "braço de ferro" entre a comunidade científica francesa e os poderes públicos assume novos contornos. Uma reunião efectuada em Junho passado em Paris pelas estruturas representativas dos investigadores reivindica que, a partir de 2005, o orçamento anual para a investigação seja de pelo menos mil milhões de euros. Os cientistas temem que as vagas promessas de reforço de verbas feitas pelo governo francês de Jean-Pierre Raffarin (ver vol. 27, fascículo 1, 2004, da "Gazeta de Física") venham, na prática, a traduzir-se numa redução do financiamento da investigação, à semelhança do verificado em anos anteriores. A par das preocupações orçamentais, o debate em curso incide também sobre a reforma das estruturas de investigação pública, cuja regulamentação deverá ser votada pelo Parlamento no final do próximo mês de Outubro.

O conflito em torno do estrangulamento financeiro do sector agudizou-se em Janeiro do corrente ano, vindo a culminar com a demissão dos responsáveis das equipas de investigação em Março. A pressão do sector levou o presidente Jacques Chirac a admitir implicitamente a justeza das reivindicações dos cientistas e a 7 de Abril o governo anunciou a intenção de trabalhar no sentido de as satisfazer.

CERN FEZ 50 ANOS



Um vasto programa de eventos está a assinalar o 50º aniversário da criação do CERN. A convenção que criou o Laboratório Europeu de Física de Partículas (CERN - Centre Européen pour la Recherche Nucléaire), foi assinada por 12 países em 29 de Setembro de 1954 em Paris. No dia da comemoração dos

50 anos foi partido um bolo gigante com 50 velas, numa cerimónia transmitida directamente pela Internet.

Aos países fundadores (Bélgica, Dinamarca, Alemanha, França, Grécia, Holanda, Reino Unido, Itália, Noruega, Suécia, Suíça e Jugoslávia), outros se juntaram, como Portugal. Actualmente, são 20 os países membros. Entre as iniciativas previstas está uma grande jornada de portas abertas, a decorrer em 16 de Outubro próximo, durante a qual se espera a afluência de mais de 20 mil pessoas, convidadas a descobrir toda a riqueza desta instituição nascida a partir da visão de um punhado de cientistas que se propuseram criar um laboratório mundial dedicado à investigação fundamental.

PRÉMIO NOBEL DA FÍSICA 2004



David J. Gross H. David Politzer Franck Wilczek

David J. Gross, da Universidade da Califórnia - Santa Barbara, H. David Politzer, do Caltech (California Institute of Technology), e Franck Wilczek, do MIT (Massachusetts Institut of Tecnology), receberam o prémio Nobel da Física de 2004 pela descoberta da liberdade assintótica de quarks.

Descobriram que a interacção entre quarks dentro das partículas nucleares, tais como os prótons e neutrões, é tanto mais fraca quanto mais próximos estão os quarks e tanto mais forte quanto mais afastados se encontram. Esta hipótese ajudou a estabelecer a Cromodinâmica Quântica (QCD) como a teoria das interacções fortes. O trabalho de Gross,

Politzer e Wilczek explicou por que é que nunca foram detectados quarks livres no laboratório: os quarks estão ligados por linhas de força criadas pela troca de glúons. Na prática, a energia usada para separar dois quarks começará por afastá-los, mas acabará por ser convertida em novos pares de quark-antiquark. Pelo contrário dois quarks muito próximos comportam-se como estando livres.

Os quarks possuem carga de cor análoga à carga eléctrica. É por isso que a teoria que descreve a força forte é denominada Cromodinâmica Quântica. Até ao presente, esta teoria tem passado todos os testes experimentais.

Texas Instruments

CALCULADORAS GRÁFICAS | TI-84 Plus TI-84 Plus Silver Edition

A tecnologia gráfica portátil Texas Instruments é conhecida pela sua resistência, durabilidade, economia e por se adequar às necessidades de professores e estudantes. Isto pode ser demonstrado pelo crescente número de estudantes que desejam possuir a calculadora gráfica, para a poderem usar em qualquer momento e local.

A última geração em tecnologia que opera como a TI-83 Plus, mas com MAIOR CAPACIDADE

- **Mais MEMÓRIA** - mais espaço para armazenamento de Aplicações (APPS).
- **Mais RÁPIDA** - na execução de cálculos, gráficos e download de Aplicações (APPS).
- **PORTA USB** - mais velocidade e maior estabilidade nas comunicações.

FLASH

Agora todos os Produtos Educativos têm **3** Anos de Garantia

TI-84 Plus Silver Edition também disponível na Versão Professor (VSC)



Cabo USB e CD - para ligação ao PC - incluídos em ambos os modelos

- 32 Kb RAM
- 480 Kb ROM Flash
- 11 Aplicações (APPS) incluídas

TI-84 Plus

TI-84 Plus Silver Edition

- 32 Kb RAM
- 1,54 Mb ROM Flash
- 28 Aplicações (APPS) incluídas

Distribuidores:



DISMEL

Distribuidor de Material Electrónico, Lda.
Rua Coronel Ferreira do Amaral, 9 - C
1900-165 LISBOA
Tel.: 218 160 320 Fax: 218 160 329
E-mail: info@dismel.pt www.dismel.pt



TETRI

EQUIPAMENTOS ELECTRÓNICOS, LDA.

Estrada Exterior da Circunvalação, 798 - Apartado 48 - 4439-909 RIO TINTO
Tel.: 224 899 532 Fax: 224 800 527 E-mail: tetri@tetri.pt www.tetri.pt

Teleciência 2004

Fórum Ciência na Faculdade de Engenharia do Porto

Aberto Ciência Viva de Aveiro

Interdisciplinaridade e Computação no Ensino Secundário

2ª Edição dos Cursos de Verão na Nova de Lisboa

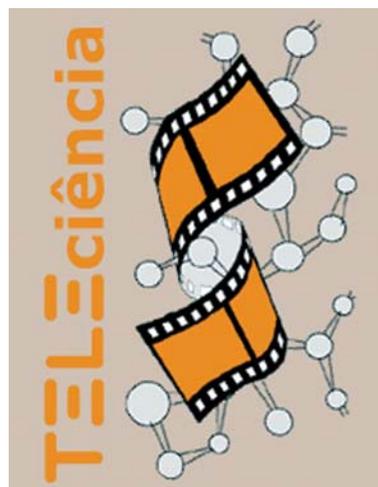
Pavilhão do Conhecimento fez cinco anos

Dia do Sol no Pavilhão do Conhecimento

Prémio Gulbenkian de Ciência

FÍSICA EM PORTUGAL

TELECIÊNCIA 2004



A semana do Teleciência 2004 (VI Festival Internacional do Filme de Divulgação Científica) decorrerá de 22 a 28 de Novembro um pouco por todo o país. Realizar-se-ão exhibições de filmes, conferências, *workshops* e exposições. Pretende-se, assim, divulgar a ciência num formato acessível e atraente ao grande público; fomentar o interesse pelos temas televisivos e fílmicos, tratados cientificamente; promover a divulgação dos conhecimentos científicos através do suporte fílmico ou multimédia; criar um catálogo de filmes e de multimédia especializado na divulgação de temas científicos. Este evento tem como destinatário o público em geral, mas, em particular, estudantes e professores, bem como todos aqueles que são receptivos à inovação, à tecnologia e à ciência. Na sua sexta edição, o Teleciência é organizado pela Associação de Vídeo e Televisão Experimental (AVTE) numa parceria com o Fórum da Maia e

A "Gazeta" agradece o envio de notícias para esta secção.

gazeta@teor.fis.uc.pt

com o apoio da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro e da Discovery Ibéria. As sessões competitivas e as sessões solenes terão lugar no Fórum da Maia. Haverá ainda lugar a sessões especiais e a sessões abertas em 22 cidades por todo o país. A exibição dos filmes finalistas será feita simultaneamente em cada uma das localidades onde existem extensões.

Os 20 filmes a concurso serão analisados por um júri internacional, sendo os vencedores de cada categoria automaticamente nomeados para o Prémio Descartes de Comunicação de Ciência. A cerimónia de entrega dos prémios de 2003 e o anúncio dos premiados da edição de 2004 terá lugar a 24 de Novembro (Dia Nacional da Cultura Científica). Este ano as conferências serão dinamizadas pelos coordenadores das novas extensões do Teleciência: Instituto Piaget de Macedo de Cavaleiros, Oficina da Imagem da Madeira, Centro Ciência Viva de Vila do Conde e Escola de Enfermagem de Vila Real. Nestas conferências serão apresentados os vários modelos de trabalho, desenvolvidos nestas extensões, na divulgação do conhecimento científico em filmes. Informações adicionais sobre este evento podem ser obtidas através do endereço info@teleciencia.mail.pt ou em www.utad.pt/teleciencia.

FÓRUM CIÊNCIA NA FACULDADE DE ENGENHARIA DO PORTO



Universidade do Porto
FEUP Faculdade de Engenharia

O primeiro Fórum Ciência decorreu nos dias 18 e 19 de Outubro na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, subordinado ao tema genérico "Por uma Cultura Científica em Portugal". O objectivo desta iniciativa foi promover uma reflexão sobre "o estado preocupante da cultura científica em Portugal", assim como a "qualidade e solidez da formação científica ministrada no ensino".

Os organizadores propuseram quatro temas gerais: a cultura científica no ensino básico e secundário; o conhecimento científico e outros conhecimentos; reflexos de uma cultura não científica na comunicação social; e cultura científica, Estado e sociedade. O Fórum teve ainda um espaço na Internet, activado em Junho passado (<http://www.fe.up.pt/forumciencia>), que permitiu uma discussão informal e permanente sobre os temas da reunião. Para mais informações e esclarecimentos, contactar Sara Ponte (tel. 225081524 ou sponte@fe.up.pt).

ABERTO CIÊNCIA VIVA DE AVEIRO



Centro Ciência Viva de Aveiro foi inaugurado no final do passado mês de Junho com uma exposição sobre os 50 anos da descoberta da estrutura do ADN. Instalado na antiga Fábrica de Moagens, recuperada para o efeito, o centro contém um estádio de futebol robótico, exposições temporárias e um laboratório didáctico.

INTERDISCIPLINARIDADE E COMPUTAÇÃO NO ENSINO SECUNDÁRIO

Decorreu nas primeiras semanas de Setembro no Complexo Interdisciplinar da Universidade de Lisboa um curso de formação para professores intitulado "Interdisciplinaridade e Computação no Ensino Secundário", organizado pelo Centro de Física Teórica e Computacional da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e financiado pela Fundação Calouste Gulbenkian.

Esta acção teve como objectivo a transmissão de competências básicas na uti-

lização de meios informáticos para a computação, e na aplicação dessas competências em módulos computacionais a integrar nas actividades curriculares. O projecto proposto a cada um dos frequentadores deste curso consistia no desenvolvimento de um modelo computacional que se integrasse na matéria leccionada.

A modelação computacional de sistemas complexos está associada ao aparecimento de uma intensa actividade científica de carácter interdisciplinar, sendo utilizada como recurso técnico em vários contextos nos sectores público e privado. Neste quadro, é útil preparar os futuros profissionais, modificando a formação ao nível do ensino básico e secundário no sentido de a tornar menos compartimentada e mais fluente na utilização de meios informáticos como instrumentos de estudo e de experimentação. Este é também certamente um caminho para tornar o ensino das disciplinas científicas mais motivante tanto para alunos como para professores.

A presente iniciativa baseou-se na experiência levada a cabo por duas instituições nos Estados Unidos, o *Santa Fe Institute* e o *Massachusetts Institute of Technology*, que colaboram desde há uns anos num projecto de formação de professores do ensino secundário. O projecto inclui o desenvolvimento de um pacote de *software* distribuído livremente, denominado *StarLogo*, que pretende levar a modelação computacional à sala de aula.

2ª EDIÇÃO DOS CURSOS DE VERÃO NA NOVA DE LISBOA

A Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa organizou, de 5 a 10 de Setembro, a segunda edição dos Cursos de Verão. Esta iniciativa, dirigida a alunos do ensino secundário, tem por objectivo difundir a cultura científica e promover o contacto com a Ciência de forma viva e pedagógica, proporcionando a participação em diversas actividades no Campus Universitário.

