



Gazeta de

Física

Sociedade Portuguesa de Física

EINSTEIN E A DESCRIÇÃO UNIFICADA DA NATUREZA

Orfeu Bertolami e Jorge Páramos

LIVRO BRANCO DA FÍSICA E DA QUÍMICA - OPINIÕES DOS ESTUDANTES 2003

Anabela Martins e Décio Martins

"SABEMOS HOJE MENOS SOBRE O CÉREBRO DO QUE SABÍAMOS SOBRE ÁTOMOS NO SÉCULO XIX"

Entrevista a Anthony Leggett,

Prémio Nobel da Física em 2003



GAZETA DE FÍSICA VOL. 28 FASC. 3, 2005

DIRECTOR Carlos Fiolhais
DIRECTORAS ADJUNTAS Constança Providência e Lucília Brito
EDITORA Paula Alexandra Almeida

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

COLABORAM AINDA, NESTE NÚMERO
Anabela Martins, Carlos Portela, Décio Martins, Fernando
Nogueira, Jorge Páramos, José António Paixão, Manuel
Fiolhais, Orfeu Bertolami, Patrícia Faísca, Pedro Patrício,
Sandra Costa.

SECRETARIADO
Maria José Couceiro (Lisboa)
e Cristina Silva (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

EINSTEIN E A DESCRIÇÃO UNIFICADA DA NATUREZA 4
Orfeu Bertolami e Jorge Páramos

LIVRO BRANCO DA FÍSICA E DA QUÍMICA - OPINIÕES 12
DOS ESTUDANTES 2003
Anabela Martins e Décio R. Martins

ENTREVISTA

"SABEMOS HOJE MENOS SOBRE O CÉREBRO DO QUE 18
SABÍAMOS SOBRE ÁTOMOS NO SÉCULO XIX"
Entrevista a Anthony Leggett,
Prémio Nobel da Física em 2003

NOTÍCIAS

FÍSICA NO MUNDO 24
FÍSICA EM PORTUGAL 28

SECÇÕES

ENSINO DA FÍSICA 32
OLIMPÍADAS DE FÍSICA 35
LIVROS E MULTIMÉDIA 39
CARTAS DOS LEITORES 44
2005 - ANO INTERNACIONAL DA FÍSICA 46

FÍSICA POR TODA A PARTE!

Os artigos desta edição abordam dois temas bem distintos. O primeiro, de **ORFEU BERTOLAMI** e **JORGE PÁRAMOS**, intitula-se "Einstein e a descrição unificada da Natureza". Mais uma abordagem à vida e obra do físico alemão no ano em se comemoram 100 anos sobre a publicação dos seus primeiros trabalhos.

O segundo artigo é da autoria de **ANABELA MARTINS** e **DÉCIO MARTINS**, e faz uma análise dos resultados expressos no Livro Branco da Física e da Química - Opiniões dos Estudantes 2003. Para ler e reflectir sobre o que pensam os alunos acerca do ensino da Física.

Este número inclui ainda uma entrevista de Patrícia Faísca e Pedro Patrício a **ANTHONY LEGGETT**, Prémio Nobel da Física em 2003, especialista de física teórica das baixas temperaturas e famoso pelos seus trabalhos sobre a superfluidez do hélio.

Na secção Física em Portugal, o destaque vai para a conferência "O Terramoto de 1755: Impactos Históricos" que se realiza em Novembro, em Lisboa. Quanto à secção Física no Mundo noticia-se a decisão de construir em França o primeiro reactor nuclear de fusão, ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor).

Saúda-se a obtenção por Portugal de uma medalha de bronze nas Olimpíadas Internacionais de Física que decorreram em Salamanca, Espanha. José Diogo Fernandes, o premiado, tem 18 anos e prepara-se para iniciar o curso de Física na Universidade do Porto. A **GAZETA** falou com ele sobre o seu percurso académico e as suas expectativas.

Na secção Ensino, pode-se aprender a transformar uma caixa de filmes num foguetão. É um texto retirado de um livro a sair brevemente: *Ciência a Brincar 4: Descobre o Céu!*, da autoria de **CONSTANÇA PROVIDÊNCIA**, **NUNO CRATO**, **MANUEL PAIVA** e **CARLOS FOLHAIS**. Destaque também para a reflexão de **CARLOS PORTELA** sobre os exames nacionais de Física.

Recomendamos ainda a leitura das secções Livros e Multimédia, onde poderá ficar a par das novidades editoriais, Cartas dos Leitores, com comentários muito pertinentes, e 2005 - Ano Internacional da Física, sobre as mais recentes actividades comemorativas do *annus mirabilis* de Albert Einstein.

Boa Leitura!

Independentemente dos méritos ou falhas dos seus esforços, a busca da solução dos problemas mais profundos da física na unificação das interacções fundamentais é uma das marcas mais características do génio de Einstein e, certamente, um legado fundamental.

ORFEU BERTOLAMI E JORGE PÁRAMOS

Instituto Superior Técnico - Departamento de Física
Av. Rovisco Pais, 1
1049-001 Lisboa
orfeu@cosmos.ist.utl.pt
x_jorge@fisica.ist.pt

EINSTEIN E A UNIFICADA D

Suponhamos que, toldados pelo aborrecimento, deixamos uma sala de concerto enquanto a orquestra continua a tocar. Cada instrumento soar-nos-á mais grave. E, se as pernas o permitissem e nos deslocássemos mais depressa que a velocidade do som no ar, cerca de 340 metros por segundo? Deixaríamos de ouvir a orquestra, afastando-nos das ondas sonoras que dela se propagam. E se nos evadíssemos a uma velocidade superior à da luz, cerca de trezentos mil quilómetros por segundo, deixaríamos de ver a orquestra? E, do mesmo modo, o mundo circundante, cuja informação nos alcança como luz?

Este foi um dos muitos problemas com os quais se entreteve o jovem Einstein. Nascido na época áurea da física clássica, Albert desde cedo se debruçou sobre as noções básicas inerentes a todas as conquistas técnicas e de cálculo que os herdeiros de Newton, Descartes e Laplace haviam alcançado: o espaço/onde e o tempo/quando. E fazia-o com aquilo que qualquer jovem possui: a curiosidade.

O seu referencial teve como origem a cidade alemã de Ulm, na Baviera. O seu relógio bateu o primeiro instante em 14 de Março de 1879. E se pouco tinha a acrescentar a estas coordenadas, interrogava-se sobre a validade dos fenómenos habituais num Universo tão vasto quanto as perguntas que nos reserva.

A sua família juntava-se a tantas outras duma crescente classe média, incentivada pela industrialização da Alemanha imperial. O pai, Hermann Einstein, vendia material electroquímico e o seu tio Jakob patenteou um motor eléctrico que, embora engenhoso, não o foi ao ponto de competir com os das grandes companhias do ramo. Já a mãe, Pauline, *neé* Koch, era dotada de um espírito contempla-

DESCRIÇÃO A NATUREZA

tivo e artístico. Pode-se especular que, em alguma medida, estas influências levariam Einstein a debruçar-se sobre questões físicas seguindo um critério mais estético do que técnico - sem descuidar, contudo, as minúcias matemáticas.

Incapaz de se moldar segundo a tradição educacional alemã da época, livrescamente estéril e de disciplina militar, o jovem Albert acabou por se licenciar pela Escola Politécnica Helvética (ETH) em Zurique, corria o ano de 1900. No ano seguinte, saudou o dealbar do século como cidadão suíço, depois de ter abdicado da cidadania alemã. Além do choque intelectual entre a rigidez do país de origem e o seu espírito irrequieto, as pouco auspiciosas perspectivas de futuro para um judeu na Alemanha de então, terão certamente desempenhado um papel importante na sua decisão.

Falhou na obtenção do desejado lugar de professor auxiliar na ETH e, para sobreviver, foi para Berna onde, graças à intervenção do pai de um colega, se tornou funcionário de análise de patentes de terceira classe - a categoria mais modesta - na Repartição Federal de Patentes. Os colegas e superiores desde logo notaram a sua argúcia e capacidade de identificar o essencial duma invenção. No entanto, a sua evolução na profissão não foi particularmente notável - faltava-lhe a paixão, que o jovem funcionário encontrava na elaboração de novas ideias em física teórica. Entre 1901 e 1904 publicou cinco artigos sobre a termodinâmica e sua fundamentação estatística. Trabalho válido, mas insuficiente para lhe dar uma reputação sólida e, conseqüentemente, um lugar universitário. No entanto, destaque-se que, no relativo isolamento em que labutou, conseguiu redescobrir resultados semelhantes aos do grande físico norte-americano, Josiah Willard Gibbs (1839-1903). Sem o saber!



Movimento browniano

O ano de 1905 foi o seu *annus mirabilis*, publicando quatro artigos que revolucionaram a física. Ainda neste ano, submeteu um quinto artigo e obteve o doutoramento pela ETH. Foi para celebrar o centenário deste grande marco intelectual da humanidade que se decidiu, sob os auspícios da ONU, declarar 2005 o Ano Internacional da Física.

Naqueles artigos, Einstein resolve quatro questões. Começa com a origem do efeito fotoelétrico, a dependência da energia dos electrões emitidos por superfícies metálicas com a frequência da luz incidente. Prossegue com a explicação do movimento browniano, a deslocação errática de partículas suspensas numa solução devida à colisão com moléculas de água. Descoberto pelo botânico escocês Robert Brown em 1827, a explicação do fenómeno termina a querela filosófica sobre a existência real de átomos, até então inobserváveis directa ou indirectamente. Apresenta a seguir a teoria da relatividade restrita e remata demonstrando a equivalência entre a massa m de um corpo e a energia E nele armazenada: a célebre equação $E = mc^2$, sendo c a velocidade da luz no vácuo, é consequência daquela teoria.

A ideia segundo a qual a energia dos electrões depende da frequência da luz incidente, fundamental para a compreensão do efeito fotoelétrico, pode ser explicada pela arrojada hipótese dos *quanta*, formulada pelo físico alemão Max Planck (1858 - 1947) em 1900, de acordo com a qual a luz é composta por corpúsculos, os fotões, com energia proporcional à sua frequência. Esta hipótese,

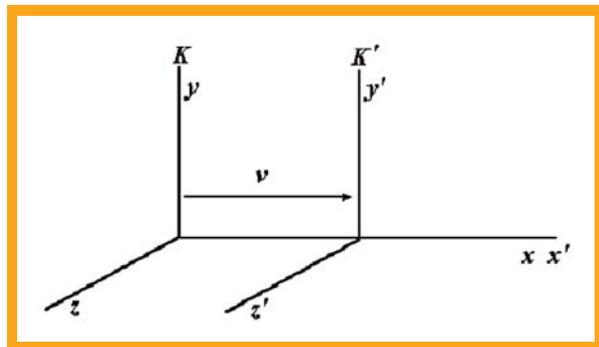
que o próprio Planck encarou apenas como uma interpretação matemática conveniente, mas desprovida de significado físico, vai contra a tendência da época: de facto, as equações do electromagnetismo, obtidas por James Clerk Maxwell (1831 - 1879), estabeleciam que a luz resultava da oscilação acoplada do campo eléctrico com o magnético - uma onda electromagnética.

A hipótese corpuscular da luz tinha tido a seu favor um dos pais da física, o inglês Isaac Newton (1642 - 1727), que defendera que as leis da reflexão da luz indicavam a sua natureza corpuscular. Ao renovar esta perspectiva, Einstein abriu caminho à noção de dualidade onda-partícula. Este conceito foi central na revolução introduzida pela mecânica quântica, ao atribuir às partículas microscópicas comportamentos ondulatórios. Em 1921, a explicação do efeito fotoeléctrico deu a Einstein o Prémio Nobel da Física.

A teoria da relatividade restrita veio resolver outra importante crise da física clássica. A mecânica newtoniana e a teoria electromagnética de Maxwell comungavam de uma propriedade tida como imperativa: a existência de leis físicas independentes do sistema de referência. Recordemos que as chamadas transformações de Galileu relacionam classicamente as posições medidas em dois referenciais com velocidade relativa constante. As equações da mecânica newtoniana são invariantes para esta transformação. Contudo, a sua aplicação às equações de Maxwell não as deixa invariantes. Ao invés, estas equações unificadoras das ciências da electricidade e do magnetismo, são invariantes para as chamadas transformações de FitzGerald-Lorentz, devidas a George Francis FitzGerald (1851 - 1901) e Anton Hendrik Lorentz (1853 - 1928), as quais relacionam as coordenadas (x, y, z, t) e (x', y', z', t') de dois referenciais de inércia K e K' , de eixos paralelos e o segundo animado de velocidade v segundo o eixo dos xx em relação ao primeiro (ver figura), através de

$$\begin{aligned} x' &= \frac{x-vt}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \\ y' &= y \\ z' &= z \\ t' &= \frac{t-xv/c^2}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \end{aligned} \quad (1)$$

Einstein abandonou a linha que defendia que a divergência entre estas e as transformações de Galileu se devia a um hipotético "vento do éter", fluido intangível que suportaria a propagação das ondas electromagnéticas.



Do mesmo modo, negou que a última equação fosse apenas um conveniente artifício matemático, e compreendeu que o tempo, como o espaço, é relativo. Adoptou, pois, estas transformações e generalizou a mecânica de Newton. Para tal, baseou-se em dois postulados que a seguir se referem.

A mecânica de Newton supunha que as leis do movimento eram as mesmas em qualquer referencial inercial, mas a relatividade restrita estendeu esta invariância a toda a física, da mecânica ao electromagnetismo, da física estatística à nuclear, etc. Einstein supôs também que a velocidade da luz no vácuo, c , é constante e tem o mesmo valor independentemente da velocidade da fonte emissora ou do observador.

Destes postulados surgiram implicações que, à luz da mecânica de Newton, são paradoxais. Refira-se um exemplo: sendo a informação sobre acontecimentos transmitida pela luz a uma velocidade finita, a noção de simultaneidade depende do sistema de referência, ou seja, acontecimentos simultâneos num referencial não o são noutra. Einstein tinha como método o recurso a experiências conceptuais (*gedankenexperiment*) para explorar as consequências das suas propostas. Deste modo, concluiu também que comprimentos e intervalos de tempo não são iguais quando observados de sistemas de referência diferentes. Comparando as medições de um observador em repouso com as de outro em movimento, mostrou que os comprimentos surgem contraídos, enquanto que os intervalos de tempo são dilatados. Tal resulta das velocidades relativas dos observadores, dependendo estes efeitos do quadrado da razão entre a velocidade de deslocamento e a velocidade da luz, como se observa nas transformações de Lorentz. Dadas as velocidades presentes na vida quotidiana, estas correcções são habitualmente desprezáveis: recupera-se a noção de simultaneidade absoluta, as transformações de Galileu e outras implicações clássicas. No entanto, são relevantes, por exemplo, para o cálculo da posição e velocidade com o auxílio do sistema de navegação por satélite GPS (*Global Positioning System*), ou o projecto europeu Galileu. O mérito de Einstein residiu em compreender as limitações

do senso comum, que surge assim claramente distinto da inteligência pura. Onde esta é ágil e objectiva, aquele baseia-se frequentemente em concepções *ad hoc* e em extrapolações falaciosas.

Do ponto de vista matemático, a relatividade restrita trata o espaço e o tempo em moldes semelhantes. Assim, é natural a sua unificação numa única entidade, o *continuum* espaço-tempo. Abandona-se a descrição separada do "onde" espacial e do "quando" temporal, em abono de uma localização de pontos no espaço-tempo: os acontecimentos. Esta formulação ultrapassa a mera conveniência ou apelo estético, já que a introdução de uma medida de distância entre acontecimentos do espaço-tempo permite formular um critério para a sua causalidade ou independência. Como é de esperar, a distância é definida como invariante para diferentes observadores: embora espaço, tempo e espaço-tempo sejam relativos, o nexa causal entre eventos é único e inequívoco.

Matematicamente, tal exprime-se pela generalização do habitual intervalo infinitesimal num espaço euclideo a três dimensões:

$$|d\vec{r}|^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 = \sum_{i,j} \delta_{ij} dx^i dx^j, \quad (2)$$

onde $x^i = x$, $x^2 = y$ e $x^3 = z$ e o somatório percorre os índices i e j de um a três. O símbolo δ_{ij} é o chamado delta de Kronecker, igual a um quando $i = j$ e zero no caso contrário (correspondendo, portanto, à matriz identidade 3×3). Por conveniência, empregaremos a partir daqui a chamada notação de Einstein, onde se omite o símbolo de somatório. Este encontra-se subentendido sempre que duas quantidades apresentarem índices repetidos em sub e em super-escrito. Assim, o intervalo infinitesimal euclideo (2) lê-se $|d\vec{r}|^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 = \delta_{ij} dx^i dx^j$. Notando que, depois de um intervalo de tempo t , uma frente de onda emitida isotropicamente cobre uma esfera de equação $x^2 + y^2 + z^2 = r^2$, onde $r = ct$, define-se o intervalo infinitesimal

$$ds^2 = -c^2 dt^2 + |d\vec{r}|^2 = \eta_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu, \quad (3)$$

onde $\eta_{\mu\nu}$ é uma matriz diagonal de entradas $(-1, 1, 1, 1)$. Além das coordenadas espaciais, surge também a coordenada temporal $x^0 = ct$, somando-se agora os índices $\{\mu, \nu\}$ de zero a três. Note-se que esta última coordenada tem dimensão de comprimento, por consistência com as coordenadas espaciais. Esta definição corresponde a $ds^2 = 0$. Este intervalo é invariante em qualquer referencial de inércia, isto é, a distância quadri-dimensional entre dois acontecimentos não muda. Tal pode ser verificado pela substituição directa das equações (1) na expressão (3). Concluída a construção da relatividade restrita, que esta-

beleceu a invariância das leis da física para referenciais inerciais, o passo seguinte passava pela generalização para referenciais acelerados. Dez anos depois, Einstein alcançou a desejada generalização da relatividade restrita. Para construir esta teoria da relatividade geral, Einstein observou que, na vizinhança de um dado ponto, os efeitos de um campo gravitacional são equivalentes aos observados num referencial acelerado. Este é o Princípio de Equivalência, que incorpora a igualdade da massa gravitacional e inercial de um corpo. Tal já havia sido compreendido por Newton, e atribui-se a sua verificação experimental a Galileu (1564 - 1642), ao observar que duas massas distintas caíam com a mesma aceleração da torre de Pisa. Apoiado neste princípio, Einstein argumentou que, uma vez que um raio de luz é curvado num referencial acelerado, então o mesmo deverá acontecer num campo gravitacional. Tal foi confirmado em 1919 durante a observação de estrelas de referência no eclipse solar de 29 de Maio, por expedições de astrónomos britânicos que se deslocaram à ilha do Príncipe e a Sobral no Brasil. A confirmação da sua teoria catapultou Einstein para a fama mundial, tornando-o num ícone público.

Segundo a teoria da relatividade geral, a gravitação é uma consequência da geometria do espaço-tempo. Sendo influenciado pela matéria, espera-se que o espaço-tempo não seja absoluto e imutável, mas curvo. Esta curvatura pode ser entendida recorrendo à soma dos ângulos de um triângulo: é igual a 180 graus se se desenhar o triângulo numa superfície plana. No entanto, um triângulo com dois vértices situados no equador e outro num pólo terrestre apresenta uma soma de ângulos internos claramente superior a 180 graus.

Por força desta lógica, Einstein foi levado a concluir que a métrica do espaço-tempo é uma variável dinâmica, influenciada pela matéria. Ao propagar-se num espaço-tempo curvo, a luz é deflectida na vizinhança de corpos massivos e o movimento dos corpos celestes é determinado por essa curvatura. Na generalização da sua teoria, Einstein reescreveu o intervalo invariante

$$ds^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu, \quad (4)$$

em que $g_{\mu\nu}$ é uma nova quantidade dinâmica, a métrica - uma matriz 4×4 simétrica. A relatividade restrita, correspondendo ao caso de um espaço-tempo estático e plano, é um caso particular desta teoria, com uma métrica de coeficientes constantes, dita de Minkovski¹, $g_{\mu\nu} = \eta_{\mu\nu} = \text{diag}(-1, 1, 1, 1)$. No caso geral, os coeficientes da métrica dependem da posição no espaço-tempo. A métrica é a grandeza fundamental da relatividade geral, e deve ser relacionada com a distribuição de matéria. Após um intenso esforço de formulação matemática, Einstein obteve a famosa equação homónima que relaciona a geo-

metria do espaço-tempo com o seu conteúdo energético, sob a forma

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}, \quad (5)$$

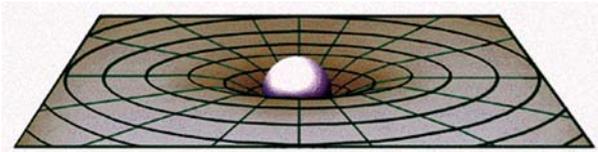
sendo $R_{\mu\nu}$ o tensor de Ricci e R o escalar de curvatura. Ambos são quantidades dadas em termos de combinações não-lineares de segundas derivadas da métrica, obtidas do chamado tensor de Riemann $R_{\lambda\mu\nu\sigma}$. Este é definido por

$$R_{\lambda\mu\sigma\nu} = \frac{1}{2} \left[\frac{\partial^2 g_{\lambda\sigma}}{\partial x^\nu \partial x^\mu} - \frac{\partial^2 g_{\mu\sigma}}{\partial x^\nu \partial x^\lambda} - \frac{\partial^2 g_{\lambda\nu}}{\partial x^\sigma \partial x^\mu} + \frac{\partial^2 g_{\mu\nu}}{\partial x^\sigma \partial x^\lambda} \right] + g_{\eta\kappa} \left[\Gamma_{\sigma\lambda}^\eta \Gamma_{\mu\nu}^\kappa - \Gamma_{\nu\lambda}^\eta \Gamma_{\mu\sigma}^\kappa \right] \quad (6)$$

onde se introduziram os chamados símbolos de Christoffel,

$$\Gamma_{\mu\nu}^\lambda = \frac{1}{2} g^{\lambda\sigma} \left[\frac{\partial g_{\mu\sigma}}{\partial x^\nu} + \frac{\partial g_{\sigma\nu}}{\partial x^\mu} - \frac{\partial g_{\mu\nu}}{\partial x^\sigma} \right]. \quad (7)$$

Um tensor de Riemann não-nulo indica que o espaço-tempo é curvo. Claramente, a relatividade restrita implica $R_{\lambda\mu\nu\sigma} = 0$ (um espaço-tempo plano), já que a métrica utilizada nesta teoria é constante e, como tal, tem derivadas parciais nulas.