Este ano participaram 42 alunos do 10º e 11º anos, pertencentes aos agrupamentos científico-naturais do ensino secundário e oriundos de vários pontos do país. Estes alunos manifestavam particular interesse em frequentar um curso de Engenharia. De entre as actividades propostas, destaca-se a realização de experiências nos laboratórios de Ambiente, Informática, Química, Física, Electrónica, Ciências da Terra, entre outros, bem como a participação em actividades culturais (por exemplo, visitas de estudo, debates, cinema, etc). Para mais informações, ver <http://campus.fct.unl.pt/cursoverao2004/>.

PAVILHÃO DO CONHECIMENTO FEZ CINCO ANOS

O quinto aniversário do Pavilhão do Conhecimento - Ciência Viva foi comemorado no passado dia 25 de Julho com um programa especial de actividades. O Departamento da Criança, em colaboração com a Associação Fernandes & Companhia realizou actividades científicas para crianças hospitalizadas no Hospital Fernando da Fonseca (Amadora-Sintra). O enólogo Virgílio Loureiro, professor do Instituto Superior de Agronomia, o chefe de cozinha Luís Baena e investigadores da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa e da Universidade de Aveiro apresentaram, por seu lado, experiências científicas com bolos e bolinhas de espuma. À tarde, houve música no átrio exterior do pavilhão, com a actuação do Bombrando, grupo infantil de percussão da freguesia da Brandoa.

Ao longo destes cinco anos de actividade, o Pavilhão do Conhecimento recebeu mais de 1,3 milhões de visitantes nas treze exposições temporárias e quatro permanentes realizadas, além de dinamizar centenas de colóquios e debates sobre os mais variados temas de ciência.

DIA DO SOL NO PAVILHÃO DO CONHECIMENTO

Cerca de 50 escolas do ensino básico e secundário assinalaram no passado dia 26 de Junho o Dia do Sol ("SunDay 2004") com uma apresentação de carrinhos movidos a energia solar, fornos e colectores solares construídos ao longo dos meses anteriores. Estas actividades decorreram no âmbito do Concurso Solar Padre Himalaya, promovido pela Sociedade Portuguesa de Energia Solar e pelo Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação, com o apoio do Ciência Viva. O júri deste concurso foi constituído por especialistas daquelas duas instituições e por professores da Rede de Centros Ciência Viva. Na mesma ocasião esteve patente ao público uma exposição de equipamentos e projectos de energia solar apresentados por empresas do sector.

PRÉMIO GULBENKIAN DE CIÊNCIA



Um estudo dos físicos Miguel Costa e Lorenzo Cornalba da Universidade do Porto, que recorre à teoria das cordas para explicar o *Big Bang*, o trabalho "Evolução das redes - das redes biológicas à Internet e ao WWW", dos físicos Sergey Dorogovtsev e José Fernando Mendes, da Universidade de Aveiro, e ainda a obra "Inadequações variacionais hiperbólicas de primeira ordem e algumas implicações", do matemático José Francisco Rodrigues, da Universidade de Lisboa, foram galardoados com o Prémio Gulbenkian de Ciência 2004 no valor de 25 mil euros.

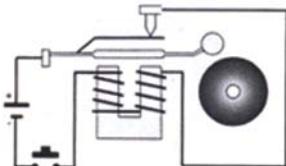




VIDROS E EQUIPAMENTOS, LDA.

Telefs.: 21 9588450/1/2/3/4 Telefax 351 21 9588455
 Rua Soeiro Pereira Gomes; 13 - R/C | <http://www.videeq.pt>
 BOM SUCESSO - 2615 ALVERCA
 PORTUGAL

MATERIAL DIDÁCTICO





FÍSICA

Delegação Regional do Centro

Palestra na Faculdade de Engenharia do Porto

Escola de Educação em Física 2004

NOTÍCIAS DA SPF

DELEGAÇÃO REGIONAL DO CENTRO

Acções de formação

Realizaram-se, ao longo do ano lectivo 2003/04, as seguintes acções de divulgação para alunos do ensino secundário:

- "A Física no Desporto", Adriano Pedroso de Lima, na Escola Secundária Francisco Rodrigues Lobo de Leiria;
- "Física e Informática - uma relação 'inteligente'", José Luís Malaquias, na Escola Secundária Emídio Navarro;
- "Ver objectos escondidos com ajuda de raios-X", Luís Miguel Távora, na Escola Secundária de Vouzela;
- "Como é o universo?", Manuel Fiolhais, nas Escolas EB 2,3 + S de Penacova e Secundária Cristina Torres da Figueira da Foz.

Palestras

À semelhança dos anos anteriores, a Delegação Regional do Centro da Sociedade Portuguesa de Física (SPF) organizou, em colaboração com o Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, um ciclo de palestras, destinadas, essencialmente, aos alunos da FCTUC e aos professores dos ensinos básico e secundário:

- "Fluorometria ocular: uma aplicação da Física na Medicina", Miguel Morgado, 26 de Novembro de 2003.

- "Fluorescência de Raios-X para controle do Ambiente e do Património Cultural", Joaquim Santos, 27 de Fevereiro de 2004.

- "O Mesão D*sJ(2317)", Everardus Johannes Van Beveren, 26 de Março de 2004.

- "Aplicações de Técnicas de Física Atómica e Nuclear no Estudo de Materiais", Adriano Pedroso de Lima, 30 de Abril de 2004.

- "Espectrometria Laser do Hidrogénio Muónico para a Determinação do Raio do Protão", Joaquim Santos, 2 de Junho de 2004.

A lista das acções e cursos que podem ser solicitados pelas escolas à SPF, Delegação Regional do Centro, está disponível online no endereço <http://nautilus.fis.uc.pt/spf/formacao1.html>.

PALESTRA NA FACULDADE DE ENGENHARIA DO PORTO

José Urbano, presidente da Sociedade Portuguesa de Física (SPF) e professor catedrático do Departamento de Física da Universidade de Coimbra, proferiu no passado dia 8 de Julho uma palestra no anfiteatro da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP). "O Ensino da Física para a Engenharia" foi o tema tratado, à luz da reestruturação curricular das várias licenciaturas da FEUP e da Declaração de Bolonha, propondo-se contribuir para a indispensável reflexão sobre o papel da Física nas escolas de engenharia.

ESCOLA DE EDUCAÇÃO EM FÍSICA 2004

Mais de três centenas de professores participaram na Escola de Educação em Física 2004, integrada no XIV Encontro Ibérico para o Ensino da Física, realizado nos passados dias 9 e 10 de Setembro nas instalações do Instituto Superior de Engenharia do Porto e organizado pela Delegação Regional do Norte da Sociedade Portuguesa de Física (SPF).

Apesar do período de tempo relativamente curto de que os organizadores dispuseram para pôr de pé a iniciativa, é de registar o elevado nível de inscrições, que ultrapassaram todas as expectativas. As intervenções dos participantes foram também significativas, contribuindo para animar os debates, comunicações e *workshops* do programa.

No primeiro dia destacou-se a palestra de João Lopes dos Santos, da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, que divulgou os resultados preliminares do Projecto Faraday, uma experiência de colaboração entre o ensino secundário e superior em torno dos programas de Física. Também o físico sueco Gunnar Tibell captou a atenção da assistência com uma palestra em torno do que deve ser o ensino de Física nos nossos dias e os resultados das iniciativas oficiais do seu país para aumentar o interesse pela Física e atrair estudantes para esta área. Uma terceira palestra, a cargo do físico espanhol

J.M.P. Benavides, incidiu sobre as tendências inovadoras no ensino de Física em Espanha.

No segundo dia, Rui Agostinho, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, falou sobre o *Big Bang*, seus modelos, teoria e realidade. Por seu turno, Helena Caldeira, da Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra, ocupou-se do ensino da Física no contexto das telecomunicações.

Foram ainda efectuados quatro debates sobre, respectivamente, a "Educação em Ciências Físicas para Crianças", "Formação de Professores no Contexto da Reforma Curricular", "Que Física(s) no Ensino Superior?" e "Física é Cultura!". Constança Providência, do Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra, apresentou-se uma comunicação sobre "Ciência para os mais novos", com sugestões de experiências e demonstrações práticas feitas com meios simples e correntes.

Durante o Encontro foi feita a apresentação do Ano Mundial da Física 2005, no âmbito do qual deverá ser realizado no próximo ano, também no Porto, um grande evento nacional.



Uma formulação "mais actual" da Primeira Lei da Termodinâmica no 10º ano?

(Ainda) sobre a noção de competência na educação escolar básica

A secção "Ensino da Física" é coordenada por Graça Santos, Divisão de Educação da Sociedade Portuguesa de Física
densino@spf.pt

ENSINO DA FÍSICA

UMA FORMULAÇÃO "MAIS ACTUAL" DA PRIMEIRA LEI DA TERMODINÂMICA NO 10º ANO?

Por razões diferentes, fomos confrontados com o facto de, nos novos manuais de 10º ano, ocorrer uma formulação pouco convencional da Primeira Lei da Termodinâmica. De facto, num grande número deles, esta lei aparece escrita na forma:

$$\Delta U = Q^* + W^* + R$$

traduzindo o princípio de que "a variação da energia interna de um sistema é igual à energia transferida entre este e a sua vizinhança sob a forma de calor (Q^*), de trabalho (W^*) e de radiação (R)"¹.

Face à sistemática utilização desta formulação da Primeira Lei da Termodinâmica por todos os autores dos manuais escolares consultados, tornou-se evidente que deveria existir alguma recomendação nesse sentido no programa de 10º ano recentemente aprovado, o que efectivamente se verifica. No documento relativo ao programa do 10º ano que o DES disponibiliza na sua página da Internet, pode ler-se (p. 61): "... Este contexto, bem como a referência a outros sistemas de aquecimento/arrefecimento de uso quotidiano permitirão trabalhar a Primeira Lei da Termodinâmica ($\Delta E_i = W^* + Q^* + R$), calculando variações de energia interna por meio de trabalho, calor e/ou de absorção/emissão de radiação. Esta formulação da Primeira Lei da Termodinâmica, mais actual pois distingue calor de radiação electromagnética, implica a definição calorimétrica de calor (energia transferida devido a uma diferença de temperaturas)"². Verifica-se assim que esta "nova formulação" da Primeira Lei da Termodinâmica foi deliberadamente introduzida pelos autores com um objectivo específico: o de distinguir "calor" de "radiação electromagnética".

Elaborar novos programas para um qualquer nível de ensino é, antes de mais, efectuar opções: a inclusão no programa de um determinado conjunto de tópicos em detrimento de outros, o nível de profundidade com que cada um deles deve ser abordado, as melhores estratégias para o fazer, ou mesmo, a opção de num certo contexto ser de alguma forma razoável sacrificar em algum aspecto (até que limite?) o rigor científico para o tornar num dado conceito mais acessível aos alunos. Depreende-se que, na nossa opinião, elaborar novos programas não é uma

tarefa fácil e que, além disso, o resultado final será sempre um dos (muitos) compromissos possíveis. É com esta postura de total abertura que nos propomos analisar a opção dos autores do programa, recentemente homologado, relativamente à já referida formulação da Primeira Lei da Termodinâmica.

Devemos começar por referir que a opção de incluir no programa de 10º ano um tópico tão importante como a Termodinâmica nos parece não só perfeitamente justificável como desejável, uma vez que a consideramos, sem dúvida, uma área da Física simultaneamente abrangente e formativa. Já relativamente à "nova formulação" da Primeira Lei da Termodinâmica, pelos motivos que passaremos a expor, parece-nos que os autores optaram por um caminho incorrecto e não justificável nem do ponto de vista científico, nem do ponto de vista didáctico.

Comecemos por analisar o significado do tipo de divisão normalmente feita das contribuições para a variação de energia interna de um sistema em dois termos, calor e trabalho. Por que motivo foram utilizados estes dois termos e não outros? Em Física, como aliás em qualquer outra ciência, as divisões ou classificações não são produto do acaso, traduzindo sempre, pelo contrário, uma arrumação de ideias. Se algumas destas classificações têm razões históricas e se tornam obsoletas, são melhoradas de acordo com a evolução dos conceitos. Não é o caso da formulação usual da Primeira Lei da Termodinâmica:

$$\Delta U = Q + W,$$

que continua actual.