Curvatura do Espaço-Tempo

No segundo membro da equação de Einstein (5), $T_{\mu\nu}$ é o chamado tensor energia-momento, representando a distribuição de matéria e energia (matéria fluida, poeira, energia electromagnética, etc.) em cada ponto. As incógnitas desta equação de Einstein são em geral as dez componentes independentes da métrica. Uma vez obtidas, estas especificam o movimento livre de uma partícula ou da luz, isto é, as geodésicas correspondentes. Na relatividade restrita estas geodésicas são rectilíneas, exprimindo o facto de o espaço-tempo ser plano. Na relatividade geral tal pode não suceder: o espaço-tempo é, em geral, curvo. Salta à vista a complexidade da teoria e a necessidade da sua comprovação experimental, de modo a justificar a sua superioridade relativamente à gravitação newtoniana. A previsão exacta do ângulo de deflexão da luz na vizinhança do Sol, verificada durante o eclipse total de 1919 e a explicação do excesso de 43 segundos de arco

no avanço do periélio do planeta Mercúrio foram testes essenciais para a validação da teoria de Einstein.

Naturalmente, qualquer nova teoria tem de se harmonizar convenientemente com o paradigma anterior, no regime onde este apresente uma eficácia indubitável na descrição dos fenómenos. Assim, a relatividade geral tem o seu limite newtoniano, isto é, coincide com a descrição clássica da gravitação, quando as velocidades envolvidas são muito menores que a da luz e os campos gravíticos são "fracos". Neste limite, a equação de Einstein coincide com a equação de Poisson para o potencial gravítico,

$$\nabla^2 \Phi = -4\pi G \rho, \quad (8)$$

donde resulta que a componente temporal da métrica, g_{00} , varia proporcionalmente ao potencial gravitacional clássico Φ , segundo

$$g_{00} = -1 - \frac{2\Phi}{c^2}. \quad (9)$$

Como é de esperar, na ausência de gravidade, o respectivo potencial é zero e a métrica dinâmica $g_{\mu\nu}$ coincide com a métrica $\eta_{\mu\nu}$ que define o intervalo invariante na relatividade restrita.

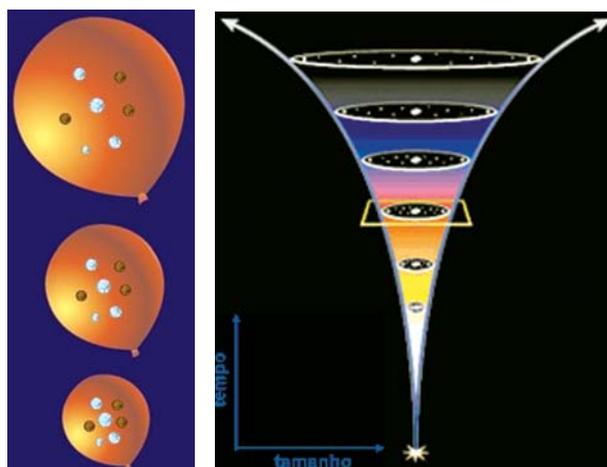
A teoria da relatividade geral, permite que se descreva o Universo como um todo. Einstein concluiu que a relatividade geral, enquanto teoria global do espaço-tempo, era (e, por enquanto, é) a melhor teoria cosmológica, isto é, a mais apta a descrever a evolução e estado actual do Cosmos. Assim, em 1917, escreveu um dos artigos fundadores da cosmologia relativista, onde argumentou que a equação fundamental da relatividade geral deve ser modificada para garantir um universo estático. Nascia assim o chamado termo cosmológico ou constante cosmológica Λ , responsável pela força universal repulsiva que contrabalançaria a atracção mútua dos corpos. Quase trezentos anos antes, Newton havia concluído, ao especular sobre a estrutura do Universo, que uma força repulsiva era necessária para a estabilidade do Universo. Matematicamente, tal manifestou-se na alteração da equação de Einstein segundo

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R - \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}, \quad (10)$$

onde se nota que o sinal negativo no termo cosmológico lhe confere carácter repulsivo. Com ou sem constante cosmológica, a cosmologia nasceu dos esforços para encontrar soluções para a equação de Einstein. Sendo isotrópico e homogéneo, o Universo assemelha-se a um fluido; assim, o tensor energia-momento, que descreve o conteúdo de

matéria, é dado por uma matriz diagonal de entradas (ρ, p, p, p) , sendo ρ a densidade do Universo e p a pressão.

Como se sabe, o preconceito filosófico de um universo estático cedo se revelaria injustificado. No final da década de 1920, o astrónomo norte-americano Edwin Powell Hubble (1889-1953) descobriu que o universo está em expansão, pelo que a constante cosmológica *ad-hoc* se tornava desnecessária. Contudo, a física de hoje considera este termo não-nulo, devido a um acumular de provas e indicações nesse sentido, oriundas do mundo da física de partículas e, mais recentemente, de observações astronómicas e de interpretações cosmológicas, que apontam para um aumento da velocidade de expansão do Universo devido a uma força desconhecida de natureza repulsiva. A inconsistência dos valores desta constante, estimados através da física das partículas e calculados por meio da cosmologia é um dos problemas mais candentes da física contemporânea e revela a profundidade do pensamento de Einstein.



O Universo em expansão acelerada

Nas buscas de uma solução para a métrica no contexto cosmológico, nos anos vinte, o abade belga Georges Lemaître (1894 - 1966), o russo Alexander Friedmann (1888 - 1925), o norte-americano Howard Percy Robertson (1903 - 1961) e o inglês Arthur Geoffrey Walker (1909 - 2001) obtiveram nos seus estudos resultados que se podem resumir na chamada métrica RW, iniciais dos dois últimos:

$$ds^2 = dt^2 - a(t) |d\vec{r}|^2, \quad (11)$$

Esta engloba o chamado princípio cosmológico, que de um modo simplificado afirma a equivalência entre observadores situados em diferentes regiões do Universo, ou seja, que este deve ser visto de forma semelhante independentemente da posição do observador. O factor de escala $a(t)$ presente na métrica (11) dá-nos uma medida da dimensão do Uni-

verso. Introduzindo a métrica RW na equação de Einstein obtemos a chamada equação diferencial de Friedmann, com a evolução temporal do factor de escala $a(t)$ como incógnita. A sua resolução re-vela que este factor aumenta com o tempo, apoiando a descoberta de Hubble de um universo em expansão. Uma interpretação da actual taxa de expansão indica que o universo terá cerca de quatorze milhões de anos.

Através destas considerações, Lemaître concluiu em 1927 que, algures no passado, o factor de escala foi nulo; daqui se segue que o Universo teve origem numa singularidade, quando o seu volume foi nulo e as grandezas físicas infinitas. Nascia assim a teoria do *Big Bang*, o momento primordial a que tudo se seguiu.

A par com a relatividade geral, a mecânica quântica é outro pilar fundamental do conhecimento físico do século XX. Einstein é um dos fundadores desta teoria física, graças à explicação do efeito fotoelétrico, à compreensão do processo de emissão estimulada que meio século depois deu origem aos *lasers*, e à generalização dos métodos estatísticos desenvolvidos em 1924 pelo físico indiano Satyendranath Bose (1894 - 1974). No entanto, exprimiu as suas reservas sobre a aleatoriedade intrínseca da mecânica quântica. Ao exclaimar que, "Deus não joga dados!", Einstein declarou a sua insatisfação com o desenvolvimento conceptual e hermenêutico do formalismo quântico que, segundo a sua intuição, era apenas uma solução tempo-rária para descrever processos microscópicos. Desta feita, a razão não parece ter estado do seu lado, dados os sucessos e aplicações da teoria quântica. Não obstante o seu cepticismo, não se limitou a críticas superficiais e estereis, estando o seu trabalho expresso no bem conhecido artigo que, já em Princeton, escreveu com os discípulos Boris Podolski e Nathan Rosen (1909 - 1995), em 1935, e que contém elementos essenciais para a compreensão dos aspectos mais profundos da mecânica quântica.

Nas últimas décadas da sua vida, Einstein dedicou a sua actividade científica à tentativa de unificar a gravitação com o electromagnetismo. Céptico relativamente à mecânica quântica, tinha a convicção de que a unificação daquelas duas forças permitiria uma compreensão mais profunda da estrutura da matéria e acabaria por responder às lacunas que julgava existirem na teoria quântica. Não atingiu o objectivo proposto, pois faltou-lhe incluir a força fraca, que a moderna teoria de campos unifica com a electromagnética, através do chamado modelo padrão das interacções fundamentais, desenvolvido por Sheldon Glashow, Abdus Salam (1926 - 1996) e Steve Weinberg nos anos sessenta do século passado e também a força forte, que mantém coesos os núcleos atómicos. Esboçou contudo, valiosas metodologias seguidas pelas gerações seguintes. De entre estas, destacam-se aspectos matemáticos da ideia proposta pelo físico Theodor Kaluza (1885 - 1954), segundo o qual o espaço-tempo

necessário para a unificação da gravitação com o electromagnetismo deveria ser penta-dimensional, e também os esforços para dotar a métrica de uma componente antisimétrica. Nesta fase da sua vida, em contraste com o passado, Einstein colaborou directamente com numerosos discípulos: com Jakob Grommer, Leopold Infeld, Bonesh Hoffmann, Walter Mayer, Peter Bergmann e Bruria Kaufman estudou o problema da unificação dos campos, e com Ernst Gabor Straus a consistência da métrica de um objecto compacto com a envolvente cosmológica.

Independentemente dos méritos ou falhas dos seus esforços, a busca da solução dos problemas mais profundos da física na unificação das interacções fundamentais é uma das marcas mais características do génio de Einstein e, certamente, um legado fundamental.

É este espírito "romântico", almejando a solução completa dos problemas, que norteia esforços hodiernos, como a teoria das cordas quânticas.

Outro aspecto marcante da personalidade de Einstein foi o seu envolvimento cívico. Em Outubro de 1914, um conjunto de intelectuais e académicos alemães pronunciou-se a favor da invasão da Bélgica pela Alemanha a quatro de Agosto, no chamado *Manifesto dos 93*. Então com trinta e cinco anos, Einstein e o professor de Fisiologia da Universidade de Berlim George Nicolai escreveram no mesmo ano um documento clamando pela paz e repudiando o manifesto. Esta oposição valeu-lhe a hostilidade de muitos colegas, incluindo Max Planck. Muitos anos mais tarde, já exilado nos Estados Unidos, Einstein alertou o presidente Roosevelt para o perigo da apropriação do urânio em posse da Bélgica e da Checoslováquia pela Alemanha nazi. Nessa carta de Agosto de 1939, aconselhava-o a desenvolver esforços para acelerar a investigação americana sobre a fissão nuclear. Em 1945, escreveu novamente ao presidente Roosevelt, desta vez para se manifestar contrário à utilização das armas nucleares entretanto desenvolvidas. Infelizmente, Roosevelt faleceu antes de receber a carta e, o seu sucessor Harry Truman não a teve em consideração. Até 1955, ano da sua morte, Einstein procurou sensibilizar a opinião mundial para a necessidade de se evitar a corrida às armas nucleares, cujo desenlace poderia aniquilar a espécie humana.

O sionismo foi outra causa que sempre lhe foi muito cara. Era-lhe claro que Israel só poderia garantir a sua existência respeitando o direito dos palestinianos a um estado independente. Em 1952, o primeiro-ministro Ben Gurion convidou-o a assumir a presidência do recém-criado estado judaico, com a devida aprovação do parlamento israelita, o Knesset. Einstein declinou o convite, alegando inépcia em questões de Estado, mas declarou ter ficado comovido com a proposta.

No final do século XX, a revista norte-americana *Time* elegeu-o como a figura mais marcante daquele século. Não deixa de ser significativo que a segunda figura mais votada tenha sido o estadista que, segundo o próprio Einstein, "representou a mais elevada concepção das relações humanas na esfera política" - Mahatma Gandhi.

BIBLIOGRAFIA

Albert Einstein, *The Meaning of Relativity*, Chapman and Hall, Bristol, 1922.

H.A. Lorentz, A. Einstein e H. Minkowski, *O Princípio da Relatividade*, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1978.

Albert Einstein, *Notas Autobiográficas*, Editora Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 1982.

Albert Einstein e Leopold Infeld, *A Evolução da Física*, Livros do Brasil, Lisboa.

Albert Einstein, *Ideas and Opinions*, Laurel Edition, New York, 1973.

Sigmund Freud e Albert Einstein, *Porquê a Guerra? Reflexões sobre o destino do Mundo*, Edições 70, Lisboa, 1997.

The Born-Einstein Letters 1916 - 1955, Macmillan Press, New York, 2005.

Ronald W. Clark., *Einstein: The Life and Times*, Avon Books, New York, 1971.

Michael White and John Gribbin, *Einstein: A Life in Science*, Simon & Schuster, London, 1993.

Leopold Infeld, *Albert Einstein*, Publicações Europa - América, Lisboa, 1961.

General Relativity: An Einstein Centenary, Eds. S.W. Hawking, W. Israel, Cambridge University Press, Cambridge, 1979.

Eduardo Lage, "O centenário do *quantum* de luz",
Gazeta de Física Vol. 28-1, 2005.

Steven Weinberg, *Gravitation and Cosmology: Principles and Applications of the General Theory of Relativity*, John Wiley & Sons, New York, 1972.

Jorge Dias de Deus, *Viagens no Espaço-Tempo*, Gradiva, Lisboa, 1998.

João Manuel Resina Rodrigues, *Introdução à teoria da relatividade restrita*, IST Press, Lisboa, 1998.

Maria da Conceição Bento e Orfeu Bertolami,
"Supercordas e a unificação das interações fundamentais da Natureza", *Futuro*, Outubro de 1988.

Orfeu Bertolami, *O Livro das Escolhas Cósmicas*, Gradiva, Lisboa, 2005, (no prelo).

NOTAS

¹Hermann Minkovski (1864 - 1909), matemático russo, professor de Einstein na ETH e responsável pela formulação quadri-dimensional da Relatividade Restrita.



FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN

CICLO DE COLÓQUIOS

AUDITÓRIO 2 • 18 HORAS • OUTUBRO A DEZEMBRO • 2005 • ENTRADA LIVRE

à luz de

EINSTEIN

1905-2005

6 de Outubro

EINSTEIN: O HOMEM E A ÉPOCA

Ana Isabel Simões | Carlos Fiolhais | Jorge Calado
Carlos Matos Ferreira [Moderador]

- DEBATE -

12 de Outubro

MAIS RÁPIDO,
MAIS DENSO, MAIS INTENSO:
NA FRONTEIRA DOS LASERS

Luís Oliveira e Silva

19 de Outubro

EM BUSCA DAS
GALÁXIAS PERDIDAS

José Manuel Afonso

27 de Outubro

ARTE E CIÊNCIA:
CONVERSA EM TORNO
DE UMA OBRA DE ARTENuno Crato
Nuno Faria
José Brandão
João Paulo Feliciano
João Caração [Moderador]

- DEBATE -

13 de Dezembro

2010, A NANOSPACE ODYSSEY

Harold Kroto

[Prémio Nobel]

7 de Dezembro

ESTADOS ESTRANHOS DA MATÉRIA:
CONDENSADOS DE BOSE-EINSTEIN

Margarida Telo da Gama

30 de Novembro

O MISTÉRIO DA FORMA
DAS PROTEÍNAS

Patrícia Faisca

23 de Novembro

SINAIS DO CÉREBRO:
DA BIOFÍSICA À FISIOLÓGIA
DA CONSCIÊNCIA

Fernando Lopes da Silva

16 de Novembro

 $E=mc^2$
ENERGIA DO
NÚCLEO ATÓMICO

Duarte Borba

9 de Novembro

AS FORÇAS
DA NATUREZA

João Paulo Silva

2 de Novembro

UMA BREVE
HISTÓRIA
DO UNIVERSO

Carlos Herdeiro



Na sequência do *Livro Branco da Física e da Química - Opiniões dos Professores - Diagnóstico 2000, Recomendações 2002*, e com o patrocínio das Sociedades Portuguesas de Física e de Química e o apoio da Fundação Calouste Gulbenkian, os autores decidiram recolher as opiniões sobre a aprendizagem da Física e da Química de 7900 estudantes dos 9.º, 11.º e 12.º anos dos Ensinos Básico (EB) e Secundário (ES), comparando-as com as dos professores.

ANABELA MARTINS
Escola Secundária D. Pedro V
Estrada das Laranjeiras, 122
1660-136 Lisboa

anabela.m@netcabo.pt

DÉCIO R. MARTINS
Departamento de Física
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade
de Coimbra
Rua Larga
3004-516 Coimbra

decio@pollux.fis.uc.pt

LIVRO BRANCO E DA QUÍMICA DOS ESTUDANTES

INTRODUÇÃO

Na sequência do *Livro Branco da Física e da Química - Opiniões dos Professores - Diagnóstico 2000, Recomendações 2002*, e com o patrocínio das Sociedades Portuguesas de Física e de Química e o apoio da Fundação Calouste Gulbenkian, os autores decidiram recolher as opiniões sobre a aprendizagem da Física e da Química de 7900 estudantes dos 9.º, 11.º e 12.º anos dos Ensinos Básico (EB) e Secundário (ES), comparando-as com as dos professores.

As opiniões sobre o 12.º ano foram recolhidas numa amostra de 781 estudantes que frequentavam as disciplinas de Física e Química do primeiro ano de 9 instituições de Ensino Superior (ESup). Dos estudantes inquiridos, 53% eram do sexo feminino e 47% do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 12 e os 38 anos. A média de idades dos estudantes do EB era de 15,0 anos, do ES de 16,8 anos, e do ESup de 19,5 anos. O estudo, que abrangeu todo o território nacional continental, abordou alguns aspectos relacionados com a aprendizagem da Física e Química e teve como primeiro objectivo identificar o interesse, a motivação e as causas do desinteresse e desmotivação para o estudo da Física e da Química, desde o EB até final do ES, intenções de prosseguimento de estudos e de cursos no ES (9.º ano) e ESup (11.º ano), metodologias de ensino com que os estudantes aprendem melhor, perspectivas sobre actividades experimentais e perspectivas

DA FÍSICA OPINIÕES ES 2003



sobre programas e avaliação. Em segundo lugar pretendeu-se comparar as opiniões de estudantes e professores.

INTENÇÃO DE PROSSEGUIMENTO DE ESTUDOS

Apenas uma maioria relativa dos estudantes do 9.º ano (58%) manifestou a intenção de prosseguir os estudos em cursos gerais do ES, dos quais, cerca de metade optará pela área das disciplinas científico-naturais. Entre os estudantes do 11.º ano, 84% pretendiam prosseguir estudos no ESup e, destes, 90% manifestaram a intenção de prosseguir os estudos nas Universidades e 10% nos Institutos Politécnicos. A percentagem de raparigas do 9.º e 11.º anos que manifestou a intenção de continuar os estudos no ES e no ESup era significativamente superior à dos rapazes. Apenas 30% dos estudantes do 11.º ano pretendiam prosseguir os estudos em cursos de engenharia, enquanto 38% preferia a área de saúde.

Considerando que o 1.º agrupamento (científico-naturais) representa pouco mais de 50% dos estudantes do ES, infere-se que menos de 15% da população estudantil deste escalão etário admitiu prosseguir estudos na área das tecnologias. Esta estimativa deixa antever que, face ao elevado número de cursos nesta área, existentes nas Universidades e Institutos Politécnicos, haverá uma baixa da procura pelos estudantes. Este dado não deixa de ser extremamente preocupante para um país com um grande atraso tecnológico.

USO DE FONTES DE INFORMAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

Segundo o estudo, percentagens elevadas dos estudantes nunca, ou raramente, utilizam fontes de informação científica e tecnológica - como, por exemplo, consultar informação científica usando o computador (Internet) e ler livros de divulgação científica -, sendo a televisão o meio de informação preferido. Apenas uma percentagem relativamente baixa o faz de forma regular. Já os estudantes do ESup evidenciam uma maior tendência para procurar fontes diversificadas de divulgação científica e tecnológica. Verificou-se também um progressivo aumento de interesse dos estudantes pela informação disponibilizada pelos diversos meios ao longo da sua escolaridade. Tanto no 9.º como no 11.º ano e no ESup, os rapazes acedem mais às fontes de divulgação científica do que as raparigas.

HÁBITOS DE ESTUDO E OCUPAÇÃO DO TEMPO

Menos de 25% dos estudantes inquiridos estuda com regularidade, à medida que os assuntos de Física e Química são leccionados. A maioria estuda preferencialmente antes dos testes de avaliação e dependendo da dificuldade do assunto. Este padrão é predominante nos rapazes, isto é, as raparigas estudam com maior regularidade do que os rapazes, tendência esta que se acentua do 9.º para o 11.º

ano. Apenas 18% dos rapazes reconheceram estudar com regularidade e mais de 40% afirmaram que só estudavam nas vésperas das provas.

Uma percentagem elevada de estudantes dos 9.º e 11.º anos ocupa mais de duas horas por dia em actividades diversas como ver televisão, praticar uma modalidade desportiva, jogar no computador e em explicações. Mais de 80% dos estudantes dos EB e ES passam duas horas ou mais por dia a ver televisão e aproximadamente 50% praticam desporto. Verifica-se um aumento significativo do número de horas ocupadas com explicações pelos estudantes do 11.º ano relativamente aos do 9.º ano e também no trajecto casa-escola-casa. Os rapazes passam mais horas fora da escola com actividades desportivas e jogos de computador do que as raparigas e estas ocupam mais o seu tempo a aprender uma língua estrangeira e recorrem mais a explicações do que os rapazes.

OPINIÃO SOBRE OS MANUAIS ESCOLARES

Os manuais escolares de Física e de Química utilizados nos EB e ES foram considerados razoáveis ou bons por mais de 83% dos estudantes, embora esta opinião fosse progressivamente menos favorável ao longo da escolaridade (7% no EB, 11% no ES e 17% no ESUP consideraram os manuais maus ou muito maus). Apenas 5% dos estudantes do ESUP atribuíram a classificação de muito bom aos manuais de Física e Química que tinham utilizado no ES.

MOTIVAÇÃO PARA O ESTUDO DA DISCIPLINA E INTERESSE PELA CIÊNCIA

A motivação para o estudo da Física e da Química não se revelou muito elevada entre os estudantes dos 9.º e 11.º anos (Física - 38% e Química - 49%), aumentando ligeiramente para os alunos que já frequentavam o Ensino Superior (Física - 49% e Química - 53%). Os estudantes manifestaram menor motivação para o estudo da Física do que para o estudo da Matemática. As Ciências da Terra e da Vida (10.º e 11.º ano) e a Biologia (12.º ano) são as disciplinas que mais motivam os estudantes e os rapazes estão mais motivados para o estudo da Física, enquanto as raparigas se mostram mais motivadas para estudar Biologia, Química e Matemática.

As principais razões da falta de motivação para o estudo da Física e da Química dos estudantes dos EB e ES são a natureza difícil das matérias, as características dos manuais utilizados, a dependência destas ciências em relação à Matemática e as dificuldades de aplicação dos conhecimentos na resolução de problemas. Qualquer uma destas razões é mais acentuada em relação à Física.

Para os estudantes do ESUP, as razões mais indicadas para justificar a sua não opção por Física ou Química no 12.º ano foram o facto de estas disciplinas não serem específicas para o curso superior que pretendiam seguir e de a classificação final nelas obtida poder vir a condicionar o acesso ao Ensino Superior.