Calor e trabalho representam transferências de energia. A razão pela qual separamos estas transferências em duas "gavetas" tem a ver não com a forma como a energia é transportada entre a vizinhança do sistema e o sistema, mas sim com a forma como essa energia é transferida para (ou dos) graus de liberdade do sistema. Assim, se o sistema recebe trabalho, tal significa que essa energia foi fornecida de uma "forma organizada", traduzindo-se numa variação média de variáveis microscópicas, que se traduz na mudança de uma variável macroscópica extensiva (grau de liberdade do sistema observável à nossa escala que depende da extensão do sistema como, por exemplo, o volume ou o número de partículas). Pelo contrário, se dizemos que o sistema recebe calor, isso significa que recebeu energia de uma "forma desorganizada" (no sentido em que não foi transferida para os graus de liberdade macroscópicos, mas sim para graus de liberdade microscópicos), ou seja, a sua entropia aumentou. Concretizemos esta sistematização com um exemplo de um sistema simples: um gás ideal (gás em que não existem interações entre as moléculas constituintes) encerrado num volume V .

Suponhamos que comprimimos lentamente este gás, fazendo diminuir o volume V . Estaremos então a alterar as posições médias de todas as partículas do gás, e esse facto tem tradução na variável extensiva "volume do sistema". Isto significa que realizámos trabalho sobre o sistema. Se não existirem outras transferências de energia (paredes adiabáticas) o aumento de energia interna é igual ao trabalho realizado. Mas podemos variar a energia interna do gás de outra forma: aquecendo-o a volume constante. Agora, a

energia cinética média de translação das partículas que constituem o gás aumenta (aumentando a temperatura), mas a sua posição média não é afectada porque o volume ocupado pelo gás se manteve constante. Não existe, portanto, nenhuma variável macroscópica extensiva que nos dê conta da variação da energia interna que o sistema sofreu. Apenas podemos ter acesso a essa informação através da medição de uma variável não extensiva: a temperatura do gás. Tal significa que a variação da energia interna do sistema se fez trocando calor.

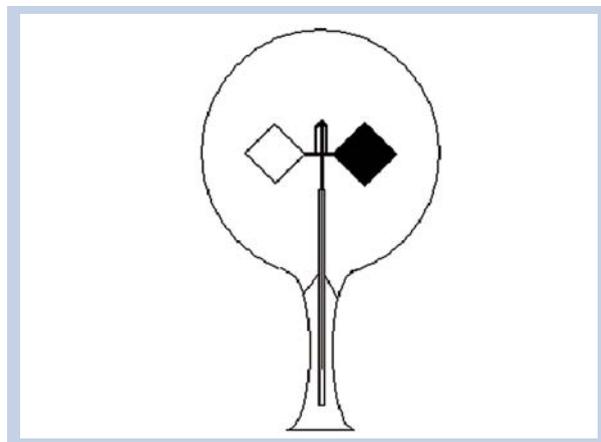


Fig. 1- Radiómetro de Crookes

A diferença entre estas duas formas essencialmente distintas de transferir energia é claramente visível se pensarmos no funcionamento de um radiómetro de Crookes, representado esquematicamente na figura. Este tipo de radiómetro é constituído por duas (ou mais) palhetas, com uma face negra e outra metalizada, montadas num eixo que pode rodar com muito pouco atrito sobre uma agulha, encerradas num balão de vidro onde foi feito vácuo. Quando exposto a luz solar, o radiómetro aquece, o que significa que as suas partículas passam a ter movimentos mais rápidos em torno das suas posições de equilíbrio mas de uma forma não correlacionada (que não se traduz na variação de posição das pás do radiómetro já que aquecem mesmo que não possam rodar). Além disso, as pás adquirem um movimento de rotação. A existência deste movimento implica uma transferência de energia de outro tipo em que as partículas adquirem também uma energia cinética suplementar mas agora correspondente a um movimento bem correlacionado das partículas, que se traduz num aumento da sua velocidade média e, por isso, num movimento macroscópico das pás do radiómetro. Estes dois tipos de transferência de energia são, no primeiro caso, calor, e, no segundo, trabalho. É claro que qualquer das transferências de energia indicadas resulta da absorção de radiação electromagnética proveniente do Sol³.

De uma maneira geral, portanto, para que haja troca de energia entre um sistema e a sua vizinhança sob a forma de trabalho, a transferência tem de ser feita para ou dos graus de liberdade do sistema observáveis macroscopicamente, como acontece, por exemplo, quando varia o volume de um gás. Se a transferência de energia, pelo contrário, se der para ou dos graus de liberdade internos do sistema, alterando o número de estados microscópicos acessíveis ao

sistema, ou a frequência com que são ocupados (associada à variação da entropia) então essa transferência de energia é designada por calor. Em consequência, calor e trabalho só podem ser definidos, do ponto de vista termodinâmico, não pelos mecanismos responsáveis pelo transporte da energia, mas sim pela forma como essa transferência de energia altera o estado do sistema.

Ao introduzir na formulação da Primeira Lei da Termodinâmica um termo de transferência de energia por radiação estamos portanto a desvirtuar a divisão anteriormente discutida. Mais do que isso, calor e trabalho deixam de poder ter os significados precisos que anteriormente discutimos, uma vez que o terceiro termo pode, como já vimos, ser de um tipo ou do outro, ou mesmo de ambos. Esta definição introduz dificuldades na apresentação de conceitos que deveriam ser definidos de forma simples. Por exemplo, como definir aos alunos um processo adiabático? Não basta dizer que um processo é adiabático se $Q^*=0$ porque podem existir trocas de calor contidas em R ; por outro lado não podemos exigir que para o processo ser adiabático Q^* e R sejam nulos, porque R pode ser diferente de zero mas conter apenas contribuições que não são trocas de calor. Caímos, portanto, logo a este nível, num impasse.

Acresce que o objectivo enunciado no programa de distinguir "calor" de "radiação electromagnética" nos parece de alguma forma despropositado uma vez que é difícil que os dois conceitos sejam confundidos. Se o objectivo é distinguir "calor" de "transferência de energia por radiação", uma preocupação que faz algum sentido visto que, tradicionalmente, a transferência de energia por radiação (absorção ou emissão) é apresentada como um processo de transferência de energia sob a forma de calor entre sistemas que não estão em equilíbrio térmico, o exemplo simples que anteriormente se utilizou com o radiómetro de Crookes permite esclarecer inequivocamente que as transferências radiativas também podem envolver realização de trabalho. Se o objectivo for, por outro lado, o de distinguir calor de radiação electromagnética, uma confusão que se poderia considerar tão estranha como a de confundir calor com temperatura, então basta chamar a atenção dos alunos para o facto de a radiação de um feixe laser existir independentemente do alvo em que incide e que eventualmente aquece. Ou mesmo recordar que grande parte da energia armazenada no Universo é energia de radiação, e isso não significa calor nem transferência.

Poder-se-á argumentar que a introdução do termo R na equação que traduz a Primeira Lei permite resolver esta ou aquela dificuldade por parte dos alunos, mas não é óbvia a existência de qualquer vantagem a esse nível e, pelo contrário, introduz ideias erradas que serão depois mais difíceis de corrigir. Assim, a formulação actualmente referida no programa de Física do 10º ano para a Primeira Lei da Termodinâmica não simplifica os conceitos e cria sérias dificuldades do ponto de vista conceptual. Entendemos, por isso, que é urgente rever essa formulação.

M.M.Cruz e J.Maia Alves
Departamento de Física da FCUL / CFMCUL
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Campo Grande Ed.C8, 1749-016 Lisboa
mmcruz@fc.ul.pt

NOTAS

¹ Daniel Marques da Silva, *Desafios de Física* (Física e Química - A - 10º), Lisboa Editora, p. 53.

Alexandre Costa, Ana Maria Costa, Augusto Moisés e Francisco Caeiro, *Ver +* (Física A - 10º), p. 96.

² Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, *Programa de Física e Química A - 10º Ano*.

³ No radiómetro de Crookes mais comum, o movimento das pás, que se efectua no sentido de afastar o lado negro das pás da fonte de radiação, resulta do facto de existir um aquecimento diferente do gás residual junto às duas faces das pás, o que origina um fluxo de gás entre a zona mais quente e a zona mais fria. O atrito entre o gás e os bordos das pás é responsável pelo movimento de rotação macroscópico (ver <http://math.ucr.edu/home/baez/physics/General/LightMill/light-mill.html>) e foi designado "transpiração térmica" por Reynolds. Se se pretender observar um efeito directo da radiação deve utilizar-se uma versão modificada deste radiómetro, com melhor vácuo e palhetas suspensas por fibras finas, bem como pás cobertas por um vidro inerte de forma a evitar desgasificação. Neste caso, o movimento de rotação do radiómetro efectua-se em sentido contrário sendo explicado como o efeito directo da pressão de radiação.

(AINDA) SOBRE A NOÇÃO DE COMPETÊNCIA NA EDUCAÇÃO ESCOLAR BÁSICA

Na sequência da publicação do Decreto-Lei nº 6/2001 de 18 de Janeiro, que "estabelece os princípios da organização curricular do ensino básico, bem como da avaliação das aprendizagens e do processo de desenvolvimento do currículo nacional" (Artigo 1.º), é afirmada, em documento homologado por despacho de 21 de Outubro de 2001, a noção que deverá orientar os três ciclos incluídos neste nível de escolaridade: trata-se da noção de competência, que tem, aliás, estado presente em revisões de outros sistemas de ensino, sobretudo da Europa.

Neste documento, intitulado "Currículo Nacional do Ensino Básico: Competências Essenciais", apresenta-se o significado da referida noção e especificam-se as competências gerais, as competências transversais e as competências específicas para as diversas áreas curriculares disciplinares (não constam as competências específicas para as áreas curriculares não disciplinares, as quais fazem parte integrante do referido currículo).

Paulo Abrantes, à data director do Departamento da Educação Básica, explica na nota de apresentação que se trata, portanto, de um documento que "constitui uma referência central para o desenvolvimento do currículo", evidenciando-se como "um instrumento essencial no processo de inovação" em curso e, consequentemente, como uma orientação nacional "para o trabalho de formulação e desenvolvimento dos projectos curriculares da escola e de turma a realizar pelos professores", a partir do ano lectivo de 2001/2002. Explica, ainda, que o seu conteúdo resulta de um trabalho de

discussão, realizado ao longo de vários anos, que envolveu um grande número de professores, grupos de trabalho, reuniões e pareceres (de Universidades, Escolas Superiores de Educação, Associações de Professores e de centenas de escolas do ensino básico).

Por estas duas razões - a importância crucial do documento e a ampla reflexão a que foi submetido -, seria de esperar que encontrássemos um texto inequívoco nos planos conceptual e linguístico, compreensível pelos diversos agentes educativos. No entanto, e no nosso entender, não é isso que acontece. Uma análise atenta leva-nos a concluir tratar-se de um texto que, além de negligenciar e/ou desvirtuar importantes saberes provenientes da psicologia e da pedagogia, susceptíveis de fundamentar com segurança opções curriculares, recorre a uma linguagem redundante e obscura. Estes dois aspectos, uma vez conjugados, têm tido como consequências mais imediatas e evidentes a multiplicidade de interpretações e a instalação de dúvidas cruciais. Ora, tal circunstância faz gorar, pelo menos em parte, a intenção do texto a que nos reportamos: ser um guia curricular orientador à escala nacional.

Se nos detivermos apenas na noção de competência (sem equacionarmos, portanto, a pertinência e a essência das competências gerais, bem como a sua operacionalização aos níveis transversal e específico), verificamos que, felizmente, alguns dos seus mentores (v.g. Abrantes, 2002; Roldão, 2002) e o próprio ministério, em última instância responsável por ela, têm reconhecido dúvidas que a sua definição sugere e de entre as quais se destacam, pela sua recorrência, as seguintes: "as competências são objectivos?"; "os objectivos desaparecem do currículo?"; "as competências são capacidades?"; "as competências substituem os conteúdos?"; "qual o lugar dos conteúdos ou seja, dos conhecimentos no ensino-aprendizagem organizado por competências?"; "como é que se operacionalizam as competências?"...

É certo que se tem procurado equacionar essas dúvidas. Por exemplo, a revista *Noesis* atribuiu-lhe grande destaque no seu n.º 58, e a revista on line da Direcção do Ensino Básico dedicou-lhe o seu número 4, mas esse equacionamento, apesar de apelar com frequência a opiniões de pessoas com nome firmado na área da pedagogia - de destacar o nome de Phillippe Perrenoud -, não tem acrescentado qualquer esclarecimento relevante. E, assim, se continua sem perceber o que significa exactamente competência e, sobretudo, como se transpõe concretamente para o plano das práticas educativas. Pelo nosso lado, numa tentativa de procurar extrair o significado da noção a que nos referimos - e depois de lermos, por inúmeras vezes, os quatro parágrafos da página 9 do "Currículo Nacional do Ensino Básico", onde consta, como dissemos, a sua definição original -, chegámos à seguinte síntese:

O termo competência integra conhecimentos, capacidades e atitudes, ou seja, pressupõe a aquisição de um certo número de conhecimentos e a apropriação de um conjunto de processos fundamentais. Melhor, diz respeito ao processo de activar recursos (conhecimentos, capacidades estratégicas). Pode ser entendida como um saber em acção ou em uso e aproxima-se do conceito de literacia.

Só que esta síntese é falaciosa, uma vez que remete para um conjunto de palavras de sentido impreciso. Mas o melhor é transcre-

vermos cada um desses quatro parágrafos, assinalando os aspectos que nos suscitam comentários.

"O documento que agora se publica apresenta o conjunto de competências consideradas essenciais no âmbito do currículo nacional. Inclui as competências de carácter geral, a desenvolver ao longo do ensino básico, assim como as competências específicas que dizem respeito a cada uma das áreas disciplinares e disciplinas, no conjunto dos três ciclos e de cada um deles. Além disso, explicita ainda os tipos de experiências de aprendizagem que devem ser proporcionadas a todos os alunos."

Sob o ponto de vista científico, o texto começa bem, pois este parágrafo apresenta, breve e claramente, o objectivo concreto do documento, dando a entender que irá enunciar, de seguida, da mesma maneira, a noção de competência.

"O termo competência pode assumir diferentes significados, pelo que importa deixar claro em que sentido é usado no presente documento. Adopta-se aqui uma noção ampla de competência, que integra conhecimentos, capacidades e atitudes e que pode ser entendida como saber em acção ou em uso. Deste modo não se trata de adicionar a um conjunto de conhecimentos um certo número de capacidades e atitudes, mas sim promover o desenvolvimento integrado de capacidades e atitudes que viabilizam a utilização dos conhecimentos em situações diversas, mais familiares ou menos familiares dos alunos."

A frase inicial está correcta, porque, de facto, o termo competência, como muitos outros em pedagogia, possui inúmeros significados, não sendo possível enveredar por qualquer discussão ou proposta sem se proceder a uma explicitação fundamentada, rigorosa e inequívoca.

No entanto, logo a seguir, se põe a questão de esclarecer o que se entende por conhecimentos, capacidades e atitudes. O primeiro termo, talvez o mais consensual dos três, não se afigura nada claro neste documento pois confunde-se com competência e atitude: na página 10 afirma-se "a própria designação de competências essenciais procura salientar os saberes [conhecimentos] que se consideram fundamentais para todos os cidadãos, na nossa sociedade actual, tanto ao nível geral como das diversas áreas do currículo. Em particular, em cada uma das disciplinas, trata-se de identificar os saberes que permitam aos alunos desenvolver uma compreensão da natureza e dos processos dessa disciplina, assim como uma atitude positiva face à actividade intelectual e ao trabalho prático que lhe são inerentes". Por seu lado, o termo capacidade é omitido nesta explicação e o termo atitude, um dos mais polémicos na literatura sociológica, psicológica e pedagógica, não é, surpreendentemente, submetido a qualquer definição orientadora.

A expressão saber em acção ou em uso foi sugerida e definida por quem e em que enquadramento teórico? Visto existirem diversas outras expressões que com ela se podem confundir (por exemplo, *knowing-in-action*), que sentido concreto se lhe deve atribuir nesta proposta?

Não nos parece que aqui se esclareça a expressão em causa, o tal saber em acção, bem como as expressões conhecimento, capaci-

dade e atitude. Aliás, esta frase ainda as confunde mais, senão atente-se às duas ideias seguintes, primeiro de maneira isolada e depois, de maneira coordenada: (1ª ideia) "não se trata de adicionar a um conjunto de conhecimentos um certo número de capacidades e atitudes"; (2ª ideia) "mas sim promover o desenvolvimento integrado de capacidades e atitudes que viabilizam a utilização dos conhecimentos em situações diversas, mais familiares ou menos familiares dos alunos".

"Neste sentido, a noção de competência aproxima-se do conceito de literacia. A cultura geral que todos devem desenvolver como consequência da sua passagem pela educação básica, pressupõe a aquisição de um certo número de conhecimentos e a apropriação de um conjunto de processos fundamentais mas não se identifica com o conhecimento memorizado de termos, de factos e procedimentos básicos, desprovido de elementos de compreensão, interpretação e resolução de problemas. A aquisição progressiva de conhecimentos é relevante se for integrada num conjunto mais amplo de aprendizagens e enquadrada por uma perspectiva que coloca no primeiro plano o desenvolvimento de capacidades de pensamento e de atitudes favoráveis à aprendizagem."

Este esclarecimento é mais um factor perturbador da clareza, porquanto introduz mais um conceito - literacia - sem qualquer preocupação de definição.

Devemos depreender do texto anterior que a educação básica deve centrar-se na aquisição de conhecimentos de cultura geral? Se assim é, estamos perante um entendimento muito pobre de educação básica. Educação que, a seguir, se diz proporcionar a "apropriação de um conjunto de processos fundamentais", não se explicando também o que são processos fundamentais.

De facto, a educação escolar não deve procurar apenas desenvolver a memorização, deve também procurar desenvolver a compreensão, a aplicação, a avaliação, a criatividade, a resolução de problemas... Mas não podemos deixar de assinalar que a memorização é uma capacidade tão nobre e tão essencial na aprendizagem quanto as demais.

"Com o significado que aqui lhe é atribuído, a competência não está ligada ao treino para, num dado momento, produzir respostas ou executar tarefas previamente determinadas. A competência diz respeito ao processo de activar recursos (conhecimentos, capacidades, estratégias). Em diversos tipos de situações, nomeadamente, situações problemáticas. Por isso, não se pode falar de competência sem lhe associar o desenvolvimento de algum grau de autonomia em relação ao uso do saber."

Quatro dúvidas/reparos à ideia de competência que no texto anterior se transmite. Primeiro: a educação escolar deve dispensar o treino, quer dizer, a repetição? Acontece que muitas aprendizagens - como ler, escrever, manipular material de laboratório - para se adquirirem e consolidarem não dispensam o treino! Segundo: a produção de respostas ou execução de tarefas previamente determinadas não tem sentido? Não se pretende que os alunos demonstrem as suas aquisições? Então, por exemplo, as provas de avaliação formativa ou sumativa só podem ser um paradoxo, uma vez que servem exactamente para que eles pro-

duzam respostas ou executem tarefas previamente determinadas. Terceiro: a competência é um saber em acção ou em uso, como antes se afirmou (sugerindo esta expressão que a competência é manifestável) ou é um processo de activação de recursos (sugerindo esta expressão que a competência não é manifestável). Quarto: Neste passo, competência significa conhecimentos, capacidades, estratégias. De onde surgiu, entretanto, a noção de estratégia?

A autonomia que se pretende que os alunos adquiram é só em relação ao uso do saber ou também em relação ao uso de capacidades, de atitudes, de processos fundamentais e de estratégias?

Chegado ao fim, o leitor dirá que a nossa estratégia de análise foi a desconstrução e que nada adiantámos para clarificar a noção que pusemos em causa. De facto, assim é. Contudo, enquanto docente da área de pedagogia, devemos, antes de mais, procurar o entendimento dos conceitos basilares no actual Sistema Educativo, e o conceito de competência é, indubitavelmente, um deles.

No entanto, atendendo a que o próprio Departamento da Educação Básica mostrou disponibilidade para rever o documento supra citado, aceitando, para tanto, "críticas e sugestões de melhoramento", pensamos que é sempre oportuno reflectir sobre as questões que enunciámos.

Maria Helena Damião da Silva
Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação
da Universidade de Coimbra
hdamiao@fpcl.uc.pt

BIBLIOGRAFIA

Abrantes, P., "À conversa com... Paulo Abrantes" (entrevista de José Carlos Abrantes), *Noesis*, nº 58, 2001, p. 15-22.

Abrantes, P., "Reorganização curricular do ensino básico: os princípios e o processo", *Noesis*, nº 58, 2001, p. 24-26.

Decreto-Lei nº6/2001 de 18 de Janeiro, *Diário da República - I série A - n.º 15*.

Departamento da Educação Básica, *Currículo Nacional do Ensino Básico - Competências Essenciais*, Ministério da Educação, 2001.

Perrenoud, Ph., *Porquê construir competências a partir da escola?*, Edições Asa, 2001.

Perrenoud, Ph., "Construir competências é virar as costas aos saberes"? *Pátio - Revista Pedagógica*, nº 11, 1999, p. 15-19.

Roldão, M. C., "De que falamos quando falamos de competências"? *Noesis*, nº 58, 2001, p. 59-62.

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

OLIMPÍADAS DE FÍSICA

ETAPA NACIONAL

Decorreu no dia 26 de Junho, no Departamento de Física da Universidade de Coimbra, a etapa nacional das Olimpíadas de Física, organizada pela Delegação Regional do Centro da SPF. Participaram nesta competição os alunos vencedores das etapas regionais realizadas em 15 de Maio: 24 alunos no escalão B (11º ano de escolaridade) e 3 equipas de 3 alunos no escalão A (9º ano de escolaridade).

No escalão A, a equipa vencedora foi a representante da região Norte, constituída pelos alunos Filipe Sousa, Ivo Timóteo e Mário Andrade, da Escola Secundária António Sérgio, Vila Nova de Gaia.

No escalão B, os primeiros oito classificados foram:

- 1- José Diogo Fernandes, da Escola Secundária de Gondomar
- 2- Miguel António Cunha Pereira, da Escola Secundária Francisco Rodrigues Lobo, Leiria
- 3- João Pedro Azevedo Silva, da Escola Secundária da Trofa
- 4- Eduardo Manuel Dias, da Escola Secundária Domingos Sequeira, Leiria



Estes alunos, juntamente com (por ordem alfabética)

Carlos David de Oliveira Pinto, da Escola Secundária de S. Pedro do Sul, Cristiano Miguel da Silva Cruz, da Escola Secundária da Lourinhã, Daniel Filipe da Costa Marques, da Escola Secundária Emídio Navarro, Viseu, João Gonçalo Nunes Santiago, da Escola Secundária Dr. Joaquim de Carvalho, Figueira da Foz, Noel Costa Leitão, da Escola Secundária da Lourinhã, Pedro Daniel Graça Casau, da Escola Secundária José Estêvão, Aveiro, Susana Patrícia dos Santos, da Escola Secundária Jácome Ratton, Tomar, ficaram pré-seleccionados para uma preparação a decorrer durante o ano lectivo 2004/2005 que os poderá levar a representar Portugal na Olimpíada Internacional de Física (Espanha) ou na Olimpíada Ibero-Americana de Física (Uruguai).

As provas da etapa nacional decorreram da parte da manhã, a que se seguiu o almoço nas cantinas universitárias. Durante a realização das provas o Doutor Eef van Beveren, do Departamento de Física da FCTUC, proferiu a palestra intitulada "O mesão D*sJ(2317)" para os professores acompanhantes. Os enunciados das provas estão disponíveis na página das olimpíadas na Internet: <http://olimpiadas.fis.uc.pt>.