Em relação à Física foram ainda referidos outros argumentos: o elevado insucesso escolar desta disciplina no exame nacional poderá comprometer o ingresso nas primeiras opções dos candidatos; a formação obtida em Física ou Química não será fundamental para o curso que pretendem frequentar; a escola que frequentaram não teve turmas para essas disciplinas nesse ano de escolaridade; nos anos anteriores não foram motivados pelos professores, sobretudo na Física. Também a preparação obtida nestas áreas científicas até ao 11.º ano foi considerada pelos estudantes pouco adequada para obter um bom aproveitamento escolar no 12.º ano.

A não opção por Física e/ou Química no 12.º ano parece não estar relacionada com a falta de interesse pelos temas leccionados, mas sim pelos critérios de ingresso no Ensino Superior, o que poderá ser a principal causa do afastamento dos estudantes do 12.º ano, sobretudo da Física. Assim, esta situação poderá agravar-se com a actual revisão curricular do ES, que passou a considerar opcional a disciplina de Física e Química, a partir do 10.º ano.

Neste contexto, restará aos estudantes a única possibilidade de frequentarem a disciplina de Biologia, no 12.º ano, caso tenham optado, no 10.º ano, pela disciplina de Ciências da Terra e da Vida. Os dados obtidos neste estudo fazem prever percentagens muito elevadas de estudantes nestas condições. A maior motivação dos estudantes para as Ciências da Terra e da Vida, até ao 11.º ano, e para a Biologia, no 12.º ano, agravada pelos critérios definidos pelas Universidades e Institutos Politécnicos e ainda pelas determinações do Ministério da Educação terão certamente repercussões muito nefastas no futuro imediato no ensino e aprendizagem da Física e da Química. Pode inferir-se que a menor frequência da disciplina de Física no 12.º ano, relativamente a outras disciplinas científicas foi artificialmente introduzida no sistema educativo pelos critérios de ingresso no Ensino Superior, definidos pela generalidade das Universidades e Institutos Politécnicos. Esta situação agravou-se nos últimos anos, uma vez que algumas instituições de ensino que ainda exigiam a Física deixaram de o fazer, face à necessidade de terem uma maior procura dos respectivos cursos.

Os factores de motivação para o estudo da Física e Química aumentam ao longo da escolaridade. No entanto, os motivos da desmotivação diminuem na transição do 9.º para o 11.º ano, voltando, contudo, a aumentar na transição do 11.º para o 12.º ano.

Alguns comentários dos estudantes que estavam a frequentar o primeiro ano do ESUP reforçaram a convicção de que através de uma intervenção adequada dos diversos agentes educativos, incluindo as ordens profissionais e sociedades científicas, seria possível estimular mais estudantes para o estudo quer da Física, quer da Química, em determinadas fases cruciais do seu percurso escolar. Exemplos desses comentários dos estudantes referiam a necessidade dos conhecimentos de Física nos cursos que estão a frequentar; lamentavam o facto de não terem dado um maior desenvolvimento no estudo daquela disciplina durante o ES; consideravam (os estudantes que frequentaram a disciplina no 12.º ano) ter tido maior facilidade na compreensão das aulas no ESUP, o que, associado à realização de mais actividades práticas, lhes permitiu um melhor relacionamento da teoria com a prática, sendo sentida a necessidade do estudo da Física no 12.º ano.

Dos resultados deste estudo infere-se que a "falta de interesse" dos estudantes pela Física e Química, principalmente na transição para o 12.º ano, pode ser aparente, isto é, aquilo que se considera como falta de interesse pode ser apenas a falta de motivação para o estudo, decorrente de um conjunto de critérios que, nos últimos anos, têm vindo a condicionar o ingresso no Ensino Superior. Saliente-se que a percentagem de estudantes do primeiro ano do ESUP que declararam não se sentirem motivados, durante o 12.º ano, para o estudo da Matemática, é inferior à de Física e de Química, apesar do insucesso naquela disciplina ser bastante elevado.

AUTO-AVALIAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO GLOBAL

Os estudantes dos três níveis de ensino consideraram como bom e muito bom o seu desenvolvimento global. Os resultados revelam consciência da sua progressão na aquisição de conhecimentos e desenvolvimento de competências desde o 9.º ano até ao 12.º. Deve salientar-se a opinião comum entre os estudantes de todos os níveis de ensino, traduzida na forte correlação entre os conhecimentos matemáticos, a capacidade de resolução de problemas e a capacidade de raciocínio, mas os estudantes do 11.º ano avaliaram o seu desenvolvimento global de forma menos positiva nos conhecimentos matemáticos, na resolução de problemas, na aplicação de conhecimentos a novas situações e no pensamento crítico.

De um modo geral, os rapazes atribuem melhores classificações às diversas componentes do seu desenvolvimento global. As componentes onde as raparigas se auto-avaliaram melhor são o domínio da língua portuguesa, autonomia na aprendizagem e métodos e hábitos de estudo. Os estudantes do ES reconhecem que os seus hábitos de estudo e os conhecimentos matemáticos são menos desenvolvidos.



A tendência para uma auto-avaliação global mais positiva acentua-se ligeiramente nos estudantes que já concluíram o 12.º ano, embora considerem fraco o seu desenvolvimento global relativamente à área da Física. Cerca de 81% dos estudantes consideram possuir conhecimentos suficientes e bons em Matemática, destacando como aspectos mais desenvolvidos as suas competências para a resolução de problemas, a capacidade de aplicar conhecimentos a novas situações e a autonomia na aprendizagem. Os resultados obtidos pelos estudantes do 12.º ano nos exames nacionais de Matemática, Física e Química contrariam esta auto-avaliação do desenvolvimento global.

Os estudantes que obtiveram melhores classificações na disciplina de Física e Química avaliaram melhor o seu desenvolvimento global, sobretudo nos conhecimentos matemáticos, capacidade de resolução de problemas, aplicação de conhecimentos a novas situações e autonomia na aprendizagem. Mesmo nas componentes relacionadas com a capacidade de resolução de problemas e a aplicação de conhecimentos a novas situações, os estudantes com melhores classificações naquela disciplina consideraram-se mais bem desenvolvidos do que os estudantes que obtiveram melhores classificações na disciplina de Matemática. Os estudantes do 11.º ano com melhores classificações na disciplina de Matemática consideram as suas competências na resolução de problemas apenas ligeiramente mais desenvolvidas do que os estudantes com melhores classificações na disciplina de Física e Química.

OPINIÃO SOBRE AS ACTIVIDADES EXPERIMENTAIS

De um modo geral, os estudantes consideram as estratégias de ensino centradas no professor mais eficazes para a sua aprendizagem. As que referem como mais adequadas para aprender são a revisão da matéria na véspera dos testes e a resolução de exercícios; seguem-se a explicação do professor, preferencialmente acompanhada de demons-

trações experimentais, o estudo em casa e a realização de experiências em pequenos grupos de estudantes.



Enquanto os rapazes valorizam mais as actividades que envolvem a utilização do computador e a participação em actividades experimentais, as raparigas preferem estratégias de ensino centradas no professor, como a resolução de exercícios, a explicação do professor, seguida do estudo individual em casa e das demonstrações experimentais feitas pelo professor. Ao contrário dos rapazes, a elaboração de relatórios e a planificação de actividades experimentais não se encontram entre as estratégias de ensino mais valorizadas pelas raparigas.

Ao confrontarmos a elevada percentagem dos estudantes deste estudo que gostam de realizar actividades experimentais com as respostas dos professores (Martins *et al.*, 2002, pp. 107 131 e 129) sobre a frequência de realização daquele tipo de actividades, somos levados a concluir que o ensino experimental que se pratica nas disciplinas de Física e Química não corresponde, em geral, nem ao preconizado nos programas nem às expectativas e interesses dos estudantes. Com efeito, apenas cerca de 27% dos professores do ES e 21% do EB declararam no estudo concluído em 2002 realizar este tipo de actividades nas suas aulas. Recorde-se que neste estudo também estavam incluídos os professores que leccionavam as disciplinas de Técnicas Laboratoriais de Física e Química, bem como os professores do Curso Tecnológico de Química.

De acordo com dados da investigação educativa (Hofstein et Lunetta, 2004), vivemos numa era marcada por um enorme desenvolvimento de novos recursos tecnológicos e novos padrões de ensino. Neste contexto ressalta deste estudo a importância e a necessidade de um ensino mais experimental e competitivo que possa atrair os estudantes para o estudo das ciências.

Durante a realização de actividades experimentais, os procedimentos científicos preferidos pela maioria dos estudantes são conhecimentos declarativos ou factuais considerados, simultaneamente, os menos difíceis. Os procedimentos considerados mais difíceis pelos estudantes são o desenvolvimento de generalizações, a explicação de relações e a formulação de questões para investigar. A dificuldade manifestada pelos estudantes em todos os processos experimentais, em geral, diminui bastante ao longo da escolaridade. Porém, os estudantes do 11.º ano são os que consideram mais difícil a comunicação escrita e oral de resultados, a formulação de questões para pesquisar, o desenvolvimento de generalizações e a explicação de relações. No entanto, este é o ano onde parece haver maior adesão dos estudantes à maioria dos procedimentos de trabalho científico, o que poderá relacionar-se com a maior frequência de realização de actividades experimentais consentâneas com as necessidades de aprendizagem e interesses dos estudantes.

Globalmente conclui-se que os estudantes, mesmo os mais motivados e com melhores classificações, gostam mais de processos de trabalho científico considerados conhecimento declarativo ou factual (saber a informação - Tennyson, 1995) como, por exemplo, executar/realizar uma experiência, manipular materiais e equipamento, observar, medir e registar dados, descrever procedimentos experimentais e comunicar resultados escrita e oralmente (só na Química). Os estudantes com melhores classificações em Física e Química também se mostram motivados para os procedimentos considerados conhecimento procedimental e conceptual (saber como, quando e porquê usar a informação - Tennyson, 1995), como, por exemplo, formular hipóteses para testar, prever resultados, explicar relações, formular e responder a novas questões baseadas na investigação realizada e aplicar técnicas laboratoriais na resolução de novos problemas ou situações experimentais. Os rapazes afirmaram gostar mais de actividades experimentais que envolvem conhecimentos procedimentais e contextuais, enquanto as raparigas preferem procedimentos experimentais que envolvem conhecimentos declarativos ou factuais.

No estudo com professores (Martins *et al.*, 2002, p.137), 96% dos docentes consideram que os procedimentos associados ao trabalho experimental mais difíceis para os estudantes são a explicação de relações, a formulação de novas questões baseadas na investigação e de hipóteses para serem testadas, as decisões acerca de técnicas de investigação, a previsão de resultados e o desenvolvimento de generalizações. Relativamente a este aspecto, parece existir alguma concordância entre a percepção dos professores e dos estudantes sobre as dificuldades do trabalho experimental.

As principais razões do sucesso nas actividades experimentais de Física e de Química são a melhor compreensão da teoria e a explicação adequada pelo docente da teoria antes e depois da experiência. No entanto, a ordenação desses indicadores é ligeiramente diferente entre o EB e o ES, e também entre a Química e a Física, porque, provavelmente, por um lado, o tipo de ensino experimental é diferente nos dois níveis de escolaridade e, por outro lado, realizam-se actividades experimentais em Química com mais frequência do que em Física.

Enquanto para os estudantes do 9º ano, a obtenção de bons resultados no trabalho experimental em Física, isto é, resultados previstos/iguais aos dos livros, é o principal indicador de sucesso, para os estudantes do 11º ano e ESup o sucesso das actividades experimentais está mais relacionado com a melhor compreensão da teoria. Esta diferença evidencia uma evolução da percepção dos estudantes sobre um dos papéis mais importantes do trabalho experimental desde o EB até final do ES. Os estudantes do 9º ano, ao considerarem muito importante a obtenção de resultados iguais aos que são apresentados nos livros, denotam uma concepção de ensino bastante orientada e reprodutiva. Ter bons resultados significa que o "livro está certo" e que a ciência é aquilo que "o professor ensina".

CONCLUSÃO

Este estudo, além de apresentar uma avaliação feita pelos estudantes de diversos aspectos relacionados com o ensino e a aprendizagem da Física e da Química, levantou novas questões decorrentes das opiniões expressas. Estas opiniões não podem deixar de ser tidas em conta quando se pretende uma intervenção eficaz da comunidade educativa na concretização das mudanças desejadas no ensino da Física e da Química. A intervenção pedagógica e as reformas educativas só poderão ter alguma eficácia se houver um melhor conhecimento do processo, sob pena de se introduzirem reformas que irão agravar os problemas existentes.

Para finalizar, pensamos que se deve promover uma intervenção em áreas que ajudem os professores a melhor compreender como devem ser usados os recursos laboratoriais, a avaliar o trabalho dos estudantes no laboratório e saber como as actividades experimentais podem ser usadas para atingir os objectivos educativos pretendidos. O sistema educativo deve contribuir para a literacia científica de modo que a formação nestas áreas não termine no fim da escolaridade básica. Recorde-se que apenas 58% dos estudantes do 9º ano pretende prosseguir estudos nos cursos gerais do ES e, destes, apenas cerca de 50% desejam continuar os seus estudos na área das ciências.

As sociedades actuais, marcadas pelo desenvolvimento científico e tecnológico, pressupõem uma participação informada que depende, quase sempre, do conhecimento científico. Além disso, muitos daqueles estudantes poderão prosseguir estudos em Escolas Superiores de Educação, optando pela docência no primeiro ciclo do EB. A interrupção prematura da formação científica destes docentes terá, certamente, consequências gravosas na qualidade do ensino da Matemática e do Estudo do Meio, tradicionalmente subvalorizadas neste nível de ensino. São bem conhecidos os graves problemas relacionados com o ensino e aprendizagem da Matemática e a quase inexistência do ensino de ciências nos primeiros anos da escolaridade básica. Os primeiros contactos com os conceitos das ciências físico-naturais são, na prática, relegados para o segundo ciclo do EB, onde a Física não raras vezes é ignorada, originando uma lacuna muito grave. Por outro lado, o facto da disciplina de Física e Química ser opcional nos actuais currículos do ES irá contribuir para um desinteresse e desmotivação ainda maiores dos estudantes em relação ao estudo da Física e da Química.

BIBLIOGRAFIA

Hofstein A. et Lunetta, V. N., "The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty First Century", *Science Education*, **88**, 2004, pp. 28-54. www.interscience.wiley.com.

Martins, A., Malaquias, I., Martins, D., Fiúza, E., Silva, M. M., Neves, M., Soares, R., Campos, A. C., Lopes, J. M., *Livro Branco da Física e da Química - Diagnóstico 2000 Recomendações 2002*. Sociedade Portuguesa de Física e Sociedade Portuguesa de Química, Editorial Minerva, Aveiro.

Martins, A. *et all.*, *Livro Branco da Física e da Química - Opinião dos Alunos 2003*, Sociedade Portuguesa de Física e Sociedade Portuguesa de Química, Lisboa, 2005

Tennyson, R. D., "Concept Learning: Teaching and Assessing", in L. W. Anderson (Ed.), *International Encyclopedia of Teaching and Teacher Education*, Elsevier Science Ltd., Oxford, 1995, pp. 457-463.

Anthony J. Leggett é professor de Física na Universidade de Illinois (Estados Unidos da América), onde está desde 1983. É mundialmente conhecido como especialista de física teórica das baixas temperaturas e, pelo seu trabalho pioneiro sobre a superfluidez, recebeu o Prémio Nobel da Física de 2003.

Tivemos oportunidade de o entrevistar durante uma visita recente a Portugal, a convite do Centro de Física Teórica e Computacional da Universidade de Lisboa. Anthony Leggett apresentou em Lisboa duas palestras: "Testing the limits of quantum mechanics: motivation, state of play, prospects" e "Introduction to high energy low temperature physics".

PATRÍCIA FAÍSCA¹ E PEDRO PATRÍCIO^{1,2}

¹ Centro de Física Teórica e Computacional da Universidade de Lisboa
Av. Prof. Gama Pinto, 2
1649-003 Lisboa

² Instituto Superior de Engenharia de Lisboa
Rua Conselheiro Emídio Navarro 1
1950-062 Lisboa

patnev@cii.fc.ul.pt
patricio@cii.fc.ul.pt

Edição de P.A. Almeida
gazeta@teor.fis.uc.pt

Entrevista a Anthony Leggett

"SABEMOS HOJE MENOS S DO QUE SABÍAMOS SOB SÉCULO XIX"

P. - Depois de terminar um curso superior em estudos clássicos em Oxford, no Balliol College, decidiu começar um novo curso em ciências. Porquê? E por que razão escolheu física?

R. - Provavelmente foi por não ter muita imaginação. Naquela altura a vida académica pareceu-me a escolha mais natural. Em Estudos Clássicos concentrei-me sobretudo na Filosofia, que sempre me interessou. Mas quando comecei a pensar seriamente em fazer uma carreira académica nessa área apercebi-me que não era bem aquilo que eu queria. Comecei então a perguntar a mim próprio qual seria a razão exacta pela qual não a queria e, mais uma vez, a minha falta de imaginação levou-me a pensar que essa razão não teria a ver com a vida académica, mas sim com a própria Filosofia. Quanto mais pensava nisso mais sentia que o que diferenciava um bom de um mau trabalho em Filosofia dependia muito do uso das palavras ou das frases mais adequadas e de determinados exemplos que se escolhessem... Pareceu-me que era tudo muito subjectivo. E onde me sinto realmente confortável é numa área de estudo onde, de certa forma, a Natureza nos diga se o que fizemos está certo ou errado. Nessa altura, sabia muito pouco de física, mas tinha tido alguns relances: estudei alguns problemas nas fronteiras da física. Lembro-me, por exemplo, de que durante os meus estudos clássicos analisei o paradoxo de Zenão... Tinha uma vaga ideia sobre o que era a física e pareceu-me que seria uma área onde me sentiria bem.

SOBRE O CÉREBRO E ATÔMOS NO



P. - Tinha vinte anos nessa altura...

R. - Sim, quando tive de fazer esta escolha tinha vinte anos.

P. - Sentiu que o que aprendeu com os estudos clássicos teve utilidade na sua carreira científica?

R. - Num certo sentido, penso que foi útil, particularmente a Filosofia. Penso que alguém que faça um curso de Filosofia Analítica - tenho consciência de que a palavra Filosofia tem significados diferentes em diferentes partes do mundo, mas na tradição anglo-saxónica a Filosofia é uma ciência muito analítica -, ficará mais consciente das suposições que faz no seu trabalho. Por isso, considero que um dos benefícios que tive foi o de estar muito mais consciente das suposições implícitas do meu trabalho.

P. - Pensa que a sua preparação anterior em estudos clássicos o influenciou nas suas pesquisas sobre os fundamentos conceptuais da mecânica quântica?

R. - Sim, certamente. Para dizer a verdade, nos primeiros anos em que fiz física não estive particularmente interessado nos fundamentos da mecânica quântica. Mas depois tive um colega na Universidade de Sussex, Brian Easlea, que se foi interessando pela história das ciências e pelos estudos sociais. Foi ele que me deu umas lições sobre o problema da medida em mecânica quântica e creio que foi isso que me persuadiu de que esses assuntos eram algo sobre o qual valia a pena pensar. Foi provavelmente no fim dos anos 60 que comecei a reflectir sobre estas

questões, mas não consegui fazer nada durante os dez anos seguintes. O meu primeiro artigo sobre os fundamentos da mecânica quântica só foi publicado em 1980.

P. - Não é habitual, no Reino Unido, ou mesmo nos EUA, quando se ensina mecânica quântica, chamar a atenção para estes problemas conceptuais ...

R. - Durante toda uma geração, eu diria, desde o fim dos anos 30 até ao início dos anos 70, o assunto foi quase tabu nos países anglo-saxónicos. É interessante notar que na Europa do Sul esse nunca foi um tema tabu. As pessoas estiveram sempre interessadas.

P. - Por que é que ficou em Oxford e decidiu trabalhar em física do estado sólido durante o seu doutoramento?

R. - Estava mais ou menos convencido de que, por causa do meu percurso pouco comum, seria muito difícil encontrar uma outra universidade, além da de Oxford, que me aceitasse como aluno de estudos pós-graduados. Por que é que optei por estudar o estado sólido? Bem, em primeiro lugar, já tinha decidido, desde muito cedo, que queria fazer física teórica. Tive algum contacto com a física experimental durante a licenciatura, mas não gostei muito. Penso que nasci para ser teórico. A questão seguinte tem a ver com as áreas fortes da física teórica em Oxford. A resposta é: física nuclear a baixas energias, física das altas energias, e matéria condensada. Havia muito pouco de cosmologia.

Eu tinha a impressão de que na física nuclear a baixas energias não se passava nada de espectacular. A informação que tive - estávamos no princípio de 1964 quando tive de fazer a escolha -, foi de que a física das altas energias estava estagnada e que nada de transcendente se passava. É claro que apenas uns meses mais tarde tivemos a *Eightfold Way!* Penso que, se tivesse feito a minha escolha no ano seguinte, provavelmente teria ido para física de partículas. Mas acabei na matéria condensada. Quanto à escolha do meu supervisor? Bom, ele foi o único que me aceitou como aluno...

P. - Quando é que se interessou pelo trabalho que foi reconhecido em 2003 com o Prémio Nobel, nomeadamente, sobre as fases do líquido superfluido hélio-3?

R. - O meu doutoramento teve duas partes. Uma delas estava relacionada com a interacção de fonões no hélio-4 líquido, e portanto não tinha muito a ver com os trabalhos do Prémio Nobel. A segunda parte correspondia a um estudo no contexto da teoria de Fermi-Landau. Em 1961, quando comecei o doutoramento, a teoria de Fermi-Landau, publicada em 1957, ainda não estava muito divulgada no Ocidente, essencialmente devido aos atrasos com traduções. Eu conhecia-a graças a um dos muitos conselhos preciosos dados pelo meu supervisor, Dick ter Haar, no início do meu doutoramento: devia saber russo suficiente para conseguir ler os artigos originais! Pude, por isso, ler todos os trabalhos sobre a teoria de Fermi-Landau logo que foram publicados. Fiquei de tal maneira impressionado com a teoria que a segunda parte da minha tese de doutoramento foi sobre o diagrama de fases do hélio-3 e hélio-4. Naquela altura, o diagrama de fases de misturas de hélio-3 e hélio-4 tinha sido apenas explorado para temperaturas relativamente altas. Sabia-se que havia uma separação de fases, mas não se sabia como ocorria a baixas temperaturas.