Da parte da tarde alunos e professores tiveram oportunidade de visitar o Museu de Física da Universidade de Coimbra. A cerimónia de encerramento, onde se divulgaram os vencedores e se entregaram os prémios, contou com a presença de José António Paixão, em representação da Comissão Nacional das Olimpíadas, e do Presidente da SPF, José Dias Urbano. Numa breve alocução, o presidente da SPF teceu algumas considerações sobre a importância das ciências físicas na sociedade contemporânea e deixou palavras de apreço para os alunos e professores que entusiasticamente aderiram a esta iniciativa. O evento terminou com um lanche de confraternização. A SPF agradece a todos os que colaboraram na realização da

5- Pedro João Medeiros Costa, da Escola Secundária Fonseca Benevides, Lisboa

6- João Dias Caetano Silva, da Escola Secundária da Trofa

7- Miguel Torre Arriaga e Cunha, da Escola Secundária Rainha D. Amélia, Lisboa

8- Ricardo André Macau, da Escola Secundária de Ferreira Dias, Cacém.



Vencedores do escalão A, Filipe Sousa, Ivo Timóteo e Mário Andrade, da Esc. Sec. António Sérgio, Vila Nova de Gaia.



Vencedores do escalão B.

etapa nacional das olimpíadas, em particular aos elementos do júri que tiveram a árdua tarefa de classificar as provas no curto intervalo de tempo disponível.

OLIMPÍADAS INTERNACIONAIS NA COREIA DO SUL

A XXXV Olimpíada Internacional de Física decorreu em Pohang (Coreia do Sul), de 15 a 23 de Julho. A delegação portuguesa foi chefiada pelos *team-leaders* Doutores José António Paixão e Fernando Nogueira. Este ano a delegação contou ainda com a presença de José Gama, professor do Colégio Internato dos Carvalhos, na qualidade de observador.

A prova teórica consistia de três questões independentes. Na primeira pedia-se a análise do movimento de um pequeno disco colocado entre as placas de um condensador plano, de grandes dimensões, ligado a um gerador

de tensão. Em determinadas condições, o disco efectua um movimento de pingue-pongue entre as placas, acabando por atingir um estado estacionário onde a intensidade da corrente que percorre o circuito é proporcional ao quadrado da tensão aplicada. A segunda questão envolvia conhecimentos de termodinâmica e mecânica. Consistia no estudo do movimento de um balão de hélio que sobe na atmosfera, tendo em conta a variação da temperatura do ar e da pressão atmosférica com a altitude. Na terceira e última questão pedia-se aos estudantes que efectuassem a análise do funcionamento de um microscópio de força atómica, com base num modelo simplificado do movimento da ponta de prova e da sua detecção por um feixe laser que accionava um amplificador *lock-in*. Esta era a questão mais difícil, por envolver aparelhos e conceitos com os quais os estudantes não estavam familiarizados.

À semelhança da competição do ano anterior, a prova experimental consistiu numa única experiência em que



Delegação portuguesa presente na XXXV IPhO, durante a visita à Universidade Tecnológica de Pohang (POSTECH). Da esquerda para a direita: José Paixão (*team-leader*), José Gama (professor acompanhante), Miguel Pinto, Hanna Lee (guia), Fernando Nogueira (*team-leader*), Francisco Brandão, Paulo Santos, Maria Silva e Miguel Fiolhais.

era posta à prova a imaginação e habilidade dos estudantes. Era fornecida uma "caixa negra" que continha no seu interior uma bola presa a duas molas elásticas. Sem abrir a caixa, e recorrendo ao equipamento experimental que consistia numa plataforma de rotação, uma balança e uma fotocélula ligada a um relógio digital, pretendia-se a determinação da massa da bola e do valor das constantes elásticas das molas.

Os textos das questões bem como propostas de resolução estão disponíveis na página da Olimpíada Internacional de Física 2004, <http://www.ipho2004.or.kr>.

A melhor classificação dos estudantes portugueses foi obtida por Miguel Fiolhais, estudante da Escola Secundária D. Duarte, em Coimbra, que ficou a 5,1 pontos (em 50) da classificação necessária para uma menção honrosa. O vencedor absoluto da competição foi um estudante bielorusso. Tal como já tinha sucedido no ano passado, também a prestação portuguesa não foi homogénea em relação às partes teórica e prática, tendo havido estudantes com uma boa classificação na parte experimental mas sem correspondência na parte teórica e vice-versa. Foi o caso da estudante Maria Silva, da Escola Secundária Joaquim de Carvalho, Figueira da Foz, que obteve uma classificação na parte experimental superior à de alguns estudantes medalhados.

A organização local primou pela eficiência e simpatia, sendo de destacar o papel dos guias locais, na sua maioria estudantes universitários, que zelaram pelo cumprimento do ambicioso programa de actividades proporcionadas a estudantes e professores. De entre estas, são de destacar as visitas ao sincrotrão da Universidade Tecnológica de Pohang (POSTECH) e à siderurgia do grupo POSCO, quarto produtor mundial de aço e o maior patrocinador industrial desta olimpíada.

Na cerimónia de encerramento foi oficialmente anunciado que a XXXVI IPhO decorrerá na cidade universitária de Salamanca, Espanha, em Julho de 2005.

MEDALHA DE BRONZE NA OLIMPÍADA IBERO-AMERICANA DE FÍSICA

A delegação de quatro jovens estudantes do ensino secundário que representou Portugal na IX Olimpíada Ibero-Americana de Física (OIbF) obteve uma medalha de bronze e três menções honrosas nesta competição. A medalha de bronze foi ganha por César Peter Bürgi Vieira, estudante da Escola Secundária Emídio Navarro, Almada. Os estudantes galardoados com a menção honrosa foram João Veloso da Silva Torres, da Escola Secundária da Maia, José Gustavo Elias Rebelo, da Escola Secundária Rainha D. Amélia, Lisboa, e Pedro Miguel Torres Tavares da Silva, da Escola Secundária de Vouzela.

O vencedor absoluto da competição foi um estudante espanhol.

A Olimpíada Ibero-Americana de Física é uma competição anual para estudantes pré-universitários da América Latina e Península Ibérica, consistindo, à semelhança da IPhO, de uma prova teórica e uma prova experimental. Os problemas da prova teórica cobriram vários tópicos, com particular incidência no electromagnetismo e na física moderna. A prova experimental consistiu na determinação do coeficiente de viscosidade de um líquido e no estudo de um interferómetro de Michelson. Este ano a Olimpíada realizou-se em Salvador, Brasil, de 27 de Setembro a 2 de Outubro. A Sociedade Portuguesa de Física terá a seu cargo a organização da competição em Portugal no ano de 2006.



Equipa portuguesa na IX OIbF. Da esquerda para a direita: João Torres, César Vieira (medalha de bronze), José Rebelo e Pedro Silva.

As Olimpíadas de Física são patrocinadas pelo Ministério da Educação, Ministério da Ciência, Inovação e Ensino Superior e Agência Ciência Viva através do programa POCTI.

Mais informações sobre as Olimpíadas de Física estão disponíveis em <http://olimpiadas.fis.uc.pt>.

LIVROS NOVOS

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

- Maria José B. Marques de Almeida, "Preparação de Professores de Física - uma contribuição científico-pedagógica e didática", Almedina, 2004.

- Isaac Asimov, "Átomo", Campo das Ciências, 2004

- Réda Benkirane, "A Complexidade Vertigens e Promessas: histórias de ciência", Instituto Piaget, 2004

- Bill Bryson, "Breve história de quase tudo", Quetzal Editores/Bertrand Editora, 2004

- Michael Goldsmith, "Finados famosos: Cientistas e as Experiências Radicais", Europa-América, 2004.

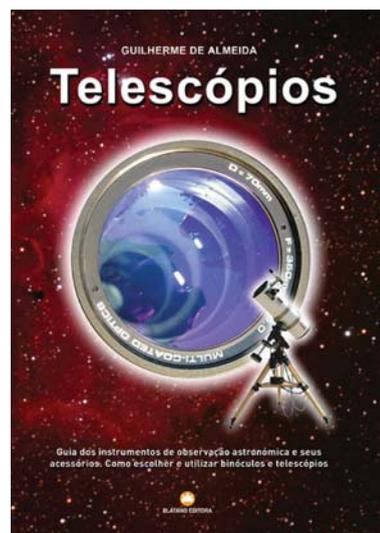
- Imanuel Kant, "Teoria do Céu", Ésquilo Edições e Multimédia, 2004

- Ray Makintosh, Jim Al-Khalili, Björn Jonson e Teresa Peña, "Núcleo, uma viagem ao coração da matéria", Porto Editora, 2004.

João Pedro Neto e Jorge Nuno Silva, "Jogos Matemáticos, Jogos Abertos", Gradiva, 2004

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

TUDO SOBRE TELESCÓPIOS



Guilherme de Almeida
"Guia dos instrumentos de observação astronómica e seus acessórios. Como escolher e utilizar binóculos e telescópios"
Plátano Editora, 2004

O novo livro de Guilherme de Almeida é inteiramente dedicado aos equipamentos de observação astronómica. Trata-se de uma obra extensa, com 592 páginas e 293 figuras, que aborda de um modo exaustivo os diversos tipos de telescópios bem como os acessórios habitualmente usados pelos astrónomos amadores e entusiastas de astronomia a nível da observação visual.

O livro destina-se a todas as pessoas que desejam ficar a conhecer melhor os diversos tipos de instrumentos de observação e seus acessórios bem como as necessárias operações de ajuste e manutenção (alinhamentos, equilibragem, limpeza, colimação, etc).

Existe actualmente no mercado uma enorme variedade de binóculos, telescópios e acessórios de observação astronómica. A leitura atenta da obra será muito útil a quem deseje adquirir um destes instrumentos. Um dos capítulos é inteiramente dedicado a esta temática (Cap. 11 - Reflexões sobre a escolha e compra de um telescópio). O nível e profundidade dos temas abordados é igualmente útil para quem já possua um

instrumento de observação e desejo evoluir para outro(s) tipo(s) de telescópios com características diversas.

A abordagem das diversas temáticas revela bem a enorme experiência do autor neste campo. Guilherme de Almeida construiu o seu primeiro telescópio em 1966 e desde essa altura tem dedicado muito do seu tempo a observar, a escrever e a ensinar. É autor de vários livros dos quais de destacam os seguintes: "Roteiro do Céu, Introdução à Astronomia e às Observações Astronómicas" e "Observar o Céu Profundo". O primeiro foi recentemente traduzido para a língua inglesa e editado pela Springer (Almeida, G., "Navigating the Night Sky", 2004).

O livro "Telescópios" é composto por 15 capítulos que abordam de um modo sucessivo: os diferentes instrumentos de observação; as suas características ópticas; as montagens que os suportam; os principais acessórios utilizados pelos astrónomos amadores incluindo a sua aplicação e modo de utilização; as diversas operações de alinhamento; a colimação dos diferentes tipos de telescópios; os diversos testes que podemos aplicar. Inclui ainda um capítulo totalmente dedicado à "arte de observar". Neste capítulo são fornecidas indicações de grande utilidade para quem deseje diversificar os campos de observação (observação solar, lunar, superfícies planetárias, céu profundo, etc).

O texto é exaustivo, claro e os temas são abordados de um modo progressivo de tal modo que a sua leitura interessará a todos os observadores desde os principiantes aos mais experientes. A organização da obra foi feita de modo a corresponder ao que o autor gostaria que existisse em 1966 quando começou a interessar-se pela observação astronómica e pelos instrumentos de observação. Julgo que este objectivo foi plenamente atingido. A leitura é muito agradável e a obra é profusamente ilustrada. A elevada qualidade da impressão é também uma mais valia. Um livro a não perder!

Pedro Ré
Pedro.re@mail.telepac.pt

UM LIVRO ESSENCIAL PARA UM PROFESSOR DE FÍSICA



"Aprender e ensinar Física"
J. Bernardino Lopes
Fundação Calouste Gulbenkian e
Fundação para a Ciência e a Tecnologia,
2004.