P. - Qual poderá ser a importância do hélio-3 superfluido?

R. - De um ponto de vista prático imediato o hélio-3 superfluido é provavelmente o sistema mais inútil jamais descoberto. No entanto, de um ponto de vista indirecto, é muito importante porque talvez seja o sistema físico mais complexo que compreendemos de uma forma quantitativa. Percebemos pelo menos uma grande parte do que se passa com o hélio-3 superfluido. Alguns dos fenómenos que acontecem são muito interessantes e quase únicos - alguns são análogos a fenómenos doutros sistemas com aplicações práticas mais directas, por exemplo os supercondutores de altas temperaturas. Penso que é justo dizer que, ao tentarmos compreender as propriedades do hélio-3 superfluido, geramos um grande *spin-off* para compreender outros sistemas. Por exemplo, podemos aplicar algumas das ideias ali desenvolvidas na física de partículas ou no estudo do princípio do Universo...

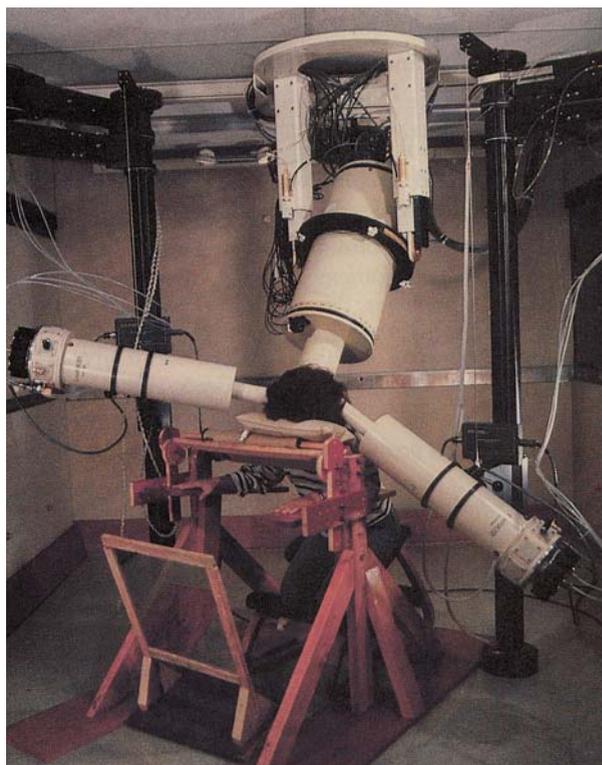
P. - Durante o seu percurso teve oportunidade de fazer investigação no mundo inteiro, incluindo o Japão e o Gana. Quer comentar o impacto das diferenças culturais e científicas na ciência e na investigação científica feita em sítios tão diferentes?

R. - Penso que esse impacto não é assim tão grande como se julga. Bom, obviamente, no Gana seria impossível fazer investigação experimental e impossível fazer 90% de

investigação teórica. E a razão é que para a investigação experimental não tinham equipamento e para a investigação teórica não tinham revistas científicas. E, por isso, quando estive no Gana, confesso que não fiz muita investigação, mas a que fiz foi deliberadamente em assuntos tão obscuros que não precisava de aprender ou conhecer a literatura existente. No Japão, é tudo muito organizado, como na Alemanha. Há um certo número de professores e cada um tem o seu laboratório. Estes laboratórios são, de certo modo, domínios feudais, e basicamente o professor decide sobre quem lá trabalha. Ele acaba por ter influência na carreira das pessoas mesmo depois de saírem de lá. Por isso, existe uma forte tendência para as pessoas trabalharem na área do professor mais velho, não se aventurando em problemas demasiado distantes, e em particular em ideias que o professor não aprove. Há um certo grau de conformidade forçado pelo sistema. Mas tenho de admitir que existia naquela altura, e ainda hoje existe muita e boa investigação independente feita no Japão.

P. - Pode falar-nos sobre outro dos seus interesses de investigação, nomeadamente as teorias e as experiências que testam os limites da mecânica quântica? Qual é o estado da arte nesta área? Pensa que a próxima geração de experiências vai permitir observar falhas da nossa compreensão da mecânica quântica?

R. - Sim, é algo que tenho tentado fazer desde há vinte e cinco anos. Publiquei o meu primeiro artigo sobre o assunto em 1980. Uma das sugestões explícitas que fiz foi a de observar os efeitos da sobreposição de diferentes estados de fluxo numa montagem com rf-SQUIDS. Se tivermos dois anéis SQUID, temos dois estados quase degenerados.



Montagem de 3 SQUIDS para monitorizar a actividade cerebral

Num deles a corrente flui no sentido directo com uma amplitude de alguns micro amperes, e no outro no sentido contrário. A ideia era a seguinte: poderemos montar uma experiência para observar efeitos de interferência quântica entre estes dois estados? Naquela altura, a reacção que obtive da maioria das pessoas ligadas às medições quânticas foi a de que essa experiência não faria sentido já que era dado como certo e sabido que, a partir do momento em que se atinge o nível macroscópico, a descoerência vai aniquilar qualquer efeito quântico. Tivemos de lutar duramente contra estas objecções e fizemos uma série de artigos muito técnicos sobre o assunto nos anos 80. Foi então que surgiu, como que vinda do nada, a computação quântica, algo que não tínhamos previsto. A consequência disto foi que estas experiências que estavam a ser feitas com dificuldade por nunca terem tido um grande apoio financeiro, poderiam agora passar a ser financiadas no âmbito de projectos de computação quântica. Nos últimos cinco anos, um número considerável destas experiências começaram a ser feitas, e o que é irónico é que os investigadores que apareceram nesta área nos anos 1990 queixam-se de que o grau de coerência nos factores quânticos destes SQUIDS é baixo. Mas, nos anos 80, a maior parte dos investigadores não acreditavam de todo nessa possibilidade. É engraçado!

P. - Há uma citação do matemático Arnold que diz que "os únicos cálculos computacionais que vale a pena fazer são aqueles que dão uma resposta surpreendente". Para si qual é o papel das simulações na física?

R. - Basicamente penso que nos permitem testar um bom número de ideias qualitativas e para as quais gostaríamos de saber exactamente até que ponto são boas quantitativamente. No meu domínio de especialização, posso encontrar um bom exemplo no caso do hélio-4 líquido. Houve várias ideias extremamente frutuosas que foram surgindo de pessoas como Landau, Bogoliubov e outros. Alguns investigadores, como o meu colega David Ceperley, da Universidade de Illinois, mostraram que se podiam utilizar técnicas computacionais para obter números, gerar o espectro de hélio-4 e compará-lo com as experiências, por exemplo, da densidade do fluido em função da temperatura, e ver até que ponto é que se obtinha um bom acordo. Penso que se obtiveram resultados muito satisfatórios. E penso também que isto é algo que não poderia ter sido feito analiticamente.

P. - O que pensa da investigação interdisciplinar?

R. - Creio que a interdisciplinaridade é um conceito que tem sido demasiado vendido. Penso que a interdisciplinaridade não é um tipo de "molho" onde se misturam muitos ingredientes e que de alguma maneira o melhoram. Se quisermos tratar um problema que requer o saber específico de um certo número de disciplinas, isso tornar-se-á óbvio. É o que se verifica claramente no domínio dos supercondutores a altas temperaturas. A partir do momento em que estes materiais apareceram, verificou-se que eram precisos físicos, químicos, cientistas de materiais, etc., todos em colaboração, e isso foi o que aconteceu. A interdisciplinaridade surgiu como uma consequência natural e esta é a forma correcta para

as coisas acontecerem. Pensem num problema. Será preciso uma abordagem interdisciplinar para o resolver? Então devem procurar-se as pessoas certas para o fazer. Não vale a pena ser interdisciplinar só por ser! Não faz sentido!

P. - Existem muitos físicos a trabalhar fora das tradicionais áreas da física (em biologia, economia e ciências sociais). O que pensa disto?

R. - Certamente é algo que vale a pena fazer, mas... Se alguém vem, por exemplo, da área da mecânica estatística, tenta encontrar no domínio da biologia um problema que parece resolúvel com o tipo de técnicas utilizadas em mecânica estatística. Ótimo, resolve-se o problema, publicam-se vários artigos sobre o assunto, e depois descobre-se que os biólogos não estão interessados naquele trabalho. Não é um problema importante. Portanto, creio que é necessário, para alguém que queira entrar num novo ramo da ciência, falar com os investigadores que estão nessa área há já alguns anos, e tentar perceber quais são os problemas mais significativos.

Provavelmente, não serão os problemas para os quais se poderão utilizar os métodos habituais da física. No entanto, pode ser que se tenha algum tipo de conhecimento de base, que nos permita olhar para estes problemas de uma forma diferente.

P. - Do seu ponto de vista, quais são as grandes áreas da investigação científica hoje em dia?

R. - Em física, penso que a cosmologia, é claramente, e sempre foi, uma área de fronteira fascinante. Também diria que em algumas áreas da física das partículas se está mais ou menos por definição nas fronteiras daquilo que se sabe. Mas também devo referir a teoria da matéria condensada. Creio que na área da física a baixas temperaturas ou na física da matéria condensada, os desafios são um pouco diferentes, e estão relacionados com a descoberta de novos tipos de fases organizadas. Fomos muitas vezes bem sucedidos ao fazê-lo. É verdade que ninguém previu o hélio superfluido, ninguém previu o efeito de Hall quântico. No entanto, previu-se o hélio-3 superfluido, pelo menos até certo ponto. Mas creio que não houve nada de tão qualitativamente novo e que tivesse sido previsto com tanta antecedência como o *laser*.

O *laser* foi uma previsão espectacular de algo que ninguém tinha observado na Natureza. Penso que nunca fomos bem sucedidos em descobrir o que quer que fosse aos apalhões, tropeçando no escuro. Penso que o desafio será tentar pensar onde se poderão descobrir novos tipos de comportamento. Tenho a certeza de que se encontram por aí, algures... Isto no que diz respeito à física. Fora da física, é claro que há muitas áreas, biologia, psicologia... Vejo com particular interesse os estudos do cérebro que tentam, de certo modo, unificar princípios físicos e biológicos. Escusado será dizer que estes estudos podem ter uma importância enorme no nosso dia-a-dia. É uma área científica de extrema importância.

P - Diz-se frequentemente que a *Biologia é a ciência do futuro...*

R - Eu diria que a nossa compreensão do funcionamento do cérebro actualmente não é certamente melhor, é, na verdade provavelmente pior, do que foi a nossa compreensão da matéria a nível atómico no final do século XIX. Portanto, parece-me perfeitamente concebível que o século XXI traga a esse domínio o mesmo tipo de revolução a que assistimos na Física do século XX. E o desafio é, no mínimo tão grande. Na verdade, acrescentaria ainda algo que talvez vos vá chocar: penso que não será nenhuma desonra para os físicos estudar o que chamamos fenómenos paranormais. Associados a estes fenómenos há uma variedade de coisas que vão desde as experiências onde se tentam adivinhar as cartas até às especulações sobre a vida para além da morte. É óbvio que em muitas destas actividades há grande charlatanismo, ilusões pessoais, mas isso não quer dizer que não haja nada por trás. Devemos recordar que, no século XV, havia muitos trabalhos em alquimia. A maior parte era um disparate, mas por detrás de alguns deles revelou-se o coração do que é hoje a Química. Não considero por isso inconcebível que alguns dos fenómenos que hoje tratamos como ficção, completamente paranormais, revelem uma verdadeira base científica. Em particular, os fenómenos que excluímos não por causa do primeiro princípio da termodinâmica mas por causa do segundo princípio.

P - Numa entrevista recente, de Gennes também se mostrou apaixonado pela área das *neurociências*.

R - Creio que é quase única porque combina uma extrema e imediata relevância humana com um grande e importante desafio científico.

P - Na última década, na Europa, os interesses dos estudantes têm-se afastado das *ciências duras*, e em particular da física. Considera que este afastamento é um problema? É assim nos EUA?

R - Sim, temos seguramente problemas semelhantes nos EUA. Eu diria que na Universidade de Illinois, metade dos alunos acaba com notas muito fracas. Uma grande parte destes alunos usa a física como uma via para obter um diploma em ciências de computadores. Pessoalmente, eu não me sinto tão preocupado como alguns dos meus colegas, porque de certo modo penso que é preferível ter uma comunidade de físicos pequena, mas onde todos se sintam motivados, do que ter uma grande comunidade onde a grande maioria não está motivada e não é muito boa. Por isso, não me sinto tão desiludido como alguns dos meus colegas. Se olharmos para isto de um ponto de vista puramente material, então claro, se não há estudantes, não há financiamento para a investigação. Mas, mesmo assim, tal não é bem verdade, porque a maior parte do nosso financiamento não vem do Estado.

P - Há um provérbio chinês que diz: "Se ouvires, esquecerás; se vês, lembrar-te-ás; se fizeres, compreenderás". Na investigação, faz-se, seguramente. Neste contexto, qual deve ser o papel do ensino?

R - É claro que, pelo menos a um nível superior, o ensino não pode substituir a investigação feita pelo aluno. Diria que o papel do ensino é simplesmente abrir os olhos para um conjunto diferente de questões.

Pessoalmente, quando comecei o meu percurso em Oxford, a ideia de que um aluno tinha de ser exposto a aulas de física era ainda recente. Na verdade, penso que frequentei o primeiro ano em que tivemos de fazer exames escritos. Havia disciplinas antes, mas nunca tinha havido exames, ou eram opcionais. A julgar pelo que se seguiu, não tenho a certeza de que tenha sido boa ideia introduzir exames. O problema, particularmente em Inglaterra, era que, se não se fizessem exames, os estudantes sentar-se-iam num canto, concentrando-se apenas na sua área muito específica durante três ou quatro anos, não fazendo nada para além disso. No contexto inglês, as disciplinas, as aulas e o esforço para passar os exames têm de facto um papel importante. Nos EUA esse sistema irá certamente acabar por chegar. Talvez não faça mal expor os alunos a isso. No final o diploma do Ensino Superior tem de passar por uma tese final.

P - À medida que a ciência se torna cada vez mais especializada, é difícil para os alunos obterem uma compreensão razoável de uma investigação específica antes de saírem da universidade. Qual será a melhor preparação para os futuros cientistas? Ainda uma educação mais generalista (*ciência e arte*), ou uma especialização rápida (*matemática e física*)?

R - Este tem sido o debate nos EUA. Sinto que o sistema actual da América do Norte está essencialmente correcto. Durante a licenciatura, um grande número de pessoas passam 50% do seu tempo a estudar física, e outros 50% a estudar outras coisas: literatura, história, etc.. Creio que não é um mau sistema. No que diz respeito à física, é necessário saber exactamente quão especializado se deve ser. Obviamente quem quiser ter um diploma em física tem que ter um grau de competência decente em assuntos básicos como termodinâmica, mecânica, estatística, electromagnetismo ou mecânica quântica. Mas, depois disso, a questão é mais complicada. A proposta que foi agora aprovada, na Universidade de Illinois, foi a de que os estudantes possam ter um diploma em Física inteiramente à base de disciplinas genéricas formais, sem nunca terem de olhar para a física com profundidade numa área particular. Acho que é uma ideia desastrosa e opus-me a ela quando surgiu. Não interessa que o diploma universitário abranja todos os domínios da física. Mas penso que é importante para os estudantes não fazerem apenas disciplinas básicas e abstractas, cursos sobre mecânica quântica, teoria electromagnética, ou mecânica estatística, mas que possam passar algum tempo pelo menos a tentar aplicar estas ideias numa área específica da física. Eu era partidário da proposta de que deveriam fazer uma disciplina em física das partículas ou em biofísica. Deveriam ter alguma área concreta para aplicar as ideias de base.

P - Se voltasse a 1960, e estivesse a acabar o seu diploma em estudos clássicos em Oxford, voltaria a fazer um curso superior em física?

R - Possivelmente, mas penso que, sabendo o que sei hoje, faria mais facilmente algo em neurociências. Creio verdadeiramente que no século XXI este será considerado o domínio da ciência mais fascinante. A física teve progressos recentes substanciais, mas não será olhada com o mesmo grau de fascínio.

Motive os seus alunos !



Para uma melhor compreensão da Matemática e Ciências

O nosso objectivo é disponibilizar-lhe as melhores ferramentas de forma a permitir que enfrente, com sucesso, os actuais desafios da educação. Trabalhando em conjunto com professores e educadores, a nível mundial, desenvolvemos produtos e serviços que melhoram a motivação e participação dos estudantes. Matemática e Ciências tornar-se-ão mais acessíveis, concretas e interessantes. Hoje, disponibilizamos para professores um rico portfolio de produtos, que vão desde calculadoras gráficas, sensores, ferramentas para sala de aula e serviços de apoio altamente específicos. A nossa oferta integra-se perfeitamente nos requisitos necessários para uma melhor compreensão e interactividade da Matemática e Ciências.

Para mais informações, por favor visite: education.ti.com/portugal

 **TEXAS
INSTRUMENTS**

TI Technology - Beyond Numbers

Reactor de fusão nuclear vai ser construído em França

Prémios da Sociedade Europeia de Física

Estudante holandês descobre manuscrito de Einstein

União Astronómica Internacional edita guia de regras astronómicas

Sir Joseph Rotblat (1908-2005)

Conferência sobre Matéria Condensada

A revolução do livre acesso

FÍSICA NO MUNDO

REACTOR DE FUSÃO NUCLEAR VAI SER CONSTRUÍDO EM FRANÇA



O Reactor Experimental Termo-nuclear Internacional (ITER, na sigla inglesa) vai ser construído em França. A decisão foi tomada recentemente, em Moscovo, entre os seis membros do consórcio que vai gerir o projecto orçamentado em cerca de 10 mil milhões de euros e que deverá estar concluído dentro de 10 anos. A União Europeia, a Rússia e a China, de um lado, e os Estados Unidos, a Coreia do Sul e o Japão, por outro, chegaram finalmente a acordo, após um longo impasse entre o apoio a Rokkasho-mura, no Japão, e Cadarache, no sul de França.

O projecto ITER, que vai gerar quatro mil postos de trabalho, será o maior investimento de cooperação científica internacional a seguir à Estação Espacial Internacional. Os custos deste investimento serão suportados pela União Europeia, através do Programa-Quadro de Investigação, e pelos restantes países participantes.

O ITER produzirá energia com base nos mesmos processos físicos que

PRÉMIOS DA SOCIEDADE EUROPEIA DE FÍSICA

O Prémio de Física de Partículas e de Altas Energias 2005, da Sociedade Europeia de Física, foi atribuído ao alemão Heinrich Wahl durante uma Conferência Internacional de Física que decorreu em Lisboa, em Julho passado.

Heinrich Wahl foi laureado pelas suas experiências na área da força nuclear fraca, especificamente o estudo da assimetria entre a matéria e a anti-matéria.

O Prémio para Jovem Físico galardou o cientista francês Mathieu de Naurois, e a Medalha Gribov foi atribuída a Matias Zaldarriaga, ambos por trabalhos de investigação na área da astronomia.

O Prémio de Divulgação Científica laureou David Barney e Peter Kalmus pela investigação na área da física de partículas e sua divulgação junto do público.

ocorrem no interior do Sol e de outras estrelas. Terá como objectivo criar condições para a fusão de núcleos de átomos leves (deutério e trítio) originando átomos de hélio, mais pesados. Neste processo é libertada uma elevada quantidade de energia.

Usado na bomba de hidrogénio na década de 1950, este fenómeno será agora utilizado com fins pacíficos para construir a primeira central de produção de energia por fusão nuclear.

Há mais de 40 anos que Cadarache possui um centro de investigação de energia nuclear, local agora escolhido para instalar o ITER. Considerado um dos maiores centros de investigação civil na área da energia nuclear na Europa, Cadarache localiza-se a 70 quilómetros de Marselha, num espaço com 1600 hectares, rodeado de vegetação.

A delegação da União Europeia integra o físico português Carlos Varandas, membro da direcção do Acordo Europeu de Desenvolvimento de Fusão, cujo objectivo principal é participar na elaboração do projecto final deste reactor experimental de fusão.

Quem quiser saber mais sobre este assunto, poderá consultar os sítios <http://www.educacao.te.pt>, que disponibiliza um *dossier* sobre fusão nuclear, <http://www.cfn.ist.utl.pt>, do Centro de Fusão Nuclear, ou o próprio sítio do ITER, <http://www.iter.org>.

Fotografias de alta resolução deste manuscrito de 16 páginas e a descrição da descoberta do estudante podem ser consultadas na Internet no sítio do Instituto Lorentz em <http://www.lorentz.leidenuniv.nl>.

A condensação de Bose-Einstein ocorre quando um gás é arrefecido a temperaturas de cerca de - 273 graus Celsius, o que faz com que os átomos retenham a menor quantidade possível de energia e se comportem de forma ordenada, até se aglutinarem num objecto denso que actua com uma única partícula. Um fenómeno parecido com o que acontece com as borras do café quando a chávena arrefece.

Em 1995, os norte-americanos Eric A. Cornell e Carl E. Weiman e o alemão Wolfgang Ketterle conseguiram reproduzir e observar o fenómeno com rubídio gasoso, o que lhes valeu o prémio Nobel da Física em 2001.

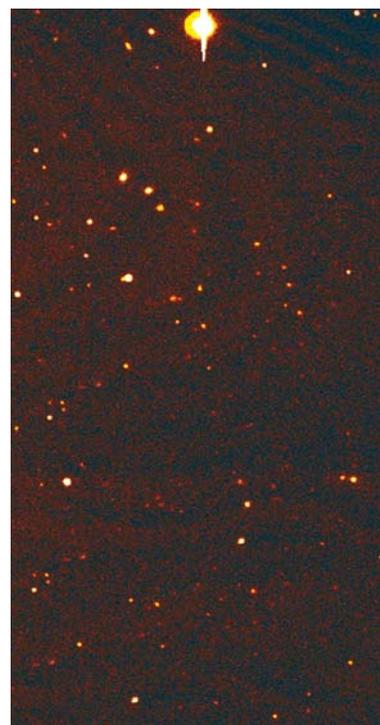
ESTUDANTE HOLANDÊS DESCOBRE MANUSCRITO DE EINSTEIN

Um estudante de mestrado, Rowdy Boeyink, encontrou nos arquivos da Universidade de Leiden, Holanda, um manuscrito esquecido de Albert Einstein com alto valor científico e histórico. O documento, escrito em alemão e datado de Dezembro de 1924, apresenta um dos últimos êxitos da carreira do físico: a previsão teórica de um estado da matéria então ignorado e descoberto 70 anos mais tarde, o condensado de Bose-Einstein.

O manuscrito, que contém numerosas notas pessoais e sublinhados do autor, corresponde ao artigo "Teoria quântica do gás ideal monoatômico", publicado em Janeiro de 1925, em Berlim, e está incluído numa série de documentos legados à universidade pelo físico Paul Ehrenfest.

UNIÃO ASTRONÓMICA INTERNACIONAL EDITA GUIA DE REGRAS ASTRONÓMICAS

Depois do anúncio recente da descoberta de um décimo planeta do sistema solar, a União Astronómica Internacional (UAI) quer, de uma vez por todas, definir o que é um planeta.