Em boa hora a Fundação para a Ciência e a Tecnologia, em parceria com a Fundação Calouste Gulbenkian, proporcionou a publicação deste livro na série "Textos Universitários de Ciências Sociais e Humanas" que, tal como é referido, "se propõe publicar obras importantes num domínio do conhecimento crítico moderno".

De facto, embora se reconheça que tem sido feito um esforço nesse sentido nos últimos anos, existem poucas obras de autores portugueses nesta área que promovam reflexão sobre a Didáctica das Ciências e a conjuguem com a prática.

Correspondendo àquilo que há muito se desejava, o livro "Aprender e ensinar Física" de Bernardino Lopes, pretende incorporar a experiência e a investigação em Didáctica da Física, tentando fazer uma sistematização crítica de trabalhos das grandes áreas de investigação em Ciências com relevância para a aprendizagem e o ensino da Física.

Bernardino Lopes, actualmente professor na Universidade de Trás-os-Montes e

Alto Douro, já nos mostrou com a utilidade dos seus escritos, que possui grande sensibilidade para estes problemas: o seu percurso, com passagem pelo ensino secundário e, posteriormente, Mestrado em Ciências da Educação e Doutoramento em Didáctica da Física, propiciou-lhe uma preparação privilegiada para este tipo de trabalho. Assim, alia a fundamentação teórica e a reflexão epistemológica a relatos críticos de experiências de ensino, ilustrando-as constantemente com exemplos diversificados e propondo até, no final de cada capítulo, tarefas para o professor, quer para consolidação das mensagens veiculadas, quer para aplicação posterior em sala de aula.

O livro está organizado em nove capítulos. O primeiro, "Aprender e ensinar Física: perspectiva global das suas dificuldades", justifica a necessidade da área científica Didáctica da Física, que o autor reconhece ser ainda imatura, mas já passível de se organizar num corpo coerente de conhecimentos. Conforme escreve no início do segundo capítulo, "*A afirmação de que para ser bom professor de Física é necessário apenas ter uma boa formação de Física é, no actual contexto, insustentável. Insustentável, entre outras razões, porque:*

- *o insucesso também existe nos alunos cujos professores têm boa preparação em Física;*
- *muitos alunos não querem aprender a tradicional Física escolar;*
- *as dificuldades aparecem também nos alunos que tiveram êxito nas sucessivas provas de avaliação por que passaram.*

Acrescentar à boa formação em Física, o bom senso e uma certa arte de ensinar piora um pouco as coisas. Se bem que ensinar comporta competências relacionadas com sensibilidade, arte e bom senso, outras têm de ser acrescentadas. Em síntese, a apresentação clara de ideias cientificamente correctas não é condição suficiente para a aprendizagem. Neste domínio, a investigação tem um papel fundamental para elucidar e evidenciar o núcleo central de competências que um professor de Física deve ter."

Reconhecendo ser a Didáctica da Física

um ramo da Educação em Ciência, o autor dedica o capítulo 2 à sua caracterização, reflectindo sobre as especificidades da aprendizagem de Física. Nesta linha, Bernardino Lopes dedica os terceiro e quarto capítulos à aprendizagem conceptual, seguindo-se, no quinto, o desenvolvimento e operacionalização do conceito, central em toda a obra, de Situação Formativa, o qual permite ao professor desenhar e gerir o currículo que pretende implementar e avaliar a qualidade das aprendizagens conseguidas.

A preocupação constante que ressalta da leitura deste trabalho é a de ser útil e poder contribuir para um melhor ensino da Física. Assim, em torno daquele conceito central, são abordados, nos capítulos seguintes, assuntos como "Resolução de Problemas", tema em que Bernardino Lopes é um especialista, "Trabalho Experimental em Física", "Avaliação e gestão do currículo", concluindo com "Alguns métodos ou recursos ao dispor do ensino da Física".

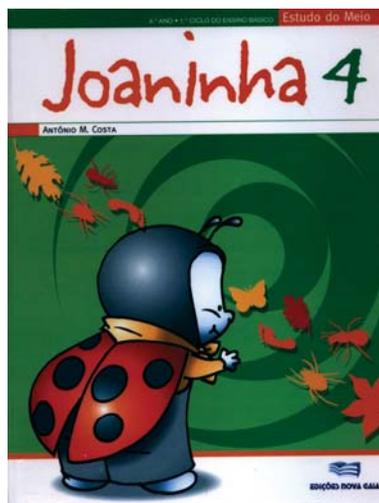
A bibliografia em que se apoia é vasta e aparece discriminada no final de cada capítulo.

O livro destina-se indubitavelmente a professores, em exercício ou em formação inicial. Elaborado com grande rigor, profundidade e cuidado, constitui, de facto, não só um excelente meio de actualização como um forte apoio a formas de ensino inovadoras e mais adequadas à resolução das dificuldades sentidas por todos. Oxalá possa ele também promover nos docentes o gosto pela investigação em Didáctica, meio essencial para o seu envolvimento na reflexão sobre o ensino e a aprendizagem, contributo poderoso para o aperfeiçoamento da sua prática lectiva.

Helena Caldeira
Departamento de Física da
Universidade de Coimbra

helena@teor.fis.uc.pt

QUE AVALIAÇÃO É FEITA DOS MANUAIS ESCOLARES?



"Joaninha 4: Estudo do Meio"
António M. Costa,
Edições Nova Gaia
2ª edição, 2003

Folheei o livro do Estudo do Meio (Joaninha 4, António M. Costa, Edições Nova Gaia, 2ª edição, 2003) que a minha filha vai utilizar durante o presente ano lectivo. Estava interessada em saber como são tratadas as ciências experimentais e, em particular, as ciências físicas, numa idade em que as crianças fazem muitas perguntas.

O livro tem 6 páginas dedicadas ao sistema solar e 10 páginas dedicadas ao ciclo da água e transformações de energia na secção "À descoberta do ambiente natural". A secção "À descoberta dos materiais e objectos" ocupa outras 16 páginas.

Não vou discutir o modo como o autor aborda estes temas (por exemplo, apresentando como actividade definir ebulição, evaporação, fusão, condensação e solidificação, na p. 117), mas apenas referir alguns erros científicos que encontrei nestas 30 páginas.

A secção "Terra, nosso planeta" começa deste modo: "No espaço tudo é branco e negro. (...). A Terra é a única nota de cor", p. 78. Na verdade, os diferentes astros são também distinguidos pela sua cor. Ainda na mesma secção é apresentada uma teoria sobre a origem da Terra de

que nunca ouvi falar: "Os sábios supõem que a Terra foi já uma estrela, uma bola de fogo brilhando no espaço ...", p. 81. A secção "Materiais sólidos, líquido e gasosos" termina com a "Curiosidade: Somente a água é capaz de passar pelos três estados", p. 114. Ainda na mesma página é apresentado um exemplo de um material no estado gasoso: uma lata de *spray* com gotinhas de um líquido a sair pela abertura. Na secção "Experiências com o som" é ilustrada a propagação do som num sólido com uma menina que fala ao telefone com a mãe. Espero que não se esteja a sugerir que o telefone funciona de um modo semelhante ao telefone de cordel que se propõe como actividade na p. 123.

Há ainda afirmações questionáveis tais como "As energias renováveis são ... mais baratas, ..., não modificam o ambiente, não provocam poluição". Afinal de contas as discussões que se levantaram em torno da barragem do Alqueva ou de uma possível barragem no Sabor não foram devido aos problemas ambientais que envolviam? O autor já terá visto e ouvido o barulho de um campo cheio de moinhos de vento, que transformam a energia eólica em energia eléctrica? Além disso, se fossem energias mais baratas já teria havido uma adesão muito maior a elas. Não seria preferível apresentar factos, levando a que professores e alunos discutam os prós e os contras das diferentes formas de energia?

Depois de ler este livro fiquei com várias questões. Poderemos aceitar que os alunos e professores do 1º ciclo utilizem livros com esta falta de rigor científico? Qual será a formação que possuem alguns dos professores deste ciclo? Qual é a formação dos autores dos livros do 1º ciclo? Que avaliação é feita dos manuais escolares que existem no mercado?

Constança Providência
Departamento de Física da
Universidade de Coimbra

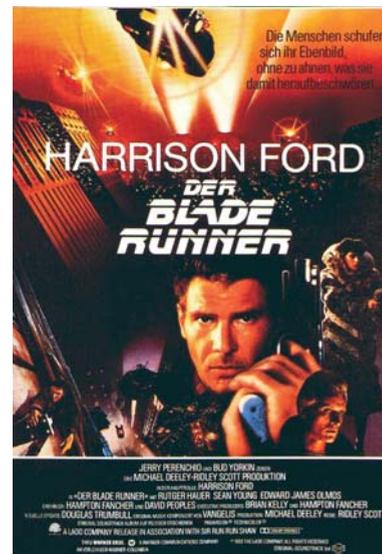
cp@teor.fis.uc.pt

"BLADE RUNNER" ELEITO MELHOR FILME DE FICÇÃO CIENTÍFICA

Um inquérito realizado pelo jornal inglês "The Guardian" junto de um grupo de cientistas de todo o mundo elegeu "Blade Runner", realizado por Ridley Scott, como o melhor filme de ficção científica da história do cinema. A segunda posição foi para "2001 - Uma Odisseia no Espaço", de Stanley Kubrick e o terceiro lugar preenchido pelos dois primeiros filmes da trilogia "Guerra das Estrelas", de George Lucas.

As obras "Alien" (também de Ridley Scott) e "Solaris" (do russo Andrei Tarkovsky) foram nomeadas para as posições seguintes.

A escolha de "Blade Runner", protagonizado por Harrison Ford, foi justificada pela circunstância de o filme se adiantar ao seu tempo, retomando questões consideradas eternas, como a reflexão sobre a essência do ser humano.



DOIS SÍTIOS EM DESTAQUE

<http://faraday.fc.up.pt/>

O Projecto Faraday resultou de uma proposta da Fundação Calouste Gulbenkian ao Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

Este projecto pretende estudar a viabilidade de uma abordagem do ensino da Física no ensino secundário, que facilite a adaptação dos alunos ao ensino superior, sem, contudo, comprometer o seu sucesso nas provas finais do secundário. No portal do Projecto Faraday pode aceder-se aos materiais do projecto, nomeadamente aos textos fornecidos aos alunos, às fichas de actividades para a aula, para casa e para o laboratório, a introduções muito curtas sobre vários temas de física e a sugestões de leitura adicional. Os professores poderão, igualmente, participar num fórum de discussão e aceder a materiais reservados a docentes. Para ter acesso a estes materiais, os docentes interessados devem efectuar previamente um registo. Para mais informações contactar jsantos@fc.up.pt.

http://www.mnct.mces.pt/transito_venus/index.php

O trânsito de Vénus do passado dia 8 de Junho – momento em que aquele planeta se atravessou em frente do Sol e, no passado, serviu aos astrónomos para medir a distância da Terra à estrela do nosso sistema solar – é o ponto de partida e o pretexto para a criação deste sítio do Museu Nacional da Ciência e da Técnica Doutor Mário Silva em Coimbra. O que é um trânsito, o histórico do trânsito de Vénus, o planeta Vénus, a exposição alusiva ao evento e endereços úteis são outros tantos links que o cibernauta pode explorar para ficar a saber um pouco mais deste fenómeno. Este incendiou a imaginação dos seres humanos e levou alguns deles – como o capitão Cook, que empreendeu uma longa viagem pelo Oceano Pacífico para observar o fenómeno há alguns séculos atrás – pelos caminhos do mundo. O próximo trânsito de Vénus a ser visto em Portugal ocorrerá apenas em 2117. Para mais informações sobre actividades do Museu Nacional da Ciência e da Técnica contactar paulo.gama.mota@mnct.mces.pt



Por iniciativa de alguns países, entre os quais Portugal, 2005 foi proclamado pela Organização das Nações Unidas (ONU) Ano Internacional da Física. A Sociedade Portuguesa de Física (SPF) desempenha um papel fulcral nas iniciativas a desenvolver.