A intenção surgiu depois da descoberta de 2003 UB313, que se estima que tenha um diâmetro equivalente a 1,5 vezes o de Plutão. A descoberta do 2003 UB313 serviu de motivação para a UAI, que está há anos a tentar chegar a um consenso sobre as características que identificam um corpo celeste como sendo um planeta. Segundo a revista *Nature*, a UAI deve anunciar em breve as conclusões do grupo que estudou a questão.

Dependente das regras a anunciar está o destino de Plutão, descoberto em 1930. Devido à sua pequena dimensão, à órbita não circular e inclinada em relação aos outros planetas, Plutão é muito atípico, mas manteve sempre o estatuto planetário.

No entanto, se Plutão e 2003 UB313 vierem de facto a ser considerados planetas, também muitos outros objectos celestes podem reclamar esta classificação, entre eles o Sedna, um dos objectos encontrados na Cintura de Kuiper, um local nos confins do sistema solar onde existem muitos corpos estranhos.

A polémica surgiu depois da descoberta, por astrónomos norte-americanos, do que consideraram ser o décimo planeta do sistema solar, maior que Plutão e a 14,5 mil milhões de quilómetros do Sol. Aquando da revelação da descoberta, em Julho passado, Michael Brown, um cientista do Instituto de Tecnologia da Califórnia (Caltech), afirmou que aquele era o primeiro corpo descoberto no sistema solar que é maior que Plutão.

O planeta foi baptizado provisoriamente como 2003-UB313 e foi descoberto em Janeiro através do Telescópio Samuel Oschin, no observatório de Monte Palomar, situado na Califórnia. Ainda de acordo com os astrónomos responsáveis pela descoberta, o 2003-UB313 é um membro típico do cin-

turão de asteróides Kuiper. O novo planeta já tinha sido fotografado no dia 31 de Outubro de 2003, mas estava muito distante e só foi possível determinar o seu movimento através da análise de novas imagens, em Janeiro deste ano.

SIR JOSEPH ROTBLAT (1908-2005)



Faleceu recentemente Sir Joseph Rotblat, físico e vencedor do Prémio Nobel da Paz em 1995, "pelos seus esforços para diminuir o papel das armas nucleares na política internacional e, a longo prazo, para eliminar essas armas".

Joseph Rotblat nasceu em Varsóvia, Polónia, em 1908, e era cidadão britânico desde 1946. Era doutorado em Física pela Universidade de Varsóvia, e possuía vários graus de universidades inglesas. Quando rebentou a II Grande Guerra, Joseph Rotblat era director do Instituto de Física Atómica da Universidade Livre da Polónia. Mudou-se então para Inglaterra, e entre 1939 e 1944 trabalhou na bomba atómica na Universidade de Liverpool e em Los Alamos, EUA. Em 1955 assinou o manifesto Russell-Einstein e esteve presente na conferência de imprensa que o tornou público. Mais tarde, em 1959, organizou uma exposição

itinerante sobre a bomba atómica, naquele que foi o primeiro grande esforço para elucidar o público sobre as potencialidades militares e pacíficas da energia nuclear.

Entre 1957 e 1973 foi secretário-geral das Conferências Pugwash sobre Ciência e Relações Internacionais que reuniram académicos e figuras públicas influentes, concentrando-se na redução do perigo de um conflito armado e na busca de soluções internacionais para os problemas globais. Foi co-fundador e membro da direcção do Instituto Internacional de Investigação para a Paz de Estocolmo e desempenhou dezenas de outros cargos públicos, tendo inclusive sido membro da direcção da Organização Mundial de Saúde, responsável pela elaboração de relatórios sobre os efeitos da guerra nuclear na saúde. Foi autor de mais de 200 publicações, incluindo 20 livros.

CONFERÊNCIA SOBRE MATÉRIA CONDENSADA

Vai realizar-se em Dresden, Alemanha, a 21.ª Conferência do Departamento de Matéria Condensada da Sociedade Europeia de Física, em conjunto com o encontro de Primavera do departamento homólogo da Sociedade Alemã de Física. A conferência decorrerá de 26 a 31 de Março de 2006 e irá abranger todas as áreas da física da matéria condensada.

Toda a informação sobre esta reunião está disponível no sítio <http://www.cmd21.org>.

A REVOLUÇÃO DO LIVRE ACESSO

Ken Peach
Director do Departamento de Física
de Partículas
Rutherford Appleton Laboratory

k.j.peach@rl.ac.uk

Está em curso uma revolução silenciosa que irá alterar o modo de publicar e aceder ao conhecimento científico. O livre acesso, possibilitado pelas novas tecnologias, trará benefícios enormes ao proporcionar o acesso sem custos resultantes da investigação.

Os artigos científicos publicados em jornais e revistas são tradicionalmente pagos através das assinaturas individuais e de bibliotecas, criando barreiras aos que não têm possibilidades económicas para isso. O aumento constante dos custos de produção tradicional de edições em papel é tal que muitas bibliotecas europeias e americanas - inclusive a biblioteca do CERN que é um centro de excelência para investigadores de todo o mundo - são incapazes de oferecer uma cobertura completa de todas as publicações.

Em 2003, a Declaração de Berlim sobre o livre acesso ao conhecimento das ciências e das humanidades foi apresentada numa reunião promovida pela Sociedade Max Planck. Seis meses depois, em Maio de 2004, numa reunião do CERN, foram tomadas as primeiras medidas com vista à aplicação prática da Declaração, com a sua assinatura e reconhecimento por 61 instituições de todo o mundo.

Um pré-requisito óbvio para que o livre acesso seja concretizado, é que as instituições solicitem aos seus investigadores a cedência de cópias de todos os seus trabalhos publicados em papel. A Biblioteca do Central Laboratory of the Research Councils, no Reino Unido, patrocinou um projecto - ePubs - cujo objectivo é conseguir colocar em

livre acesso todas as investigações feitas no seu seio, desde papers de conferências a artigos científicos, relatórios técnicos, teses ou livros (no *CERN Courier* Maio 2005, p. 44).

Um estudo de viabilidade, feito entre Janeiro e Março de 2003, mostrou qual era o investimento necessário para introduzir este serviço nas instituições. A informação, recuando a meados dos anos 60, pode ser recuperada através do uso de motores de busca, *browsers*, que incluem ano, autor e título. Além disso, o ePubs está indexado aos motores de busca *Google* e *Google Scholar*. O conteúdo científico do ePubs levou mesmo a Thomson ISI a classificá-lo como uma ferramenta de excelência.

O passo seguinte é encorajar os investigadores - respeitando, obviamente, a sua liberdade académica - a publicar os seus artigos em revistas de livre acesso. Nos últimos anos, são vários os exemplos de publicações deste género, infelizmente, nenhuma delas com grandes perspectivas de futuro. Muitas delas são patrocinadas por uma instituição de I&D ou por outros títulos pertencentes ao novo editor, ou então conseguem patrocínios pontuais que não resistem por muito tempo.

As edições científicas têm custos, e continuarão a tê-los, actualmente suportados por bibliotecas académicas através de assinaturas. Passando para um regime de livre acesso, esses custos terão uma redução drástica para toda a comunidade académica. Os custos de publicação passarão a ser considerados no orçamento da investigação e terão que ser previstos desde o seu planeamento inicial. Contudo, estas mudanças só deverão ser efectuadas depois de acautelado um sistema de revisão dos trabalhos que garanta o conteúdo científico, a sua qualidade e a sua integridade. Exceptuando os casos da Biologia e

da Medicina, a poucas publicações de livre acesso é reconhecida a mesma credibilidade que têm as publicações tradicionais em papel. A situação é mais particular quando há relação directa entre os fundos de investigação e a relevância das publicações onde os trabalhos são publicados. Contudo, correndo o risco e publicando trabalhos importantes em novas publicações de livre acesso, essa relação poderá vir a ser reduzida.

O exemplo do *Journal of High Energy Physics* (JHEP) é paradigmático. Esta publicação, relativamente nova, foi lançada pela *International School for Advanced Studies* (SISSA), de Trieste, em 1997. Actualmente, alguns estudos já lhe conferem um estatuto semelhante ao da *Physical Review Letters* na publicação de artigos. O JHEP foi lançado prematuramente, antes do tempo, devido à falta de apoio financeiro para se tornar numa publicação de assinatura. Apesar disso, como o apoio de alguns dos mais importantes laboratórios de Física, poderá ser possível o seu relançamento no mundo do livre acesso.

A mudança depende de cada um de nós. A Física de partículas não pode mudar o mundo sozinha, mas uma posição unida de todos os nossos autores e elementos das direcções editoriais, criará as sinergias necessárias para que noutras áreas se siga na mesma direcção.

Para saber mais acerca da Declaração de Berlim:

www.zim.mpg.de/openaccess-berlin/berlindeclaration.html.

Tradução de P. A. Almeida do texto publicado no *Cern Courier*

<http://www.cerncourier.com/main/article/45/5/31>

O Terramoto de 1755: Impactos Históricos

Aniversários do Ciência Viva

Gustavo Castelo - Branco homenageado

Reabriu Planetário Calouste Gulbenkian

Conferência sobre dieléctricos

Conferência sobre Positrão e Positrónio

Aluno de física de Aveiro distinguido pela Fundação da Juventude

Teresa Lago no Conselho Europeu de Investigação

Biblioteca de Ciência *online*

Estudantes portugueses participam em voo sem gravidade

Investidores portugueses querem central nuclear

FÍSICA EM PORTUGAL

O TERRAMOTO DE 1755: IMPACTOS HISTÓRICOS



O Departamento de História do Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa (ISCTE) e o Instituto de Ciências Sociais (ICS) da Universidade de Lisboa organizam um Colóquio Internacional dedicado ao tema "O Terramoto de 1755: Impactos Históricos", que decorrerá em Lisboa, de 3 a 5 de Novembro de 2005.

Este Colóquio celebra os 250 anos do grande Terramoto de Lisboa de 1755, um dos acontecimentos mais marcantes da História de Portugal e da Europa

Entre os participantes contam-se cerca de 70 reputados especialistas de diversos países. Além de 15 painéis temáticos, está ainda previsto um conjunto de conferências a cargo dos Professores Bronislaw Baczkó (Universidade de Genebra), Stephen Tobriner (Universidade de Berkeley, Califórnia), Michel Delon (Universidade de Paris-IV) e José Augusto França (Universidade Nova de Lisboa).

Para mais informações consultar <http://www.terramoto1755.org>

ANIVERSÁRIOS DO CIÊNCIA VIVA

O Pavilhão do Conhecimento comemorou 6 anos de existência, em Julho passado com sessões de culinária em fornos solares, a representação pelo grupo A Barraca da peça de Rómulo de Carvalho "História Breve da Lua", e um bolo de aniversário que era, ele próprio, um módulo científico recheado de surpresas.

O Pavilhão do Conhecimento - Ciência Viva desenvolve acções de promoção da cultura científica e tecnológica junto da população portuguesa, sendo o pólo dinamizador de uma rede de Centros Ciência Viva. Desde a sua abertura ao público, em Julho de 1999, o Pavilhão do Conhecimento - Ciência Viva tem mantido exposições interactivas de ciência e tecnologia, provenientes de vários centros de ciência do mundo, com uma afluência de público que tem rondado uma média de 800 visitantes por dia.

De acordo com Rosália Vargas, directora da Agência Nacional para a Promoção da Cultura Científica e Tecnológica-Ciência Viva, o maior projecto do Pavilhão será construir exposições totalmente produzidas em Portugal, as quais possam depois ser apresentadas noutros países. Para 2007 está a ser preparada uma grande exposição sobre o jogo e toda a ciência com ele relacionada.

Também a Fábrica Centro Ciência Viva de Aveiro comemorou em Julho o seu primeiro aniversário. Durante o primeiro ano de actividade, a Fábrica recebeu cerca de 30 mil visitantes, maioritariamente jovens em idade escolar. Aquele espaço integra a rede de centros Ciência Viva e conta com exposições temporárias, cinema 3D e áreas laboratoriais, entre outras.

GUSTAVO CASTELO - BRANCO HOMENAGEADO

O físico português Gustavo Castelo-Branco foi recentemente homenageado no Instituto Superior Técnico, onde lecciona. A cerimónia contou com a presença do ministro

da Ciência, Mariano Gago, e realizou-se durante a conferência "CP violation and the flavour puzzle", que reuniu em Lisboa cerca de 70 cientistas portugueses e estrangeiros.

Gustavo Castelo-Branco é um dos especialistas mundiais em "violação de CP", um dos conceitos-chave do modelo teórico explicativo do mundo sub-atómico e do próprio Universo, e foi em Portugal um dos investigadores pioneiros na área da física de partículas.

REABRIU PLANETÁRIO CALOUSTE GULBENKIAN



O Planetário Calouste Gulbenkian reabriu ao público no passado dia 20 de Julho, data em que comemorou 40 anos de existência, passando a integrar a rede de Centros Ciência Viva.

Depois de um ano de encerramento para obras, o Planetário abriu com o auditório completamente remodelado e um novo sistema de projecção que agora ocupa o centro da sala onde são feitas as apresentações sobre o Universo e que permite uma nova maneira de ver o céu. Para além desta projecção em tempo real, estão ainda disponíveis mais 29 projectores com apresentações gravadas, que revelam segredos da astronomia. As actividades vão incluir 12 programas diferentes, um para cada mês, e sessões especiais para escolas.

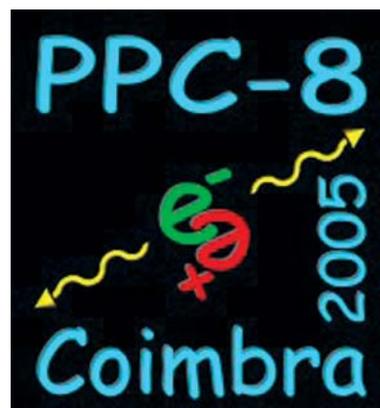
CONFERÊNCIA SOBRE DIELÉCTRICOS

O Laboratório de Partículas e Física Experimental da Universidade de Coimbra acolheu uma reunião de investigadores, nacionais e estrangeiros, na 15.^a Conferência Internacional

de Líquidos Dielétricos. O encontro contou com 125 comunicações provenientes de 26 países, entre os quais Estados Unidos, Canadá, Japão, China, França, Alemanha, Suíça, Noruega, Suécia, Rússia e Reino Unido.

Entre os principais tópicos abordados destacam-se aspectos de hidroelectrodinâmica, aplicação dos líquidos isoladores em equipamento para alta tensão, métodos de diagnóstico e monitorização de fenómenos de envelhecimento e de avaria que lhes estão associados, e a caracterização e modelização dos vários tipos de descarga que podem ocorrer naquele tipo de líquidos.

CONFERÊNCIA SOBRE POSITRÃO E POSITRÓNIO



No Departamento de Física da Universidade de Coimbra realizou-se, de 4 a 9 de Setembro, a 8th International Workshop on Positron and Positronium Chemistry, PPC-8 que contou com a presença de 90 participantes de 27 países, incluindo Estados Unidos, Rússia, China, Japão, Suécia, Alemanha, Reino Unido e Brasil.

O programa da Workshop incluiu os diferentes aspectos físicos e químicos, fundamentais e aplicados, do comportamento do positrão e do positrónio em materiais sólidos (metais, semicondutores e dielétricos), líquidos e gasosos. Polímeros e nanomateriais mereceram igualmente particular atenção. Um Simpósio sobre aplicações médicas dos positrões, com especial incidência em PET, foi também incluído na Workshop.

ALUNO DE FÍSICA DE AVEIRO DISTINGUIDO PELA FUNDAÇÃO DA JUVENTUDE

Alexandre Lopes foi recentemente distinguido pela Fundação da Juventude pela autoria de um projecto em que conseguiu reduzir o tamanho e os custos de um sistema holográfico. Ao jornal *Público*, Alexandre Lopes contou a sua experiência: "Comprei um *laser* no bazar chinês, arranjei uma caixa de sapatos e uma lente da escola", afirmou, salientando que a parte mais dispendiosa do processo diz respeito à revelação. "Como não há soluções no mercado, é preciso preparar com reagentes". À parte esse pormenor, este é um sistema quase a custo zero. O jovem estudante levou já a sua invenção a um concurso que se realizou em Moscovo, em Setembro.

Quanto ao seu futuro, Alexandre Lopes pretende seguir física ou engenharia física e já começou a montar um laboratório em casa. "A física está na base de tudo e como físico quero seguir o ramo de investigação, que tem repercussões noutras áreas", afirmou ainda ao mesmo jornal.

TERESA LAGO NO CONSELHO EUROPEU DE INVESTIGAÇÃO

A astrofísica Teresa Lago foi escolhida para integrar o comité científico do Conselho Europeu de Investigação, um novo órgão de peritos que definirá as políticas estratégicas de inovação da União Europeia. O conselho é formado por 22 cientistas convidados, entre os quais, Paul Crutzen, prémio Nobel da Química em 1995, Manuel Castells, professor da Universidade da Catalunha e do Instituto de Tecnologia de Massachussets, Fotis Kafatos, até há pouco tempo director do Laboratório Europeu de Biologia Molecular, e Michal Kleiber, ministro da Ciência da Polónia.

Este conselho científico, que começará a funcionar ainda este ano, terá

como missão principal definir as áreas estratégicas do VII Programa-Quadro de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico (2007-2013), bem como analisar e seleccionar os projectos a apoiar.

BIBLIOTECA DE CIÊNCIA ONLINE



O Cienciapt.NET (www.cienciapt.net), o portal de informação da Ciência, Tecnologia e Inovação em português, já tem disponível um novo serviço, o *ScienceLibrary* - a Biblioteca da Ciência *on-line* em português (www.cienciapt.net/sciencelibrary).

O Cienciapt.NET estabeleceu uma parceria com a *Amazon*, disponibilizando assim de forma permanente e actualizada os mais de 200 000 livros de Ciência, Tecnologia e Inovação disponíveis naquele espaço virtual.

Os visitantes podem ainda consultar uma série de sugestões, de forma organizada pela área ou temática científica, de novas edições, livros, publicações e outra documentação científica e técnica.

ESTUDANTES PORTUGUESES PARTICIPAM EM VOO SEM GRAVIDADE

Um grupo de estudantes portugueses - da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e do Instituto Superior Técnico - participou em França num voo que cria a sensação de ausência de gravidade e durante o qual se realizou uma experiência inédita na área da mecânica de fluidos. Todos os anos o departamento de educação da Agência Espacial Europeia selecciona 120 alunos de universidades europeias para a realização de experiências num ambiente de ausência de peso, sensação muito

parecida com a que os astronautas experimentam nas suas missões.

O efeito de ausência de gravidade a bordo de um avião - o Airbus A300-ZERO G - é conseguido através de um voo parabólico, realizado entre os cinco mil e os oito mil metros, e consiste em desligar quase completamente os motores do avião, passando este a descrever uma parábola nos céus até os motores retomarem o seu normal funcionamento.

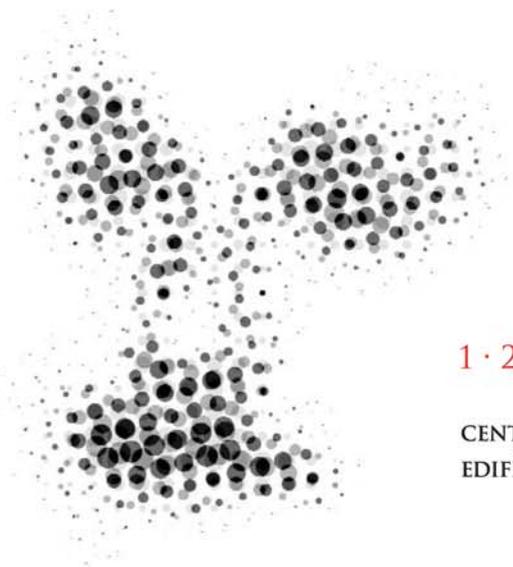
O Airbus A300-Zero G é um avião adaptado especificamente para estas experiências, sendo o seu interior acolchoado e sem cadeiras.

INVESTIDORES PORTUGUESES QUEREM CENTRAL NUCLEAR

Um grupo de investidores portugueses, liderado pelo empresário Patrick Monteiro de Barros, vai apresentar ao Governo uma proposta de construção de uma central nuclear em Portugal, um investimento que poderá rondar os três mil milhões de euros, mas que deverá ser suportado por fundos exclusivamente privados. Com esta proposta, os defensores do projecto pretendem reduzir a dependência energética de Portugal em relação ao exterior, contribuindo para a riqueza nacional, e cumprir os compromissos de Quioto no que diz respeito à redução de emissões de gases para a atmosfera.

Segundo adiantou o jornal *Público*, a central corresponderá à tecnologia conhecida pela sigla EPR - *European Pressurized Water Reactor*, considerada pela indústria nuclear como a mais eficiente, económica e segura. A construção deverá demorar cerca de 5 anos e o seu tempo de vida será de 60 anos.

FÍSICA 2005 - FÍSICA PARA O SÉC. XXI



PROGRAMA

PALESTRAS

Serge Haroche Mecânica Quântica
ESCOLA NORMAL SUPERIOR DE PARIS

Giovanni Amelino-Camelia Gravitação
UNIVERSIDADE DE ROMA - LA SAPIENZA

Margarida Tello da Gama Física Estatística
UNIVERSIDADE DE LISBOA

Anton Zeilinger Informação Quântica
UNIVERSIDADE DE VIENA

SEMINÁRIOS

Filipe Duarte Santos Alterações Climáticas
UNIVERSIDADE DE LISBOA

Eduardo Ducla Soares Física Médica
UNIVERSIDADE DE LISBOA

Gustavo Castelo Branco Física das Partículas
UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

Carlos Varandas Energia Nuclear – Uma Opção?
UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA

DEBATE “A Percepção Pública da Física”

POSTERS (0,90 x 1,20) m²

EXPOSIÇÃO Projecto Faraday

APRESENTAÇÃO DO LIVRO Hubble

VIDEOTRANSMISSÃO DE CONFERÊNCIA

Inscrição

ATÉ 31 DE OUTUBRO DE 2005

Sócios da SPF 25 euros

Não sócios da SPF 40 euros

Estudantes (Licenciatura) Gratuita

A PARTIR DE 1 DE NOVEMBRO DE 2005

Os valores anteriores são acrescidos em 50%.

Estudantes (Licenciatura) Regime normal

Informações

WEB <http://fisica2005.fc.up.pt>

E-MAIL isabel.alves@fc.up.pt; spf@fc.up.pt

TEL. +351 226 082 729 / 662

FAX +351 226 082 706

Secretariado

Isabel Alves / Florbela Martins

SPF - Delegação Regional do Norte

Rua do Campo Alegre, 687

4169-007 Porto

1 · 2 · 3 - DEZEMBRO - 2005

CENTRO DE CONGRESSOS E EXPOSIÇÕES
EDIFÍCIO DA ALFÂNDEGA - PORTO

PROGRAMA

A recepção será no dia 1 de Dezembro, no foyer do 1º piso.
Todas as palestras serão na sala do Arquivo (2º andar).
As exposições de posters são nos foyers, 1º e 2º piso.

Quinta-feira, 1 Dezembro de 2005

14:00 Recepção
Videotransmissão da conferência
“Beyond Einstein” [directamente do CERN]
Apresentação do livro ‘Hubble’ [pelo autor]
Assembleia Geral da SPF

Sexta-feira, 2 Dezembro de 2005

08:00 – 09:00 Recepção
09:00 – 09:30 Abertura
09:30 – 10:30 Palestra 1
10:30 – 11:00 [intervalo]
11:00 – 12:00 Palestra 2

14:00 – 16:00 Posters/Faraday
16:00 – 16:30 Seminário 1
16:30 – 17:00 Seminário 2
17:00 – 17:30 [intervalo]
17:30 – 18:00 Seminário 3
18:00 – 18:30 Seminário 4
18:30 – 19:00 Seminário 5
20:00 [jantar]

Sábado, 3 Dezembro de 2005

09:30 – 10:30 Palestra 3
10:30 – 11:30 Palestra 4
11:30 – 13:00 Posters/Faraday

15:00 – 16:00 Palestra 5
16:00 – 17:45 Debate
17:45 – 18:30 [intervalo]
18:30 Sessão de encerramento

Mais informações:

<http://fisica2005.fc.up.pt>



COMO TRANSFORMAR UMA CAIXINHA DE FILMES NUM FOGUETÃO?

Sai em Novembro de 2005 mais um livro, o quarto, da série “Ciência a Brincar”. A *Gazeta* antecipa uma das experiências aí propostas.

A PROPÓSITO DO EXAME NACIONAL DE FÍSICA DE 2005-1ª FASE

O processo de elaboração de exames nacionais é uma tarefa exigente que pressupõe uma criteriosa formulação das questões de modo a evitar a proliferação de diferentes interpretações de uma determinada questão.

ENSINO DA FÍSICA

COMO TRANSFORMAR UMA CAIXINHA DE FILMES NUM FOGUETÃO?

Material

Caixinha de filmes e comprimidos de Alka-Seltzer.

Constrói um foguetão

Vais precisar de uma pequena caixa vazia de rolo fotográfico. Se não tiveres uma, podes pedir meia dúzia delas em qualquer loja de fotografia. É grátis, porque as pessoas deitam-nas fora quando usam os rolos. Também vais precisar de Alka-Seltzer, que são comprimidos para as más disposições. Se não houver em tua casa pede aos teus pais ou irmãos mais velhos que os comprem numa farmácia. Muito cuidado: os medicamentos são perigosos se tomados sem receita médica!



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

Primeiro abre a caixinha e comprova que a podes fechar muito bem com a respectiva tampa. Repararás que é necessário exercer uma certa força para a fechar, mas é importante que aprendas a fechá-la bem e rapidamente. O mais simples é pões a caixinha, com a abertura para cima, sobre uma mesa baixa e empurrar a tampa com a palma da mão. Tira agora um comprimido de Alka-Seltzer da embalagem e põe-no em cima da mesa. Vais agora fazer a experiência com a ajuda de um adulto: deita um pouquinho de água dentro da caixinha, mais ou menos o correspondente a um centímetro de altura.

Depois, põe a caixa em cima da mesa. Até aqui não há pressa nenhuma. Mas já vai ser preciso pressa. Agora, põe um comprimido dentro da caixa, fecha-a bem, vira-a ao contrário (de maneira a que a tampa fique em cima da mesa) e afasta-te da mesa. Não é preciso correres para longe, mas é importante não teres a cara em cima da caixa. Esta, em poucos segundos, vai voar como um foguetão!

O resto vai depender da tua imaginação. Há muitas coisas que podes fazer. É uma boa ideia tentares que o foguetão vá o mais alto ou o mais longe possível. Se queres que vá mais longe, tens que estudar a influência da inclinação da mesa. Para começares, podes fazê-lo voar o mais alto possível a partir do tampo horizontal de uma mesa. O que podes modificar antes de cada voo? O mais simples é a quantidade de água e de Alka-Seltzer. Para medires a quantidade de água, o ideal seria teres à tua disposição uma pequena seringa (de plástico) e introduzires primeiro, por exemplo, 5 mililitros (5 centímetros cúbicos ou meio centilitro) de água. Podes também pôr a mesma quantidade de água e introduzir meia pastilha ou mesmo só um quarto. Os resultados vão surpreender-te.



Há outras caixinhas que podem ser utilizadas. Podes mesmo construir um pequeno pára-quadras, a partir de um quadrado de celofane e fixá-lo à tampa da caixinha. Poisa o pára-quadras no cimo da caixinha depois de a teres fechado. Tens que actuar rapidamente. Verás que o foguetão primeiro sobe e depois desce em pára-quadras. Podes também fazer uma torre de lançamento, com um rolo de cartão do papel higiénico.

Pinta o teu foguetão a teu gosto, inspirando-te por exemplo no foguetão que levou o Tintin à Lua. O teu foguetão não funciona exactamente como os verdadeiros, pois o combustível é todo utilizado à partida. Mas o princípio é o mesmo. O foguetão de Tintin também não funcionava como os foguetões modernos!

retirado de

Ciência a Brincar 4: descobre o céu

Editorial Bizâncio e Sociedade Portuguesa de Física

Constança Providência (cp@teor.fis.uc.pt)

Nuno Crato (ncrato@iseg.utl.pt)

Manuel Paiva (mpaiva@ulb.ac.be)

Carlos Fiolhais (tcarlos@teor.fis.uc.pt)

A PROPÓSITO DO EXAME NACIONAL DE FÍSICA DE 2005-1ª FASE

O processo de elaboração de exames nacionais é uma tarefa exigente que pressupõe uma criteriosa formulação das questões de modo a evitar a proliferação de diferentes interpretações de uma determinada questão.

Esta exigência não nos parece ter sido cumprida na formulação da questão 6 do grupo III do exame nacional de Física do 12º ano, 1ª fase. No texto introdutório do grupo III indica-se o objectivo da experiência (determinação de um coeficiente de atrito estático, μ_e), faz-se uma descrição esquemática do procedimento, indicando-se também o material utilizado. Reproduz-se aqui a figura (Fig. 1) que esquematiza a montagem experimental efectuada. No essencial, o procedimento implica a determinação da massa do conjunto *prato + copo B + solução*, designada por m_B , assim como a determinação da massa do conjunto *placa A + copo C com a solução* $m_A + m_C$, na situação em que o conjunto *placa A + copo C* iniciam o movimento (o copo C não desliza sobre a placa de aço A).

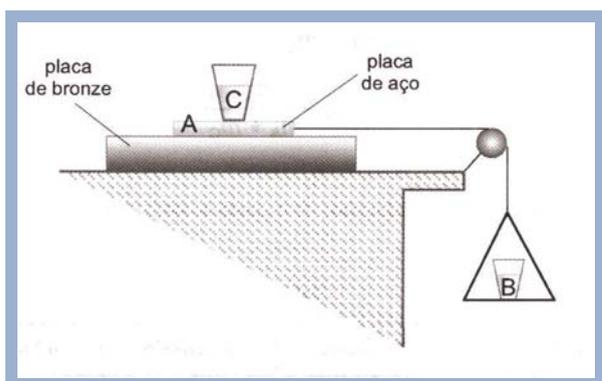


Fig. 1 - Montagem Experimental

A questão 6 é formulada do seguinte modo: "Ao aumentar o volume de líquido em C, a força de atrito estático ainda será a mesma? Fundamente a sua resposta." Esta formulação não é clara porque não se diz se o movimento do sistema está ou não iminente, uma vez que não se fala em força de atrito estático máxima. Também não é referido que o procedimento foi repetido, nomeadamente o passo designado por P3: "Com o conta-gotas, colocou-se a solução no copo B, até o conjunto *placa A + copo C* iniciar o movimento, ..."

Se a única alteração a uma situação prévia for o aumento do volume de líquido em C então a força de atrito estático deverá permanecer constante, já que esta mantém apenas o sistema em equilíbrio, sendo o seu módulo igual ao da tensão no fio. O módulo desta tensão é, por sua vez, igual ao do peso do conjunto *prato + copo B + solução*.

Ao variar-se o volume de líquido em C, foi alterada a massa m_B ? Não é explicitado no enunciado.

Os critérios de correcção do GAVE admitiam apenas a resposta que parte do princípio que a força de atrito estático está com o seu valor máximo, reforçando-se assim a confusão tantas vezes presente nas concepções dos alunos sobre esta força. Numa questão em que os alunos fundamentam a sua resposta não nos parece aceitável tal estreiteza de critérios face à ambiguidade na formulação da questão.

A repetição de um modelo de prova ao longo de muitos anos tende a esgotar o espírito crítico e a criatividade "fossilizando" certas situações-tipo que se repetem com frequência. Esta repetição promove respostas automáticas nos alunos, não avalia o conhecimento de conceitos físicos, e antes conduz a um "desbobinar" de chaves memorizadas para determinadas situações-tipo.

Carlos Portela
Escola Secundária Dr. Joaquim de Carvalho,
Figueira da Foz

carlos_portela@sapo.pt

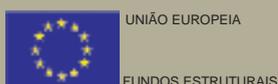
A Secção "Olimpíadas de Física" é dirigida por José António Paixão, Manuel Fiolhais e Fernando Nogueira do Departamento de Física da Universidade de Coimbra, 3004-516 Coimbra.

OLIMPIADAS DE FÍSICA

ETAPA NACIONAL

A etapa nacional das Olimpíadas de Física foi organizada pela Delegação Regional do Sul e Ilhas da SPF, tendo decorrido no Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, nos dias 24 e 25 de Junho. Participaram nesta competição os alunos vencedores das etapas regionais: 30 alunos no escalão B (11º ano de escolaridade) e 9 equipas de 3 alunos no escalão A (9º ano de escolaridade). Durante a realização das provas, que decorreram na parte da manhã do dia 25 de Junho, os professores acompanhantes puderam assistir à palestra "A Nova Sociedade da Informação...Quântica", proferida pelo Doutor Yasser Omar, do Centro de Física dos Plasmas do Instituto Superior Técnico. Na parte da tarde, enquanto decorreu a correcção das provas, foi apresentado a todos os alunos e professores o filme "O Universo Elegante", baseado no livro homónimo de Brian Greene, seguido de comentários pelo Doutor Paulo Crawford, Professor do Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

Os enunciados das provas estão disponíveis para consulta na página das olimpíadas de física: <http://olimpiadas.fis.uc.pt>.



olimpiadas@teor.fis.uc.pt
<http://olimpiadas.fis.uc.pt>

No **escalão A**, sagrou-se vencedora a equipa da Escola Secundária Ferreira Dias, de Cacém, constituída pelos alunos do 9º ano de escolaridade, Catarina de Oliveira Pinho, Mariana Antunes Barros e Raquel Marisa Borges Azevedo. Ficou classificada em 2º lugar a equipa da Esc. Sec. José Estêvão, de Aveiro, de que faziam parte os alunos Tomás Fidélio, André Pereira e Rui Costa. Em 3º lugar ficou classificada a equipa do Externato Cooperativa da Benedita, formada pelos alunos Flávio Monteiro, Luís Crisóstomo e Solange Pereira.



Equipa de estudantes do escalão A durante a prova experimental

No **escalão B**, a medalha de ouro foi atribuída a André Filipe de França, da Esc. Sec. Emídio Navarro, Almada, a medalha de prata a Filipe Miguel Figueiredo Murtinheira, da Esc. Sec. Emídio Navarro, Viseu e a medalha de bronze a Jorge Manuel Santos, da Esc. Sec. Dr. Solano de Abreu, Abrantes. Foram ainda atribuídas menções honrosas aos seguintes alunos, classificados do 4º ao 10º lugar:

- 4º- Leonardo Gonçalves Novo, da Esc. Sec. da Maia.
- 5º- Flávio de Sousa Coelho, do Colégio Luso-Francês, Porto.
- 6º- José Luís Teixeira, da Esc. Sec. Francisco Rodrigues Lobo, Leiria.
- 7º- João Miguel Batista, da Esc. Sec. Carlos Amarante, Braga.
- 8º- Miguel Rogério Figueiredo Nogueira, da Esc. Sec. Acácio Calazans Duarte, Marinha Grande.
- 9º- João Carlos Cardoso da Costa, da Esc. Sec. Carlos Amarante, Braga.
- 10º - João Manuel Gonçalves Caldeira, da Esc. Sec. Emídio Navarro, Almada.

Estes alunos e ainda Marco André Costa Ferreira, da Esc.

Sec. da Trofa, Daniel Henrique Martins, da Esc. Sec. Alfredo da Silva, Barreiro, Ângelo José Di Nillo Hernández, da Esc. Sec. Emídio Navarro, Viseu, Emanuel Homem Ferreira Marques da Costa, da Esc. Sec. de Vouzela e Filipe José Neto Direito, da Esc. Sec. de Valpaços, ficaram pré-seleccionados para uma preparação a decorrer durante o próximo ano lectivo que os poderá levar a representar Portugal na XXXVII Olimpíada Internacional de Física, em Singapura, ou na XI Olimpíada Ibero-Americana de Física, competição que Portugal organizará em Setembro de 2006, na Universidade de Coimbra.

A SPF agradece a todos os que colaboraram na realização da etapa nacional das olimpíadas, em particular aos elementos do júri. Agradece-se ainda o apoio institucional do Departamento de Física da FCUL, do Ministério da Educação, e o patrocínio das editorias Gradiva e Bizâncio e da Texas Instruments, empresas que desde há alguns anos apoiam esta competição.

Medalha de bronze e menção honrosa na Olimpíada Internacional de Física

A equipa de jovens estudantes que representou Portugal na XXXVI Olimpíada Internacional de Física (IPhO-2005) teve uma boa prestação, tendo conquistado uma medalha de bronze e uma menção honrosa. A competição decorreu em Salamanca (Espanha), de 12 a 22 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, na cerimónia de abertura, do Doutor Manuel Fiolhais e do seguinte grupo de professores do ensino secundário: Alice Conceição Pires Campos, Maria Manuela Duarte Pinheiro Vieira, Maria Teresa Branco de Miranda Neiva, Ana Coelho da Silva Miranda, Maria Laura Guimarães Castro Nunes.

A prova teórica consistiu, como vem sendo hábito, em três problemas independentes. No primeiro, pedia-se a análise do movimento de um satélite vítima de uma falsa manobra da estação de comando. Embora envolvendo conceitos de Mecânica que fazem parte do programa do 12º ano, a resolução desta questão pressupunha alguma habilidade matemática no tratamento de cónicas em coordenadas polares.

No segundo problema eram postas várias questões de electromagnetismo tendo por base a explicação do funcionamento de três instrumentos que serviram para a definição dos padrões de grandezas eléctricas no final do século XIX.

Na terceira e última questão, e também a mais difícil, era abordado o problema da quantização de um feixe de neutrões "frios" num campo gravítico. A questão foi inspirada numa experiência realizada em 2002 no Instituto Laue

Langevin, em Grenoble, e cujos resultados foram publicados nas revistas *Nature* e *Physical Review D*. A partir da regra de quantização de Bohr-Sommerfeld para a acção, que era dada no enunciado do problema, pretendia-se a determinação dos níveis de energia dos neutrões num campo gravítico, quando estes são sucessivamente reflectidos entre dois cristais horizontais e paralelos.

Tal como já havia acontecido nas duas últimas edições da IPhO, a prova experimental consistiu numa única experiência cujo objectivo era a determinação da constante de Planck. Esta determinava-se medindo a intensidade da luz emitida pelo filamento de tungsténio de uma pequena lâmpada de incandescência em função da temperatura do filamento. A temperatura obtinha-se a partir da medição da resistência do filamento, usando-se um filtro para seleccionar uma banda estreita de comprimentos de onda.

Apesar de o guião da prova ser mais explícito do que tem sido habitual nesta competição, ela exigia grande destreza experimental do estudante, nomeadamente na medida de resistências de pequeno valor e na manipulação de relações não lineares entre várias grandezas físicas.

Os textos das questões bem como propostas de resolução podem ser consultadas em <http://olimpiadas.fis.uc.pt>.

A equipa portuguesa foi constituída pelos alunos do 12º ano de escolaridade José Diogo Magalhães Rio Fernandes, da Escola Secundária de Gondomar, Eduardo Manuel Dias, da Escola Secundária Domingos Sequeira, Leiria, João Dias Caetano Silva, da Esc. Secundária da Trofa, Pedro Daniel Graça Casau, da Esc. Secundária José Estevão, Aveiro e João Gonçalo Nunes Santiago, da Esc. Secundária Joaquim de Carvalho, Figueira da Foz.



A equipa portuguesa que participou na IPhO-2005: Pedro Casau, Gonçalo Santiago, Diogo Fernandes, Eduardo Dias e João Caetano.

José Diogo Fernandes foi o melhor classificado da equipa portuguesa, tendo obtido uma medalha de bronze com a classificação de 33,4 num máximo de 50 pontos. Eduardo Dias obteve uma menção honrosa com 29,8 pontos. De salientar que Eduardo Dias também representou Portugal na Olimpíada Internacional de Matemática deste ano, onde obteve uma segunda menção honrosa. Para além da medalha e da menção honrosa, destaca-se ainda, na participação portuguesa, o bom desempenho na prova experimental do estudante Pedro Casau. Globalmente, esta foi uma das melhores prestações de Portugal na IPhO.

Os vencedores absolutos da XXXVI IPhO foram um estudante húngaro e um estudante de Taiwan, que ficaram classificados *ex-aequo*.

A organização local, muito eficiente, primou pela calorosa hospitalidade latina, 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 guiadas a Segóvia, Ciudad Rodrigo, e ao parque tecnológico de Valladolid.

Na final da cerimónia de encerramento foi passado o testemunho olímpico ao reitor da Universidade Técnica Nanyang, em Singapura, que organizará a XXXVII edição da IPhO.

Medalha de Ouro na Olimpíada Ibero-Americana de Física

A delegação de jovens estudantes do ensino secundário que representou Portugal na X Olimpíada Ibero-americana de Física obteve uma medalha de ouro e duas menções honrosas. A medalha de ouro foi ganha por Miguel António Tábuas da Cunha Pereira, estudante do 12.º ano da Escola Secundária Francisco Rodrigues Lobo, Leiria. Os estudantes galardoados com menção honrosa foram Pedro João Lobo César Medeiros Costa, da Escola Secundária Fonseca Benevides, Lisboa e Noel da Costa Leitão, da Escola Secundária da Lourinhã.

A Olimpíada Ibero-Americana de Física é uma competição anual para estudantes pré-universitários dos países da Organização de Estados Ibero-americanos (OEI), consistindo na realização de uma prova teórica e uma prova experimental de Física. Este ano a Olimpíada realizou-se na cidade de Colonia del Sacramento, Uruguai, de 19 a 24 de Setembro, tendo participado 17 países.

Na próxima Gazeta daremos destaque a este acontecimento.

MEDALHA DE BRONZE PARA JOSÉ DIOGO FERNANDES



José Diogo Magalhães Rio Fernandes

A *Gazeta* falou com José Diogo Fernandes sobre as Olimpíadas de Física e sobre o seu futuro como estudante universitário de física.

Gazeta - A participação nas Olimpíadas é importante para os jovens?

Diogo Fernandes - Eu acho que sim. É um evento que reúne jovens interessados em física, que se identificam entre si, e por isso podem trocar ideias mais facilmente do que numa escola. É difícil encontrar, hoje em dia, pessoas interessadas nestes assuntos.

Por exemplo, a preparação para as Olimpíadas inclui um conjunto de estágios em que os alunos estudam matérias mais avançadas da disciplina, e isso permite alargar os horizontes dos participantes, tanto a nível de capacidade intelectual e raciocínio, como de conhecimentos. Algo que não é possível a nível da escola porque é tudo muito limitado.

P - Achou as provas difíceis para os conhecimentos que adquiriu no ensino secundário? Ou aquilo que aprendeu seria suficiente?

R - Não. É preciso a tal preparação de que falei, porque aquilo que aprendemos está abaixo da média do que se ensina noutros países. O nosso ensino não é muito exigente, nesse aspecto. Há muitos assuntos que não são contemplados, como a relatividade, ou a física moderna, em geral. Felizmente vão começar a ser abordados no 12.º ano. Mas é preciso uma preparação adicional, sobretudo na parte experimental que é muito descurada no ensino secundário.

Estivemos em três sessões de trabalho, geralmente aos fins de semana, com um conjunto de professores da Universidade de Coimbra. Tivemos ainda uma semana de preparação intensiva em que fomos confrontados com alguns problemas das provas internacionais.

P - Numa entrevista recente, afirmou que teve sempre dúvidas entre optar por física ou bioquímica no ensino superior.

Tanto quanto sabemos, optou pela primeira. Foram as Olimpíadas que o influenciaram definitivamente?

R - Sim, é verdade que isso foi um factor muito importante. Eu estive indeciso, mas sempre gostei muito de física. O meu problema maior tinha a ver com as saídas do curso, porque não sabia muito bem o que iria fazer. Nesse sentido, os estágios de preparação acabaram por ser muito importantes, porque tive contacto com físicos, que me explicaram as hipóteses que tinha e que o caso não era assim tão dramático. Por outro lado, a introdução a assuntos mais avançados da disciplina ainda me cativou mais, e com o resultado das Olimpíadas ficou decidido.

P - Já pensou qual é a área, dentro da física, que quer seguir?

R - Eu sempre gostei muito de física teórica, mas acho que é muito cedo para delinear o futuro porque conheço muito pouco da física. Neste momento estou numa escola de Verão, organizada pelo Departamento de Física da Universidade do Porto, precisamente com esse objectivo: para averiguar quais são as diferentes opções que terei para escolher uma carreira.

P - Desde há algum tempo que colabora com a Universidade do Porto. Quer explicar em quê?

R - No ano passado, no âmbito de estágios do programa Ciência Viva, estive a trabalhar no Departamento de Química, num projecto relacionado com o estudo de uma enzima existente nos pirilampos, o luciferase, responsável pela produção de luz. No fim do programa convidaram-me a continuar e desde então tenho trabalhado intensivamente no projecto. Mesmo durante as aulas, o meu tempo livre está sempre dedicado àquele trabalho. Ultimamente temos estudado o efeito da coenzima A, assunto abordado no último artigo que publicámos, no *FEBS Journal (Formerly European Journal of Biochemistry)* - "Coenzyme A affects firefly luciferase luminescence because it acts as a substrate and not as an allosteric effector" -, e do qual eu sou um dos autores.

P - A *Gazeta* tem tido eco de algumas dificuldades sentidas por estudantes do secundário que querem seguir física e não podem pelo facto de na escola que frequentam não haver a disciplina. Sentiu alguma dificuldade do género?

R - Eu estudei física como disciplina facultativa. O que acho é que há um certo receio da matemática, e, talvez por isso, a física também é afectada. Mas na minha opinião, também há uma certa culpa dos professores que muitas vezes não estão bem preparados nem motivados. Talvez isso seja consequência de os alunos serem fracós. No meu caso, a turma começou com 30 e tal alunos, e terminou com apenas 6. Isso é muito mau.