ONU Ano Internacional da Física

A "Gazeta" agradece o envio de informação sobre acções no âmbito do Ano Internacional da Física para secretariado@spf.pt

ANO INTERNACIONAL DA FÍSICA 2005

PRÉMIO RÓMULO DE CARVALHO

Reconhecer e dar visibilidade pública aos docentes de Física das escolas do ensino básico e secundário que se tenham destacado pela qualidade excepcional da obra realizada é o objectivo do Prémio Rómulo de Carvalho, instituído pela Sociedade Portuguesa de Física (SPF) no âmbito do Ano Internacional da Física 2005. Para mais informações, ver www.spf.pt.

CONCURSO "EUREKA"

A Sociedade Portuguesa de Física (SPF) promove entre todos os alunos das escolas secundárias o Concurso "Eureka", que envolve a atribuição de dois prémios com as designações de Prémio Manuel Valadares (Experimentação) e Prémio Bartolomeu de Gusmão (Demonstração). O objectivo é desenvolver o gosto pela Física através da experimentação. Mais esclarecimentos e regulamento em www.spf.pt.

EXPOSIÇÃO SOBRE VIDA E OBRA DE EINSTEIN



O Centro Ciência Viva do Algarve no âmbito de "2005-Ano Internacional da Física" vai promover uma exposição itinerante intitulada "E = mc^2 - Vida e obra de Albert Einstein" em que se pretende apresentar de forma sucinta, interactiva e compreensiva a vida e obra de Albert Einstein. Será apresentado o percurso científico de Einstein desde criança, com destaque para os trabalhos de 1905 (*annus mirabilis*), que servem de tema ao Ano Mundial da Física. A exposição foca ainda aspectos humanos de Einstein e a relação de empatia que a sociedade estabeleceu com este físico.

A exposição será inaugurada a 14 de Março de 2005 em Faro, fazendo de seguida um percurso pelos concelhos do Algarve e Baixo Alentejo, ao longo de todo o ano de 2005.

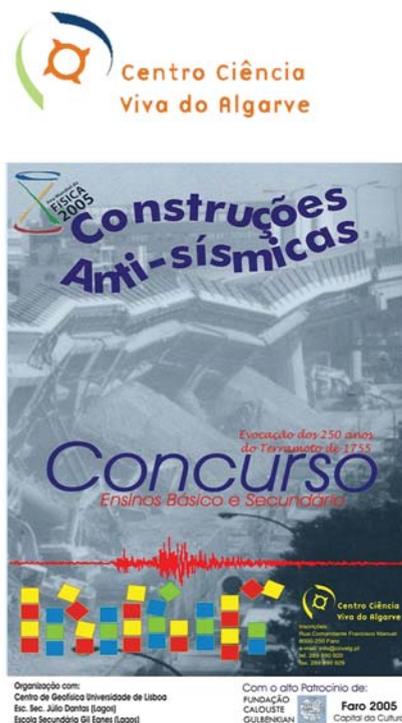
I ENCONTRO REGIONAL DE PROFESSORES DE FÍSICA E QUÍMICA EM FARO

O I Encontro Regional de Professores de Física e Química irá decorrer na Universidade do Algarve, a 18 e 19 de Abril de 2005. Deste encontro constarão lições plenárias e workshops no âmbito da implementação dos programas da nova reforma educativa. Para mais informações consultar <http://www.ualg.pt/erpfq> ou contactar: erpfq@ualg.pt.

ENCONTRO DE PROFESSORES EM BRAGA

No âmbito do Ano Internacional da Física, a Sociedade Portuguesa de Física dinamizará, na cidade de Braga em Janeiro, um encontro de professores subordinado ao tema "O Ensino da Física - Situação e Perspectivas". Neste Encontro promover-se-á um debate sobre o ensino da Física em Portugal. Fará também parte do Programa um conjunto de palestras sobre temas directamente relacionados com os currículos do ensino básico e secundário e um *workshop* para professores do 1º ciclo do ensino básico.

CONCURSO SOBRE CONSTRUÇÕES ANTI-SÍSMICAS



No âmbito de "2005-Ano Internacional da Física", o Centro Ciência Viva do Algarve, em colaboração com o Centro de Geofísica da Universidade de Lisboa, com a Escola Secundária Júlio Dantas (Lagos) e Escola Secundária com 3º Ciclo do Ensino Básico de Gil Eanes (Lagos), promovem o concurso "Construções Anti-sísmicas". Podem concorrer equipas de 3 alunos de escolas do Algarve e do Baixo Alentejo, de idades compreendidas entre os 14 e os 18 anos, orientados por um ou dois professores. Vencerá a equipa que conseguir a construção da maquete de um edifício capaz de resistir mais tempo ao colapso, sobre a mesa sísmica do Centro Ciência Viva do Algarve. O concurso tem o patrocínio da Fundação Calouste Gulbenkian. Os prémios para as maquetes mais resistentes serão: 1º prémio - Expedição num navio

oceanográfico (sujeito a confirmação); 2º Prémio - Viagem ao Vulcão dos Capelinhos (Faial); 3º Prémio - Visita ao C.C.V. Estremoz - A Terra.

PICASSO E EINSTEIN NO TEATRO



Desde o dia 30 de Setembro está em cena, no Teatro da Trindade, em Lisboa, a peça "Picasso e Einstein". Esta peça tem por cenário um bar de Paris, "Lapin Agile", onde, em 1904, Pablo Picasso e Albert Einstein, hipoteticamente, se encontram (de facto essa reunião nunca aconteceu) e travam uma hilariante batalha de ideias sobre a arte, a probabilidade, o desejo e o futuro do mundo. Um ano depois Einstein publicará a Teoria de Relatividade e três anos depois Picasso pintará "Les Femmes d'Alger (O Jovem Ouzo)". A esta peça e a Steven Martin foram atribuídos, em 1996, pelo New York Outer Critics Circle Awards, os prémios de melhor peça e melhor dramaturgo.

DA RELATIVIDADE AO CUBISMO

Ciência e arte são decerto realizações diferentes da mente humana. Mas têm muito em comum. Em primeiro lugar, a criatividade, a imaginação, que tão necessárias são para criar as obras duma e doutra. E, em segundo lugar, a harmonia, o sentido estético, que tão evidentes são nas maiores obras duma e doutra. Não admira por isso que a interação entre ciência e arte sempre tenha existido e manifestado de várias formas. Por vezes é a imaginação da ciência que fecunda a imaginação artística. Outras vezes é o sentido estético de uma obra artística que suscita a busca de um novo resultado científico. Em qualquer dos casos, é sempre a cultura científica que fica enriquecida.

O trabalho que Carlos Fragateiro e a Companhia do Teatro da Trindade têm vindo a realizar nos últimos anos é, sem dúvida, notável na medida em que promove num país não muito rico em cultura científica o cruzamento da ciência e da arte. Têm usado esse meio privilegiado de chegar ao grande público que é a expressão teatral. Depois das suas incursões bem sucedidas pelas fronteiras entre a matemática e o teatro ("Proof", "O Último Tango de Fermat", etc.) e entre a biologia e o teatro ("Esse Espermatozóide é Meu"), chegou agora a vez, na véspera das comemorações do Ano Internacional da Física - que assinala os cem anos das maiores produções intelectuais de Albert Einstein -, de explorarem os territórios comuns ou adjacentes da física, da pintura e do teatro. "Picasso e Einstein", do norte-americano Steve Martin, é uma divertida comédia que, a propósito de um encontro imaginário na cidade de Paris entre o maior pintor e o maior físico do século passado, proporciona uma reflexão sobre os encontros e desencontros entre ciência e arte.

Que é que Picasso e Einstein têm em comum, para além do facto de ambos terem sido génios e de terem sido contemporâneos? Decerto que o processo de visualização do mundo, que é reconhecidamente vital na criação artística, desempenha também um papel essencial na criação científica. Einstein, como muitos outros cientistas, via o mundo com os olhos da sua mente antes de formalizar essa visão através de fórmulas matemáticas ou da palavra escrita. A imagem mental precede outras imagens. Foi o jovem Einstein que procurou responder à questão: "Como é o mundo visto por uma pessoa sobre um raio de luz?", ou, se se quiser, uma vez que o próprio Einstein propôs que a luz é formada por conjunto de grãos ou fotões, "Como é o mundo visto por uma pessoa num fotão?" E esta pergunta relaciona-se com outras, por exemplo: "Se não se pode ir instantaneamente de um sítio a outro mas apenas e na melhor das hipóteses à velocidade da luz, o que significa dizer que dois acontecimentos em sítios diferentes são simultâneos?" Einstein procurou responder a esta e a outras questões semelhantes realizando as chamadas experiências mentais (em alemão, *Gedankenexperimente*), experiências impossíveis de realizar na prática e cujo resultado deve ser estritamente determinado por axiomas de partida (os axiomas de Einstein eram: "Todos os observadores devem

ver as mesmas leis da física" e "A velocidade da luz é constante") e pela lógica físico-matemática. Foi assim que nasceu, em 1905, a teoria da relatividade, que veio solucionar algumas contradições entre duas teorias físicas aparentemente bem estabelecidas - a mecânica e o electromagnetismo. Einstein reteve o electromagnetismo de Faraday e Maxwell, mas teve de rever a mecânica de Galileu e Newton. Realce-se que foi a unidade das leis da física para todos os observadores - o Princípio da Relatividade - que esteve na raiz da revolução einsteiniana. Na ciência como na arte um princípio de concordância ou de harmonia pode ser o ponto de partida...

Saberia Picasso, o jovem de Málaga que foi estudar para Barcelona, em Espanha, alguma coisa acerca das locubrações do jovem nascido em Ulm, na Alemanha, e que foi estudar para a Escola Politécnica de Zurique, na Suíça? Decerto que não directamente, mas talvez indirectamente através dos escritos do francês Henri Poincaré, um dos maiores matemáticos do século XX e que teria sido co-autor da teoria da relatividade se tivesse tido um pouco mais de coragem (resta-lhe como prémio ter sido autor da teoria do caos, que tanta interacção entre ciência e arte tem provocado nos tempos mais recentes). Segundo Arthur Miller, um físico norte americano sem qualquer relação com o dramaturgo que foi casado com Marilyn Monroe, Poincaré é a chave para compreender a eventual ligação entre Picasso e Einstein, entre a relatividade e o

cubismo, nascido convencionalmente com o quadro "Les Femmes d'Alger" no ano de 1907. No seu livro "Einstein, Picasso: Space, Time and the Beauty That Causes Havoc" (Basic Books, 2001), Miller defende que os trabalhos de Poincaré, que continham ideias inovadoras sobre o conceito de simultaneidade e onde se reconhecia a importância das geometrias não euclidianas na descrição do mundo físico, estiveram na origem do movimento cubista. Teria sido um amigo de Picasso com alguns conhecimentos de matemática, Maurice Printet, que teria proporcionado a ligação entre a ciência e a arte...

É curioso que "Les Femmes d'Alger", uma obra de arte fragmentada, na qual parecem estar presentes simultaneamente vários pontos de vista, tenha aparecido dois escassos anos depois dos artigos de Einstein que relacionavam os pontos de vista de vários observadores físicos. Os jovens Picasso e Einstein nunca se encontraram no café "Lapin Agile", como fantasia a peça teatral. Saber se houve ou não uma interacção à distância entre Einstein e Picasso, através das interpostas pessoas de Poincaré e Printet, não passa de uma especulação. Não sabemos e provavelmente nunca saberemos se assim foi ou não. A criação da ciência tem os seus mistérios e a criação da arte tem mistérios ainda maiores...

Carlos Fiolhais
tcarlos@teor.fis.uc.pt



PROJECTO HISTÓRIAS DE FÍSICA

O projecto internacional "Histórias de Física" tem por base a convicção de que contar histórias é um meio eficaz para divulgar a física junto dos alunos e da população em geral. As histórias sobre física podem contribuir para o surgimento de novos físicos, para a compreensão do trabalho destes e para transmitir o entusiasmo pela pesquisa científica. Ou seja, pretende-se contribuir para a construção de uma imagem positiva dos cientistas e do seu trabalho. Este projecto desafia os investigadores e professores de ciência de todo o mundo a divulgarem as suas melhores histórias junto de alunos e professores de todas as culturas e nacionalidades. As histórias podem ser sobre a vida de cientistas, a pesquisa científica, os fenómenos, as descobertas ou como tudo funciona. As histórias deverão ser enviadas para Frederick Hartline (fbhartl@earthlink.net), devendo ser indicado o nome do autor, a instituição à qual pertence e o respectivo endereço electrónico. Também é necessário especificar o nível etário a que se destina a história e esta deve ser submetida na língua do autor e em inglês. As histórias serão julgadas por alunos de todo o mundo que visitam o sítio do projecto e será constituído um *top-ten* das melhores histórias.

Membros do Comité do Projecto Histórias de Física

- Kazuo Kitahara, Japão
- E.C. Zingu, South África
- Heinz Oberhammer, Austria
- Masno Ginting, Indonésia
- James Gillies, Suíça
- Caitlin Watson, Grã-Bretanha
- Fred Hartline, Estados Unidos (Líder do Projecto)

Para mais informações consultar:

<http://www.wyp2005.at/glob5-stories.htm>

RELÓGIOS E ANO INTERNACIONAL DA FÍSICA



A *Swatch* associa-se às comemorações do Ano Internacional da Física lançando no mercado uma coleção de relógios com o logotipo deste evento.

A FÍSICA COMO HERANÇA CULTURAL

Este projecto tem como objectivo mostrar a física como parte integrante da cultura humana dos últimos três milénios, realçando que a visão do mundo é determinada pela física e que esta constitui a base da civilização tecnológica. Todas as pessoas e instituições envolvidas no Ano Internacional da Física 2005 foram convidadas a participar, incorporando nos seus programas nacionais projectos de História da Física. Os projectos a desenvolver devem mostrar a ligação entre o conhecimento físico, ou personalidade histórica, e o contexto político, social e cultural de uma dada época. Em <http://www.wyp2005.at/glob3-stations.htm> poderá encontrar referência a alguns dos temas que se pretendem abordar. O grupo coordenador deste projecto, de que fazem parte Sonja Draxler e Max E. Lippitsch, auxiliará na preparação das exposições sobre esses temas.

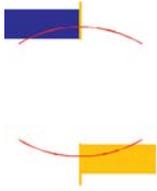
Em 2005 os projectos, elaborados individualmente pelos vários países, deverão ser apresentados como exposições locais ou nacionais. Após 2005, pretende-se constituir uma exposição itinerante a nível internacional. As várias exposições nacionais serão agregadas e viajarão, durante os anos seguintes, por vários países unidos por um conceito científico, didáctico e criativo comum, que abranja a história, a ciência e as artes. Para mais informações ver: <http://www.wyp2005.at/glob3-exhibition.htm>

O DESAFIO RELATIVISTA DA PIRELLI



O Grupo Pirelli lança em 2005, pela primeira vez, o Pirelli Relativity Challenge integrado nos tradicionais Prémios Pirelli. Este prémio especial pretende assinalar o centenário da publicação da Teoria da Relatividade Restrita. O desafio consiste em realizar uma apresentação multimédia de cinco minutos que explique a Teoria da Relatividade Restrita de uma forma acessível ao grande público. A filosofia subjacente a este prémio é que a comunicação da ciência ao grande público é tão importante quanto a ciência em si. E isto, porque a apreensão do conhecimento científico, por parte do grande público, não é dificultado apenas pela complexidade das teorias científicas, mas também pela falha na forma de comunicar ciência. Para mais informações consultar: <http://www.pirelliaward.com/einstein.html>.

CONFERÊNCIA DE LANÇAMENTO DO ANO INTERNACIONAL DA FÍSICA



"Physics for Tomorrow"

O lançamento do Ano Internacional da Física (AIF 2005) será feito através de uma conferência internacional - "Physics for Tomorrow" - que se realizará de 13 a 15 de Janeiro em Paris na sede da UNESCO. Esta conferência será organizada pela União Internacional da Física Pura e Aplicada (IUPAC), pela Sociedade Europeia de Física (EPS), pela UNESCO e outras organizações e fundações nacionais e internacionais. Estarão presentes laureados com o Prémio Nobel e outros líderes da ciência, da indústria e da política. Presentes estarão também estudantes de Física de todo o mundo para com eles partilhar as suas visões da física para o futuro.

O grande objectivo deste evento será chamar a atenção dos *mass media*, líderes políticos e público em geral, assim como promover os inúmeros acontecimentos que irão realizar-se na Europa e em todo o mundo para celebrar o AIF 2005. Serão apresentadas por vários Prémio Nobel, palestras científicas para o grande público, subordinadas aos temas:

- i) O papel da Física na vida quotidiana.
- ii) Ligações entre a Física e outras disciplinas.
- iii) Problemas relacionados com a educação em Física.
- iv) Influência de Einstein na ciência dos séculos XX e XXI.

Existirão duas mesas redondas com os seguintes temas:

- Percepção da ciência e da física pelo grande público: como tornar a física mais popular?
- Que respostas pode a física dar para os desafios da sociedade e da economia no século XXI?

Contacto: launch@wyp2005.org.

Ano Mundial da Física 2005
Einstein no Século XXI

Façamos de 2005 outro Annus Mirabilis!

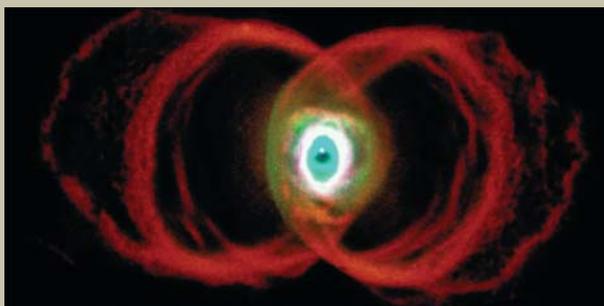
Escolhido para coincidir com a celebração do centenário do Annus Mirabilis de Albert Einstein, o Ano Mundial da Física vai inspirar e entusiasmar a nova geração de cientistas e mostrar ao público a importância e a beleza da Física. Visite www.spf.pt para saber como participar.

www.spf.pt
www.physics2005.org

RADIOACTIVIDADE α, β, γ : SINAIS DA NATUREZA

Exposição no Museu de Ciência da Universidade de Lisboa

www.museu-de-ciencia.ul.pt/radioactividade



Nos últimos anos do século XIX, Henri Becquerel, em Paris, descobriu que sais de urânio provocavam o enevoamento de chapas fotográficas, mesmo quando estas estavam envolvidas em camadas opacas de papel e eram mantidas numa gaveta escura. Este efeito era provocado por uma nova espécie de raios de alta energia, que vinham espontaneamente dos átomos de urânio...

A descoberta da radioactividade marca o início da caminhada que levou ao desvendamento dos segredos no interior da matéria. As misteriosas radiações e foram os sinais da natureza que ajudaram a revelar o núcleo, o segredo escondido, no centro de cada átomo.

A descoberta do núcleo transformou o século XX e vai revolucionar o século XXI. Foi possível entender os processos violentos que se passam no interior das estrelas e o modo como se fabrica a variedade de elementos que definem a nossa própria existência. Foi ainda possível desenvolver aplicações tecnológicas das radiações, em áreas tão diversas como a Medicina, a Biologia ou a História de Arte.

A ciência do nuclear está presente na nossa vida do dia-a-dia. Embora o público em geral a associe a armas de destruição massiva e a problemas nefastos de contaminação radioactiva, ela é um auxílio indispensável nos processos médicos de diagnóstico e de terapia. Além disso, continua a ser uma fonte de energia, resultante dos processos de fissão mesmo se pensarmos apenas na nuclear, e espera-se, que num futuro próximo, a fusão nuclear venha a ser a fonte de energia limpa por que a humanidade anseia.

A exposição, que é apresentada em três cubos, desenvolve-se em torno dos temas: A Radioactividade no Universo, A Radioactividade na Natureza, A Radioactividade na Tecnologia.

Numa linguagem dirigida ao público em geral, esta exposição procura: sublinhar o carácter natural das radiações e a sua inevitabilidade na Terra e no Espaço; mostrar que a

física nuclear responde ao desafio de conhecer a evolução das estrelas e de compreender as origens e o destino do Universo; caracterizar a importância tecnológica da Radioactividade na civilização actual: na Medicina, na Biologia, na Geologia, na Arte.

A exposição integra ainda uma apresentação da radioactividade através de "sinais" traduzidos em sons e luz. Assim, poderá:

VER e OUVIR a radiação cósmica;

IDENTIFICAR partículas cósmicas com um dicionário de trajetórias;

OBSERVAR a miniaturização dos detectores de radiação;

viver a meia vida;

DETECTAR o radão no interior de uma casa;

CONHECER a primeira geração de aceleradores de partículas;

APRENDER sobre observações no Espaço.

Em simultâneo com a inauguração da exposição, será apresentada o livro *Núcleo: Uma Viagem ao Coração da Matéria*, de Ray Mackintosh, Jim Al-Khalili, Björn Jonson e Teresa Peña, editado pela Porto Editora.

Trata-se de um livro profusamente ilustrado, com um texto cativante que descreve a evolução da nossa compreensão do núcleo. Conta a história das pessoas por detrás da luta para compreender melhor este assunto fascinante mostra como uma entusiástica comunidade de investigadores usa o núcleo para responder a questões científicas não solucionadas, e procura igualmente utilizá-lo como ferramenta para a medicina do século XXI.

A exposição é complementada por uma série de Colóquios, que se realizam no Auditório do Museu, às 18:30

21 de Outubro - O princípio das coisas, João Seixas

4 de Novembro - O estranho coração da matéria, Teresa Peña

18 de Novembro - Que futuro energético?, Carlos Varandas

2 de Dezembro - O nuclear no dia-a-dia, José Marques

16 de Dezembro - Somos feitos de pó de estrelas, Ana Eiró

6 de Janeiro - A saúde e a radioactividade, Luis Peralta

exposição
8 Outubro 2004 a 8 Janeiro 2005
museu de ciência - universidade de lisboa

Radioactividade



sinais da natureza



MUSEU DE CIÊNCIA
ma
UNIVERSIDADE DE LISBOA

INFN • CNRS / IN2P3 • GSI



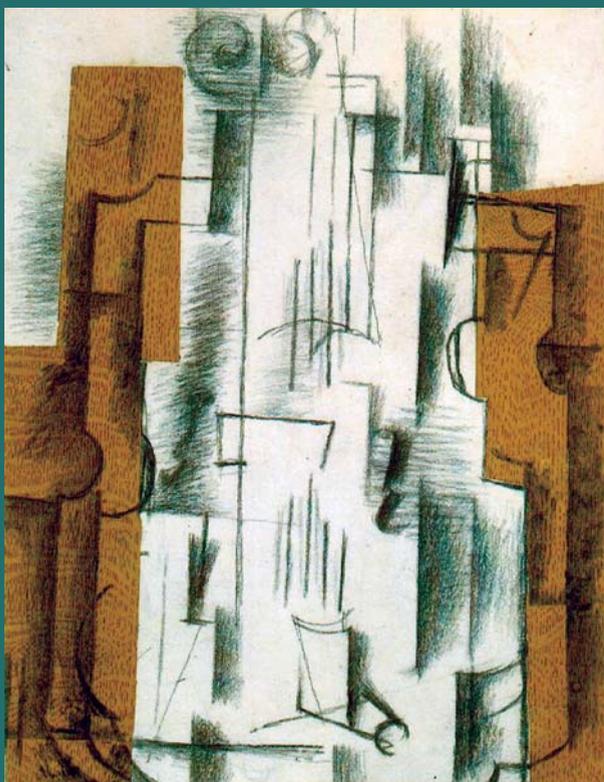
RUA DA ESCOLA POLITÉCNICA, 56
www.museu-de-ciencia.ul.pt/radioactividade

POCTI



FCT





O PRÓXIMO NÚMERO SERÁ
UM NÚMERO ESPECIAL SOBRE
FÍSICA E ARTE