P - Acha que os modelos de ensino não estimulam?

R - Exactamente. Por exemplo, a parte experimental, no meu caso específico, foi totalmente descurada. Fizemos apenas uma ou duas experiências obrigatórias. E isso é muito mau, porque sem a parte experimental é tudo abstracto e para um aluno com dificuldades é muito difícil vir a gostar da disciplina.

LIVROS NOVOS

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

Ana Isabel Santos e Ana Paula Jardim
10 Livros que Mudaram o Mundo
Edições Quasi, 2005

António Firmino da Costa, Cristina Palma Conceição, Inês Pereira, Pedro Abrantes e Maria do Carmo Gomes
Cultura Científica e Movimento Social
Celta Editora, 2005

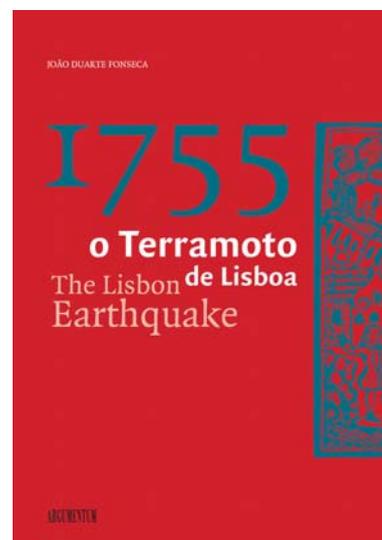
Fernando Correia de Oliveira
Manuscrito Anónimo de Relojoaria na Academia das Ciências de Lisboa
Edição de Autor, 2005

Michael Allaby e Derek Gjertsen
Grandes Cientistas, volume 1
Círculo de Leitores, 2005

Martin Kemp
Leonardo da Vinci
Vida e Obra
Editorial Presença, 2005

Paul Sloane e Des MacHale
Enigmas Intrigantes de Pensamento Lateral
Gradiva, 2005

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



João Duarte Fonseca
1755 O Terramoto de Lisboa
Argumentum, 2004

Quase a comemorarem-se 250 anos sobre o terramoto de Lisboa de 1 de Novembro de 1755, a Argumentum publicou um livro da autoria do geofísico João Duarte Fonseca, especialista em sismologia.

Mas, apesar da especialização do autor, este não é um livro técnico, nem tão pouco histórico. Trata-se sim da partilha da informação de várias fontes a que João Duarte Fonseca foi acedendo ao longo da investigação que realizou e de várias ideias e análises avançadas por investigadores nacionais e estrangeiros nos últimos dois séculos e meio.

O autor dá conta disso mesmo na nota introdutória, revelando as principais fontes usadas. "*Entre as obras citadas neste livro merecem particular destaque o trabalho de Pereira de Sousa publicado pelos Serviços Geológicos de Portugal entre 1919 e 1932, o livro de T. D. Kendrick sobre o terramoto de Lisboa, publicado em Londres em 1956, a compilação de testemunhos britânicos publicada pela British Historical Society of Portugal em 1990, e os estudos da Lisboa Pombalina no contexto do Iluminismo, da autoria do Prof. José-Augusto França. O projecto HEAT (Historical Earthquake Theories),*

coordenado pelo Prof. Erhard Oeser, do Konrad Lorenz Institute for Evolutionary and Cognitive Research, foi uma importante fonte de informações sobre teorias sismológicas clássicas de Aristóteles a Kant".

O livro divide-se em vários capítulos que abordam diferentes aspectos do terramoto em Lisboa e noutras paragens: o tsunami, a reconstrução de Lisboa, a resposta de emergência, terramoto, religião e ciência, o impacto do terramoto no pensamento europeu, e o nascimento da sismologia moderna. A escrita é intercalada com 85 belíssimas ilustrações, algumas delas colecionadas por Jan Kozak, de Praga, e facultadas através do National Information Service for Earthquake Engineering, da Universidade da Califórnia, em Berkeley.

A par da extrema destruição que causou em Portugal, Norte de África e Espanha, o terramoto de Lisboa deixou importantes marcas na cultura europeia do século XVIII. Figuras destacadas do Iluminismo, como Voltaire ou Rousseau, envolveram-se em acesas controvérsias acerca das implicações filosóficas do terramoto, e Kant publicou três ensaios sobre o fenómeno. Nas descrições pormenorizadas dos efeitos do terramoto, enviadas para Lisboa em resposta às ordens do Marquês de Pombal, poderá encontrar-se o início da sismologia moderna.

"A sismologia chegou ao século XXI como uma área científica de grande sofisticação, que recorre às mais avançadas ferramentas da Matemática e da Física para compreender os processos de geração e propagação das ondas sísmicas, revelando-nos nesse processo os detalhes da estrutura interna do planeta e da deformação da sua crosta", refere o autor. "Os terramotos históricos são uma fonte indispensável de informação sobre os processos geológicos, em particular quando se pretende quantificar o risco sísmico que impende sobre determinada região".

A concluir, João Duarte Fonseca defende a aplicação da ciência para tornar Portugal um local mais seguro face aos terramotos. "Salvar vidas por antecipação é um desafio de modernidade a que devem responder cientistas, engenheiros, arquitectos e decisores políticos".

João Duarte Fonseca é doutorado em Geofísica pela Universidade de Durham (Reino Unido) e Fellow da Royal Astronomical Society. É professor auxiliar do Instituto Superior Técnico e investigador do Núcleo de Engenharia Sísmica e Sismologia do Instituto de Engenharia de Estruturas, Território e Construção (ICIST).



Brian Southworth e Georges Boixader
O Mundo das Partículas
CERN, 2005 (edição portuguesa)

Editado pela primeira vez em 1978, acaba de sair em língua portuguesa o livro de banda desenhada *O mundo das partículas*, da autoria de Brian Southworth e Georges Boixader. A tradução é de Maria Manuela Alves Moreira do Amaral, professora de Física na Escola Secundária da Cidadela em Cascais.

O livro pretende dar a conhecer a actividade do CERN - Laboratório Europeu de Física de Partículas, sediado em Genebra, na Suíça.

A obra começa por explicar de forma simples as partículas e as interacções fundamentais, procurando simultaneamente apresentar o trabalho

desenvolvido no laboratório. "O CERN continua a tradição de observar o nosso mundo e procurar compreendê-lo", e "os cientistas no CERN procuram os pedaços mais pequenos da matéria, e estudam, como é que estes constroem o nosso mundo".

Na primeira parte do capítulo 2, os autores falam sobre os aceleradores, referindo que mais de 7 mil cientistas de centros de investigação de todo o mundo participam nas experiências do CERN. "Vêm para usar as grandes máquinas do laboratório, onde as partículas são aceleradas até altas energias. Pode fazer-se com que estas partículas de alta energia choquem umas contra as outras e o resultado das suas colisões pode ser visto nos grandes detectores de partículas. Tudo isto para estudar como se comportam as partículas mais pequenas".

Os autores descrevem ainda o LEP, (Large Electron Positron) o maior colisionador de electrões e positrões do mundo, posto a funcionar em 1989 "para investigar a matéria em condições que nunca antes se havia conseguido". O LEP encontra-se dezenas de metros abaixo do solo, atravessando a fronteira suíça e francesa num túnel de 4 metros de diâmetro, formando um num anel de 27 quilómetros de perímetro.

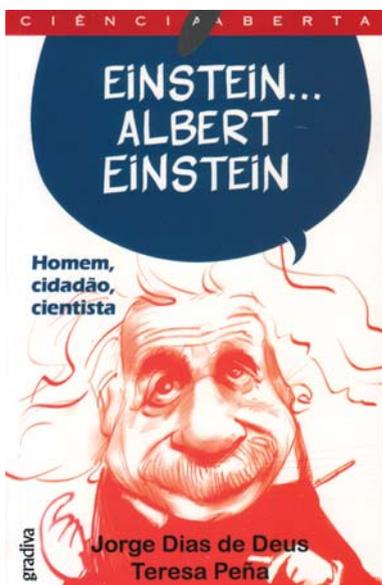
Na segunda parte deste capítulo são abordados os detectores. "Um dos detectores do LHC (Large Hadron Collider), é tão grande como um prédio de 6 andares. No seu interior têm lugar uns 800 milhões de colisões individuais prótão-prótão, em cada segundo. O que equivale a uns 800 milhões de listas de telefone. As colisões prótão-prótão no LHC permitirão aos cientistas estudar as condições que existiam quando o Universo nasceu".

Finalmente, o capítulo 3 aborda a organização do CERN, explicando como é feita a gestão das máquinas e dos espaços existentes no laboratório, como são conduzidas as experiências e investigações, quais os Estados

membros, quais as áreas de trabalho, etc.

Um livro didáctico a merecer atenção por parte dos professores.

Para ver em: <http://doc.cern.ch/DTP/dtp-2005-198/files/MainFile/>



Jorge Dias de Deus e Teresa Peña
Einstein... Albert Einstein
Homem, cidadão, cientista
Gradiva, 2005

No ano em que se assinala um século sobre o *annus mirabilis* de Albert Einstein, são várias as obras sobre este físico que têm vindo à estampa. Editado pela Gradiva, e da autoria de Jorge Dias de Deus e Teresa Peña, investigadores e professores de Física no Instituto Superior Técnico, surgiu agora o livro *Einstein... Albert Einstein*.

Um título muito cinematográfico que os autores explicam: "*Em Einstein, Albert Einstein, e em Bond, James Bond a ideia é a mesma: para lá do trabalho profissional, o científico num caso, o de espionagem no outro, há algo mais, há mesmo bastante mais, a apreciar. E se entre Einstein e Bond não há, por razões profissionais, muitas semelhanças, já entre Albert e James as semelhanças às vezes surpreendem*".

Em relação ao livro, já com tantas biografias de Einstein no mercado, os autores preferiram, "*como os jornalistas costumam fazer*", socorrer-se das biografias existentes, e delas revelar "*instantâneos*", quer sobre Albert, quer sobre Einstein, esperando conseguir transmitir "*imagens credíveis*" de ambos.

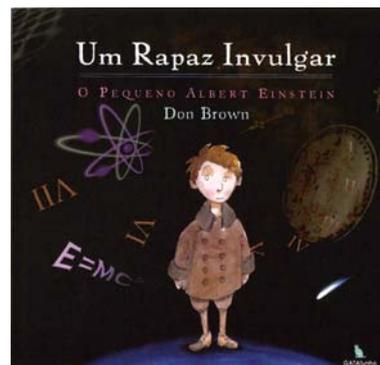
O livro está organizado em três secções: o homem, o cidadão e o cientista. O arranjo não é rígido mas tem em conta uma certa cronologia. "*É que pôr os protestos do cidadão Einstein contra a investigação sobre a bomba de hidrogénio, antes do cientista Einstein ter inventado a fórmula 'E=mc²', não parecia fazer muito sentido*", referem os autores.

A organização do texto não é a tradicional, mas gira em torno de uma pergunta, que dá título a cada um dos capítulos, que se cruzam entre si. "Era suíço, alemão, judeu ou americano?", "Era religioso?", "O reconhecimento académico e científico chegou cedo?", "Porque apareceu a relatividade em 1905?", "Qual é o problema com a simultaneidade?", "Fez algum erro experimental?", ou "Trabalhou na bomba atómica?", são algumas dessas questões a que os autores procuram dar respostas. No final, "Einstein em datas e lugares" sugere uma cronologia da vida do físico.

Quanto à opinião dos autores sobre Einstein: "*como homem era como muitos outros, como cidadão era muito bom, como cientista era excelente*", referem. "*Há uma clara melhoria quando se passa do mundo das relações pessoais para as públicas, e nova melhoria quando se passa para o nível das relações abstractas, com a física e com a matemática*".

E deixam algumas perguntas para os leitores: será que Albert Einstein "*era um bom cidadão porque era um bom cientista? Conseguiu ser um cientista muito bom porque foi bom cidadão? O ter sido muito bom cientista impediu-o de ser um homem muito bom?*". Talvez,

concluem: "*seja mais fácil ser-se um cientista genial do que homem excepcional*".



Don Brown
Um Rapaz Invulgar
O Pequeno Albert Einstein
Ana Paula Faria - Editora, 2005

Com o livro *Um Rapaz Invulgar. O pequeno Albert Einstein*, de Don Brown, a editora Ana Paula Faria estreia-se na literatura infantil e juvenil (Coleção "Gatafunho").

Este livro de Don Brown, distinguido com o Prémio BCCB (*Blue Ribbon Nonfiction Award*), em 2004, pretende dar uma imagem "*terna*", segundo o autor, do crescimento de um dos mais importantes pensadores do século XX.

Através de pormenores comuns a muitas crianças o autor pretende mostrar aos mais jovens o ser humano que havia para lá do génio: "*Albert nasceu em 1879. Não era um bebé particularmente bonito, pois era demasiado gordo e a sua cabeça parecia ser maior do que a dos outros bebés. Foi crescendo mas não se tornou um rapaz simpático - batia na irmã, enfurecia os professores e não tinha muitos amigos*".

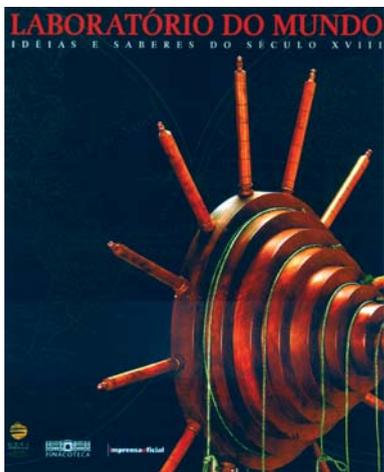
"*Divertia-se a construir castelos de cartas, puzzles, a tocar violino e adorava os enigmas da geometria e da matemática. Na escola, era um rapaz discreto, pouco exuberante. Alguns professores avaliavam-no como sendo pouco inteligente. Contudo, os seus pensamentos estavam*

destinados a mudar o nosso mundo".

É assim, numa linguagem simples, que Don Brown vai revelando a personalidade de Albert Einstein. As ilustrações atraentes vão ajudando a construir a ideia do jovem como uma pessoa sempre interessada no mundo à sua volta.

O livro conclui com um pequeno resumo que explica de uma forma acessível por que é que Einstein é considerado um dos maiores pensadores mundiais. "Para os cientistas, as descobertas do Albert significam 'efeito fotoelétrico', 'teorias da relatividade', e ' $E=mc^2$ '. Para os outros, como nós, as suas ideias significam portas automáticas, televisão, viagens no espaço e energia atómica".

Um livro simples e muito agradável que será sem dúvida uma excelente prenda para os mais novos.



Laboratório do Mundo
Ideias e saberes do século XVIII
Ministério da Cultura, Pinacoteca do Estado e Imprensa Oficial do Estado de São Paulo (Brasil)

Em 2004 realizou-se em São Paulo uma exposição conjunta portuguesa e brasileira sob o título "Laboratório do Mundo. Ideias e saberes do século XVIII", e que integrou algum do

espólio do Museu de Física e do Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra.

Essa exposição deu origem a um catálogo, com o mesmo nome, que apresenta as peças expostas à luz de pequenos ensaios: "O Iluminismo e a Cultura Científica", por Maria da Conceição Ruivo, "A Arquitectura da Ciência", por Maria de Lurdes Craveiro, "Ciência em Movimento: do Gabinete de Física ao Museu da Física", por Ermelinda Ramos Antunes, "O Observatório Pombalino", por Artur S. Alves, com a colaboração de Claudino Romeiro, "A produção de um território chamado Brasil", por Beatriz Piccolotto Siqueira Bueno, e "Ciência e Império: trajectórias de ilustrados luso-americanos na segunda metade do século XVIII", por Iris Kantor. Há ainda dois textos, um sobre o "Trono acústico do rei D. João VI", por José Lico, e "D. João VI", por Vera Lúcia Bottrel Tostes.

A exposição pretendeu recordar a revolução cultural que se viveu no século XVIII, "um período de intenso desenvolvimento da ciência moderna e de alargamento da sua influência às demais áreas do conhecimento", escreve no livro Paulo Gama Mota, que dirige a Comissão para o Museu das Ciências da Universidade de Coimbra.

Em Portugal, foi o despotismo iluminado do Marquês de Pombal que introduziu o ensino experimental das ciências na Universidade de Coimbra, através da reforma de 1772. Foram então constituídos o Gabinete de Física, o Gabinete de História Natural, o Observatório Astronómico, o Jardim Botânico e o Laboratorio Chimico. Este último terá sido, muito provavelmente, o primeiro edifício a ser construído na Europa exclusivamente para o ensino e investigação na área da Química.

"Uma das consequências da reforma da Universidade de Coimbra foi a formação de muitos cientistas, técnicos, engenheiros e especialistas, que participaram, entre outros, nos trabalhos de reconhecimento do Brasil", refere ainda Paulo Gama Mota. "Com eles transformou-se o pequeno laboratório de experiências, num grande laboratório à escala planetária: um laboratório do mundo".

Os objectos do Museu de Física e do Observatório Astronómico da Universidade de Coimbra, que integraram a exposição comemorativa dos 450 anos da cidade de São Paulo, foram os verdadeiros personagens de uma revolução cultural e científica.

Recensões de P. A Almeida.
gazeta@teor.fis.uc.pt

PHYWE **mb**
m. t. brandão, lda

A M. T. Brandão, Lda., é uma empresa com 20 anos de experiência na distribuição de equipamentos de Alta Tecnologia. Disponemos de uma equipa com formação adequada para um eficiente Apoio ao Cliente

Disponemos de uma vasta gama de material **Didáctico** adequado às diversas áreas experimentais da Física, abrangendo os vários níveis de ensino.

Rua de Semões, 599 - 4150 - 708 Porto - Portugal
Tel. 22 41 6 73 70 - Fax 22 41 6 73 79
e-mail: mb@mitbrandao.com
www.mtbrandao.com

ISO 9001

SITIO DO TRIMESTRE

HTTP://WWW.DQ.FCT.UNL.PT/QOA/AMONET.HTM



Amonet quer dar visibilidade às mulheres cientistas

Criada em Maio, a Amonet, Associação Portuguesa de Mulheres Cientistas, inspira-se nos princípios consagrados na Declaração Universal dos Direitos Humanos e na Constituição Europeia, nomeadamente no que se refere à eliminação de todas as formas de discriminação e à promoção da igualdade de direitos e oportunidades entre mulheres e homens.

Os seus objectivos são realizar estudos sobre matérias relevantes para a efectivação da igualdade de direitos e oportunidades, propor às instâncias competentes a elaboração, alteração ou revogação de quaisquer diplomas a fim de

obter a plena igualdade de direitos e oportunidades entre homens e mulheres, promover o esclarecimento e o debate sobre a situação das mulheres cientistas, divulgar os seus direitos e denunciar, por todos os meios, as formas de discriminação e fomentar o intercâmbio de conhecimentos e experiências com outras organizações a nível nacional e internacional bem como colaborar com elas em iniciativas que possam contribuir para a prossecução dos fins da associação. Em resumo, pretende-se valorizar o papel das mulheres que se dedicam à investigação e alertar para formas discriminatórias que possam colocar em causa o seu lugar na sociedade.

Os membros da Amonet são mulheres cientistas portuguesas ou estrangeiras, residentes em Portugal, com grau académico superior e actividade científica profissionalizada, devidamente reconhecida, há pelo menos cinco anos. Também se podem inscrever homens, embora com um estatuto diferente, o de sócio agregado, desde que aceitem os princípios da associação.

Apesar de mais de 60% dos licenciados que concluem o ensino superior serem mulheres, muito poucas atingem posições de relevo na sociedade. A associação pretende reverter esta situação, procurando contribuir para dar mais visibilidade ao trabalho das mulheres cientistas.

De entre os planos já delineados, a Amonet conta organizar um encontro internacional de mulheres cientistas, no início do próximo ano em Lisboa.

Visite o nosso "site"

<http://spf.pt>

e faça-se sócio da Sociedade Portuguesa de Física

Durante o Ano Internacional da Física - 2005, os estudantes do Ensino Superior que se inscrevam como sócios estão isentos do pagamento da quota de 2005



QUESTÕES DA FÍSICA

Gostaria de frisar, em primeiro lugar, a importância da decisão da ONU de proclamar 2005 Ano Internacional da Física. Tal facto, aliado a outras iniciativas, como o seguimento do Trânsito de Vénus, têm vindo a alterar a maneira como os alunos, em especial os do ensino secundário, encararam a física bem como a hipótese de enveredar por uma carreira ligada à mesma.

Ao ler a carta apresentada no nº 1 de 2005 da Gazeta de Física, verifiquei que a situação descrita pela Ana Raposo, que tal como eu frequenta o 12.º ano, é em alguns aspectos partilhada por mim e pelos meus colegas. Há, no entanto, uma enorme diferença entre a maneira de pensar dos seus companheiros e dos meus. Enquanto, na escola da referida colega, os alunos de física têm, na sua opinião, uma "conotação um pouco negativa", na minha escola somos encarados com uma certa admiração, podendo até afirmar-se que "temos um certo estatuto". Ainda assim, nesta disciplina, nem tudo é um "mar de rosas", não sendo raro encontrar alunos com dificuldades ou mesmo com chumbos sucessivos.

Tendo em conta a taxa de insucesso na disciplina, não admira que a grande maioria dos alunos opte pela Biologia, podendo assim aceder aos tão ambicionados cursos na área de saúde. No entanto, na minha opinião, existe um outro factor que os impele a rejeitarem a Física - o horário destinado a estas turmas. Tal como à Ana, também, no presente ano lectivo, me foi atribuído um dos mais desmotivantes horários da escola: é mesmo o pior de todo o 12.º ano, tendo apenas livre a tarde de quarta-feira, uma vez que a mesma se destina a reuniões de professores. A título de exemplo, na terça-feira, no período da manhã, inicio as aulas às 8h20 e termino-as às 9h50, para mais tarde reentrar às 14h00 e sair às 18h00, facto que dificulta o estudo e afecta a concentração.

Para além de estar revoltado com esta situação, sinto-me, tal como os meus colegas, discriminado pelo facto de outras

CARTAS DOS LEITORES

turmas, onde não existem alunos inscritos em Física, terem duas ou até mesmo três tardes livres durante a semana.

Sabendo que há falta de alunos nas áreas relacionadas com a física, bem como das dificuldades que, em geral, os alunos sentem nesta disciplina, não é de estranhar que, dentro de alguns anos, os alunos inscritos nela sejam apenas os "pobres diabos" que, por terem optado pelo Agrupamento Tecnológico de Electricidade ou de Informática, a tenham de frequentar compulsivamente.

Outra questão que afasta muitos alunos da disciplina de Física é a alegada dificuldade da mesma. Esta situação já há muito se manifesta sem se ter encontrado solução, mas creio que o problema aparece logo nos 10.º e 11.º anos. Nestes dois anos os alunos da Área Científico-Natural têm uma disciplina chamada Ciências Físico-Químicas, que, a meu ver, tem muito maior ênfase em química do que em física, beneficiando, mais uma vez, os alunos que pretendem seguir cursos na área da saúde. Não é pois de estranhar que, enquanto o programa de 12.º ano de Química foca aspectos já anteriormente leccionados, embora de forma um pouco mais aprofundada, em Física é dado um enorme salto, uma vez que aí os alunos contactam com um mundo totalmente desconhecido. Penso que o ensino da Física nos 10.º e 11.º anos deveria ter em conta aquilo que o programa do ano seguinte vai abordar, facilitando assim o ensino e a aprendizagem.

Apesar das dificuldades enunciadas, não me arrependo, nem por um segundo, de ter escolhido a disciplina de Física no 12.º ano, pois, tal como a minha professora sempre insiste em afirmar, a física não só se aplica às situações do dia-a-dia, como também resulta das mesmas. Sendo assim, creio que todos os sacrifícios terão valido a pena se conseguirmos, como é meu desejo, graduar-me em engenharia no Instituto Superior Técnico.

Manuel Neves
mjneves@gmail.com

CONCURSOS À MEDIDA

Num artigo recente, publicado num jornal nacional, abordei a crise existente no ensino politécnico. Um dos pontos referia-se aos favorecimentos pessoais nos concursos para contratação de pessoal docente. A carta passou e tudo continua nas mesmas águas de bacalhau. Desta vez vou dar um sopro mais vigoroso para ver se uma lufada de ar fresco areja finalmente estas escolas de ensino superior.

Num edital recente, publicado em Diário da República referente a um concurso de Professor-Coordenador, consta o seguinte:

"... concurso de provas públicas para recrutamento de um professor-coordenador para a disciplina de Física Aplicada às Comunicações para a Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria. Ao concurso são admitidos candidatos vinculados à função pública, com o grau de Doutor em Física com investigação no domínio da interação da radiação com a matéria e suas aplicações em imagiologia com raios X e gama. Serão consideradas preferencialmente as candidaturas com:

- Licenciatura em Engenharia Física, ramo de Instrumentação;
- Vínculo ao ensino superior politécnico;
- Experiência pedagógica na área de Física Aplicada às Comunicações".

Sou doutorado em Física há quase 10 anos, porém gostaria que alguém me fosse capaz de explicar a relação que existe entre Física das Comunicações e a "interação da radiação com a matéria e suas aplicações em imagiologia com raios X e gama". Tal relação é tão delirante como a que existe entre o sexo dos electrões e o seu comportamento quântico e só pode existir na cabeça de um louco inconsequente ou na de um "amigo" competente.

Além do edital restringir, sem qualquer fundamento, a formação científica dos candidatos, fá-lo de uma forma tão escandalosamente tendenciosa que a única justificação plausível para estes critérios é a de terem sido projectados à justa medida do feliz contemplado.

Esta não é a única ilegalidade uma vez que os concursos de provas públicas são concursos externos abertos, em igualdade de condições a todos os candidatos pelo que não se pode exigir vínculo à função pública, nem sequer a título preferencial.

Podia julgar-se que se trata de um caso isolado. Mas tal não é assim: a maioria dos editais rubricados por esta escola de ensino superior são elaborados segundo este lema: "uma vaga, um amigo". O favorecimento e a incompetência é de tal forma generalizada nestes concursos que estou convencido que nem Einstein teria a mínima hipótese de ser seleccionado.

Enquanto as escolas superiores não apostarem na qualidade do seu corpo docente e na internacionalização, insistindo antes nesta forma de regionalismo tacanho que transforma escolas em feudos provincianos, torna-se muito fácil perceber a crise no ensino politécnico.

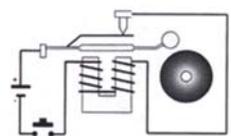
Armando Vieira
armando.vieira@netcabo.pt



videq
VIDROS E EQUIPAMENTOS, LDA.

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

MATERIAL DIDÁCTICO



FÍSICA

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 várias iniciativas a desenvolver. Este espaço noticia estas iniciativas.



A "Gazeta" agradece o envio de informação sobre acções no âmbito do Ano Internacional da Física para Sandra Costa.

scosta@teor.fis.uc.pt

ANO INTER- NACIONAL DA FÍSICA 2005

AS ENERGIAS DO PRESENTE E DO FUTURO



A Sociedade Portuguesa de Física (SPF) vai realizar em Novembro, em Lisboa, uma conferência sobre as várias possibilidades de produção de energia, intitulada "As energias do presente e do futuro". Segundo o presidente da SPF, José Dias Urbano, "o problema da energia não vai ser resolvido de uma só forma, tem de haver alternativas, nomeadamente às energias fósseis, e todas as propostas devem ser discutidas". A conferência decorre a 21 e 22 de Novembro, presidindo à comissão organizadora Carlos Varandas, do Instituto Superior Técnico, que representa Portugal no projecto internacional do primeiro reactor experimental de fusão nuclear (ITER). A SPF espera poder contar com a presença de especialistas em energia nuclear, eólica, solar e das marés.

Mais informações poderão ser obtidas no sítio da SPF:
<http://www.spf.pt>

ENCONTRO INTERNACIONAL DE ESTUDANTES DE FÍSICA

A Universidade de Coimbra foi este ano a anfitriã da Conferência Internacional de Estudantes de Física 2005 (ICPS2005), que reuniu cerca de 400 estudantes oriundos de 39 países. O encontro foi considerado um sucesso. Possibilitou a vinda de estudantes do Leste europeu, através da atribuição de bolsas, já que, pela primeira vez, a organização disponibilizou 14 bolsas de participação, o que, segundo Maria João Benquerença, presidente da Comissão Organizadora da ICPS2005, se deveu ao facto de se comemorar o Ano Internacional da Física. Por esta razão houve "muitos apoios", sendo os mais expressivos os da Sociedade Portuguesa da Física.

Neste encontro ficaram decididos os comités executivos que organizarão os próximos encontros, em 2006, na Roménia, e em 2007, na Inglaterra.

Para Maria João Benquerença o mais importante desta iniciativa foi a possibilidade de intercâmbio entre os estudantes/investigadores, pois os contactos internacionais são essenciais para uma carreira académica em física. "Temos que saber quem está a fazer o quê, quem está a realizar esta ou aquela experiência ou a investigar sobre determinado tema". Muitas vezes, estes contractos abrem a possibilidade de investigações noutros países.



Dos participantes, cerca de 70 apresentaram trabalhos, nomeadamente as teses de licenciatura que realizaram nas suas universidades, o que permitiu a realização de debates sobre os temas abordados.

Durante o encontro, os estudantes visitaram centros de investigação e empresas, nomeadamente o INETI (Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial), o Instituto Gulbenkian de Ciência, o ITN (Instituto Tecnológico e Nuclear), a Siemens Portugal, a TAP e o Instituto Biomédico de Investigação em Luz e Imagem (IBILI). Tiveram ainda oportunidade de assistir a palestras de quatro físicos: José António Paixão e Fernando Nogueira (da Universidade de Coimbra), José Ferreira Mendes (Universidade de Aveiro) e Simon Goodwin (Reino Unido).

Mas porque também é importante desmistificar "o papão" da física, a organização do encontro realizou, na praia da Figueira da Foz, uma iniciativa a que chamou "Física na Praia".



Mediante experiências simples, os estudantes mostraram aos mais novos que se encontravam de férias de que forma é que a física está presente no nosso dia-a-dia. Ao longo de duas dezenas de edições esta foi a terceira vez que Portugal acolheu a Conferência Internacional de Estudantes de Física.

FÍSICA NA BIBLIOTECA DA COVILHÃ

A Biblioteca Municipal da Covilhã, em colaboração com o Departamento de Física da Universidade da Beira Interior, associa-se às comemorações do Ano Internacional da Física organizando o seguinte ciclo de palestras:

- 12 de Outubro, "O aquecimento global e o protocolo de Kyoto", António Tomé.
- 19 de Outubro, "A energia do Sol e das estrelas também na Terra", Santiago Cortes.
- 26 de Outubro, "Técnicas ópticas na caracterização de materiais", Ana Paula Gomes e Mário Pereira.
- 2 de Novembro, "Será que amanhã vai chover?", Fernando Ferreira.
- 9 de Novembro, "Ruy Gomes - vida e obra", João da Providência.
- 16 de Novembro, "Tempus fugit", Paulo Moniz.
- 23 de Novembro, "As sombras do Universo", Paulo Moniz.

As palestras decorrerão nas instalações da Biblioteca Municipal pelas 16h30. Para mais informações consultar: <http://www.dfisica.ubi.pt/pt/fnb.html>

CENTENÁRIO DE RUY LUÍS GOMES

No dia 5 de Dezembro, uma conferência na Universidade do Porto comemora o centenário de Ruy Luís Gomes (1905-1984), um dos maiores matemáticos portugueses do seu tempo. Ruy Luís Gomes teve a sua carreira no país abreviada pela perseguição política do regime. Após uma candidatura à Presidência da República, em 1951, viu-se forçado ao exílio, primeiro na Argentina e depois no Brasil. O 25 de Abril de 1974 permitiu o seu regresso a Portugal, onde se tornou o primeiro reitor da Universidade do Porto após a revolução.

A Sociedade Portuguesa de Matemática, o Centro de Matemática da Universidade do Porto, a Universidade do Porto e o Departamento de Matemática Pura da Faculdade de Ciências daquela universidade associam-se para organizar estas comemorações. Dado o interesse de Ruy Luís Gomes pela área da física-matemática, em particular a relatividade, o evento integra também o Ano Internacional da Física e é apoiado pela Sociedade Portuguesa de Física.

Mais informações na página www.fc.up.pt/mp/RLGomes.

A FÍSICA E A VIDA

Nos dias 30 de Setembro e 1 de Outubro realizou-se, na cidade de Coimbra, a Conferência "A Física e a Vida" com o objectivo de divulgar a importância da física nas ciências da saúde. Esta iniciativa integrou-se nas comemorações do Ano Internacional da Física e resultou da colaboração da Divisão de Física Médica da Sociedade Portuguesa de Física com a Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra.

O dia 30 de Setembro foi dedicado ao painel "Física Médica em Portugal".

No dia 1 de Outubro, foram apresentadas no Centro de Congressos dos Hospitais da Universidade de Coimbra diversas conferências sobre as temáticas:

A Física da Vida

A Física na Medicina

A Física do Ambiente

As intervenções dos vários conferencistas serão publicadas pela Sociedade Portuguesa de Física em conjunto com a Gradiva.

Paralelamente decorreu, de 30 de Setembro a 2 de Outubro, o 1º Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Biomédica realizado na Universidade de Coimbra (ver <http://www.uc.pt/biomedica/ieneeb/homept.asp.htm>)

PRIMEIRAS JORNADAS SOBRE O ENSINO EXPERIMENTAL DA FÍSICA



Realizaram-se de 5 a 8 de Setembro as Primeiras Jornadas sobre o Ensino Experimental da Física no Departamento de Física da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

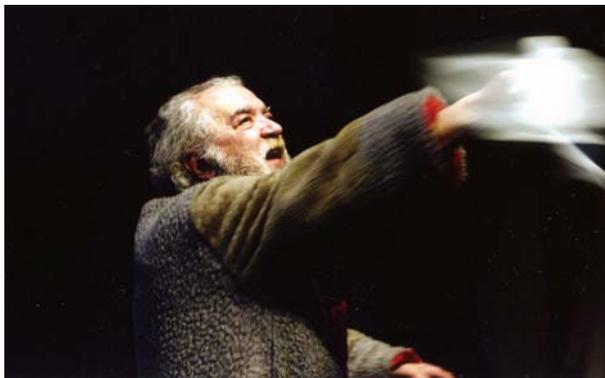
Estas Jornadas foram organizadas pelo Departamento de Física, com o apoio da Sociedade Portuguesa de Física e da Porto Editora e tiveram como objectivo proporcionar aos 79 professores participantes uma reflexão sobre o ensino experimental da Física, no contexto dos novos programas do ensino secundário, nomeadamente 10º e 11º anos de escolaridade. As Jornadas iniciaram-se com duas palestras:

"Experimentação no ensino da física", por Adriano Sampaio e Sousa e "Análise de dados e tratamento gráfico" por Paulo Simeão Carvalho. Prosseguiram com a realização de seis *workshops*, abrangendo os temas "calor e radiação", "trabalho e energia", "forças e movimentos", "transmissão de sinais", "actividades com a calculadora gráfica" e "viagens com o GPS". Na tarde do último dia, realizou-se uma Feira de material didáctico, com a presença de várias empresas, seguindo-se uma palestra sobre "Perspectivas de avaliação no ensino da física" por Joaquim Morgado. No encerramento das Jornadas o Presidente do Departamento de Física, José Luís Santos, encorajou os professores a implementar o ensino experimental da física nas escolas e a participar no desenvolvimento da cultura científica no nosso país.

Todos os professores receberam documentação didáctica detalhada acerca das actividades práticas e laboratoriais realizadas nas *workshops*.

Os participantes realçaram o ambiente agradável em que decorreram as Jornadas e manifestaram grande entusiasmo quanto ao seu conteúdo, o que pode ser em parte explicado pelo carácter eminentemente prático - *hands-on*, mas também *minds-on*. Alguns comentários, registados num cartaz destinado à avaliação desta iniciativa, são bem expressivos: "Foram quatro dias muito bem passados. Aprendemos muito."... "Excedeu as nossas expectativas. Continuem, nós precisamos."... "Iniciativas como estas são poucas. Agradecemos o vosso apoio."... "É caso para dizer: quando são as Segundas Jornadas?"

"60 MINUTOS COM BRECHT" EM DIGRESSÃO

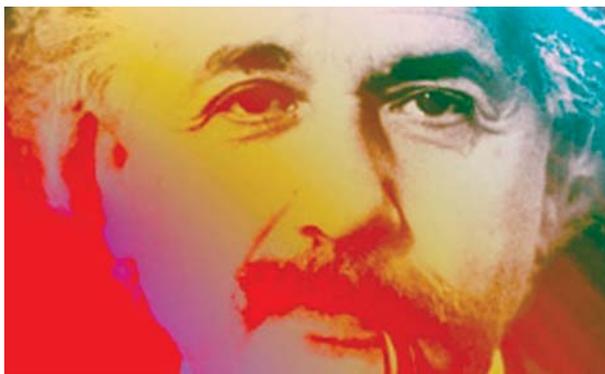


O projecto "60 minutos com Brecht" está em digressão por várias cidades. Com adaptação e encenação de Clovis Levi, a peça é interpretada por Fernando Taborda, Rui Damasceno e Victor Torres, actores que têm integrado vários projectos de companhias da cidade de Coimbra. Financiada pelo Instituto das Artes ao abrigo dos apoios para projectos pontuais, a peça propõe uma reflexão sobre o planeta e as relações entre a ciência e o poder político e a ciência e a realidade quotidiana.

Brecht, em "Galileu Galilei" expõe as reflexões e os problemas de consciência de um grupo de cientistas que nos meados do século XX descobriu como se podia fabricar a bomba atómica.

"60 minutos com Brecht" cumpre uma nova temporada em Coimbra, entre 6 de Outubro e 12 de Novembro, na sala-estúdio da companhia Bonifrates, na Casa Municipal da Cultura. De 2 a 5 de Novembro será apresentada no Teatro da Trindade em Lisboa e a 26 do mesmo mês no Cine-Teatro de Castelo Branco.

OS SONHOS DE EINSTEIN NO TEATRO DA TRINDADE



O Teatro da Trindade tem em palco a peça "Os Sonhos de Einstein", numa produção conjunta com o INATEL. Na peça, preso a um casamento infeliz e a um emprego muito aquém das suas capacidades intelectuais, o jovem Albert Einstein deixa-se levar pelos seus sonhos, seduzido pelo canto de sereia

de Josette, uma mulher bela e esquiva, que se deslocou do seu lugar no futuro. Einstein parece ser a única pessoa que pode ajudá-la, pois será ele quem desvendará em breve os mistérios do Tempo e do Espaço. Einstein começa então a ter uma série de sonhos sobre o tempo e Josette aparece em todos eles. Será ela realmente alguém que apareceu vindo do futuro ou, na verdade, o próprio Tempo?

A peça é baseada no romance de Alan Lightman, com argumento de Joanne Sydney Lessner e encenação de Cláudio Hochman. A versão portuguesa é de César Viana e a interpretação de Alexandra Filipe, Isabel Campelo, Margarida Marecos, Mário Redondo, Miguel Coelho, Paulo Carrilho, Pessoa Júnior, Sara Belo e Sílvia Filipe.

"Os Sonhos de Einstein" poderá ser vista de quarta-feira a sábado às 21h30, domingo às 16h00, e quinta-feira às 15h00 para grupos sob marcação.

FESTIVAL DE DOCUMENTÁRIO CIENTÍFICO

Realiza-se de 21 a 27 de Novembro, em Arcos de Valdevez e integrado no programa FISICUM2005, um festival de documentário científico em que serão exibidos documentários de divulgação científica, longas metragens e trabalhos submetidos ao Concurso "1 minuto Einstein".

Este concurso pretende desafiar todos quantos apreciam e/ou se dedicam às artes da imagem e som a produzir um filme curto (animação, vídeo, multimédia ou outro) sobre Albert Einstein. São admitidas a concurso obras inéditas com a duração máxima de 60 segundos, excluindo o genérico e a ficha técnica.

Para mais informações, consultar <http://www.fisica.uminho.pt/fisicum2005/Festival.htm#programa>.

CONCURSO "O FÍSICO PRODIGIOSO"

Comemorando o Ano Internacional da Física 2005, a Fundação Calouste Gulbenkian apresenta a exposição "À luz de Einstein 1905-2005", até 15 de Janeiro de 2006. Integrado nesta exposição, está a decorrer o concurso "O físico prodigioso" que contém três fases distintas e eliminatórias com nível crescente de dificuldade, visando estimular o gosto pela ciência e a aprendizagem das ciências físicas pelos jovens.

O Concurso destina-se a estudantes do 3º ciclo do ensino básico (escalão A) e secundário (escalão B) das escolas portuguesas, públicas ou privadas. Os professores de ciências e/ou física são convidados a estimular todos os alunos à participação neste concurso, inscrevendo as suas turmas numa visita guiada à exposição "À luz de Einstein 1905-2005". Só poderão participar alunos que efectuem uma visita guiada, integrados num grupo de uma escola.

Mais informações no Serviço de Ciência, Fundação Calouste Gulbenkian, telefone 217823408, ou e-mail exp2005@gulbenkian.pt.

EINSTEIN ENTRE NÓS

A Biblioteca Geral e o Departamento de Física da Universidade de Coimbra associam-se às comemorações do Ano Internacional da Física, promovendo a exposição "Einstein entre nós: a recepção de Einstein em Portugal de 1905 a 1955", que estará patente ao público, de 17 de Outubro a 30 de Novembro, na sala São Pedro da Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra.

Esta exposição documental, iconográfica e experimental pretende:

- Celebrar o cientista e cidadão Albert Einstein no Ano Internacional da Física.
- Mostrar a recepção da obra de Einstein em Portugal, contribuindo para a história da ciência e da cultura em Portugal.
- Dar a conhecer o espólio dos fundos da Biblioteca Geral e do Departamento de Física da Universidade de Coimbra.

A exposição terá um catálogo, editado pela Imprensa da Universidade de Coimbra, com artigos de Ana Simões e Paulo Crawford (Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa), Orfeu Bertolami (Instituto Superior Técnico), Augusto Fitas (Universidade de Évora), Décio Martins (Universidade de Coimbra), Joaquim Fernandes (Universidade Fernando Pessoa) e Carlos Fiolhais (Universidade de Coimbra).

Estará, ainda, patente ao público um conjunto de painéis que constituirá um jornal imaginário da divulgação dos trabalhos de Einstein em Portugal.

Associada à exposição decorrerá na Sala de Conferências do Departamento de Física da Universidade de Coimbra pelas 15 horas o seguinte ciclo de conferências:

- 19 de Outubro - "Como foi Einstein capaz de criar uma teoria que dá conta de uma larga gama de fenómenos só descobertos muito mais tarde", Paulo Crawford.
- 26 de Outubro - "Uma tarde com Einstein", Orfeu Bertolami.
- 2 de Novembro - "Portugal, a Relatividade e os anos trinta", Augusto Fitas.
- 9 de Novembro - "Três histórias em torno de um eclipse", Ana Simões.
- 16 de Novembro - "A Física em Coimbra no *annus mirabilis* de Einstein", Décio Martins.
- 23 de Novembro - "Melo e Simas: o português que testou Einstein", Joaquim Fernandes.
- 30 de Novembro - "Física Clássica e Relatividade: continuidade e ruptura", António Brotas.

No dia 14 de Novembro poderão ouvir-se as composições mais apreciadas por Einstein ao longo da sua vida, durante um concerto de órgão e violino, que decorrerá na Capela de S. Miguel, pelas 21 horas e 30 minutos.

As escolas interessadas em visitar a exposição deverão inscrever-se através do seguinte e-mail: scosta@teor.fis.uc.pt. Todas as visitas serão conduzidas por monitores.

Para mais informações consultar: <http://nautilus.fis.uc.pt/aif/>.

CONCURSO O FÍSICO PRODIGIOSO

QUEM? ALUNOS DO 7.º AO 12.º ANO

QUANDO? DE 6 DE OUTUBRO A 16 DE DEZEMBRO

Outubro
a Dezembro
de 2005

alunos do 3.º ciclo
do ensino básico
e secundário

à luz de

EINSTEIN

1905-2005

ONDE? NA FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN, EM LISBOA

COMO? NUMA VISITA GUIADA À EXPOSIÇÃO "À LUZ DE EINSTEIN 1905-2005"

Exposição

14 de Outubro a
30 de Novembro
de 2005

EINSTEIN ENTRE NÓS

Biblioteca Geral
da Universidade
de **Coimbra**
(Sala de São Pedro)

A recepção de Einstein
em Portugal
de 1905 a 1955



Einstein chega
a Lisboa a bordo
do paquete
Cap Nort



O professor Einstein

Passou em Lisboa a bordo de «Cap Nort»

«O professor Einstein chegou a Lisboa a bordo do paquete Cap Nort, vindo de Nova York, depois de ter estado em Nova York, onde se encontrou com o presidente Roosevelt, e depois de ter estado em Nova York, onde se encontrou com o presidente Roosevelt, e depois de ter estado em Nova York, onde se encontrou com o presidente Roosevelt»

Segundo as últimas informações, o mais velho homem do mundo, depois de ter estado em Nova York, onde se encontrou com o presidente Roosevelt, e depois de ter estado em Nova York, onde se encontrou com o presidente Roosevelt, e depois de ter estado em Nova York, onde se encontrou com o presidente Roosevelt»



Eclipse do Sol
na Ilha do Príncipe
pode provar teoria
revolucionária



NOS PRÓXIMOS NÚMEROS



RUY LUÍS GOMES
FÍSICO - MATEMÁTICO

João da Providência

ENTREVISTA COM SIR PETER MANSFIELD

Prémio Nobel da Medicina em 2003