

**Ouro e tesouros
patrimoniais:**
compreender e
conservar.

**O mistério da
origem** da energia
escura.

**A Recordar o Passado, a
Pensar o Futuro:** era uma
vez uma Gazeta de Física...



Índice

- 3 **O mistério da origem da energia escura**
Lawrence M. Krauss
- 7 **Ouro e tesouros patrimoniais: compreender e conservar**
Maria Filomena Guerra
- 12 **Armando Carlos Gibert**
(1914-1985),
o fundador da Gazeta da Física
Júlia Gaspar
- 14 **A Recordar o Passado, a Pensar o Futuro: era uma vez uma Gazeta de Física...**
Ana Simões e Júlia Gaspar
- 17 **Físicos Dente-de-leão**
Karin Schönning e Agnes Lundborg
- 21 **WS Energia**
Gonçalo Figueira
- 23 **A experiência da Gravity Probe B (GPB)**
Entrevista a Francis Everitt
Por Carlos Herdeiro
- 26 **Entrevista a Freeman Dyson**
Por Filipe Moura
crónica: física divertida
- 29 **Arthur C. Clarke: da órbita ao elevador espacial**
Carlos Fiolhais
crónica: pensamentos quânticos
- 30 **“Cala-te enquanto calculas” ou “cala-te e calcula”?**
Jim Al-Khalili
- 32 **Notícias**
Por João Caraça, Marta Lourenço, Luís Melo, Filipe Moura, Tânia Rocha, José Paulo Santos
- 39 **Que espaços para o ensino das ciências?**
Maria de Luz Castro
- 40 **Modernização dos espaços para o ensino das Ciências no Ensino Secundário**
Teresa Heitor, Vitor Duarte Teodoro, João Fernandes, Clara Boavida
- 44 **Porque rodopia o móbile?**
Constança Providência
- 46 **O cogumelo e a maçã**
Gonçalo Figueira
- 47 **Entrevista a Ene Ergma**
Por Gonçalo Figueira e Teresa Peña
- 48 **Videos para o Ensino da Física e da Química**
Gonçalo Figueira
- 49 **Cartoons**
- 50 **Histórias da Luz e das cores**
Gonçalo Figueira
- 51 **Porque é que o mar é azul? E outras 101 Questões sobre a Ciência do dia-a-dia**
Gonçalo Figueira
- 52 **Nova Lei, novo Futuro?**
Teresa Peña

Publicação Trimestral Subsidiada



FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR



Editorial

NOVO CICLO, COM NOVA EQUIPA E DIRECÇÃO, NA GAZETA DE FÍSICA: NOVAS SECÇÕES, NOVOS COLUNISTAS. O QUE NOS MOTIVA? O FUTURO CONTRA PASSADO? NÃO, ANTES O FUTURO COM PASSADO: UM PRINCÍPIO QUE QUEREMOS SEGUIR.

É a ciência que nos move. Como dizia Niels Bohr, o físico que inventou o primeiro modelo matemático do átomo, embora a matemática seja a linguagem do desenvolvimento da física, no final, é na linguagem normal que o conhecimento acumulado se tem de exprimir. Dito de outra forma, por mais que se queira, não há ciência a sério sem especialização, mas o valor da ciência só começa quando a ciência se comunica, e permite a sua *apropriação* fora do seu ciclo fechado.

Ora, as sociedades de hoje são, por um lado, cada vez mais alicerçadas no desenvolvimento científico, e por outro, mais atentas à aplicação dos dinheiros públicos. Existem pois duas ameaças à sustentação do progresso das sociedades modernas no desenvolvimento científico: o de a ciência permanecer opaca para o público e pouco motivante para as gerações do futuro, e o de os cientistas se fecharem às ligações interdisciplinares que verdadeiramente tecem a complexidade do mundo real. A Gazeta quer contrariar estas tendências.

Porque o progresso não se faz só de mudança, mas também da conservação do que já está bem, a nova direcção da Gazeta de Física revê-se nos princípios editoriais definidos há 7 anos pela direcção antecedente (www.spf.pt). Assim, continuará a publicar “artigos de interesse para estudantes, professores e investigadores em Física”, e que visem também “promover o interesse dos jovens pelo estudo da Física, o intercâmbio de ideias e experiências profissionais entre os que ensinam, investigam e aplicam a Física”.

A nova equipa descobriu ainda outras fontes de inspiração mais remotas, na história da Gazeta. Mais precisamente, inspirámo-nos no primeiro número da Gazeta de Física, datado de Outubro de 1946: “(...) Desejamos pôr as páginas da Gazeta de Física ao serviço do maior número de físicos ou amigos da Física e para defesa das ideias mais diversas.” (Armando Gibert, um dos fundadores da Gazeta de Física).

Paradoxalmente, esta ideia, que tem 60 anos, é muito actual. Só no século XXI, depois da internet dos anos 90, se pode concretizar plenamente. Há um espaço editorial democratizado aberto à autoria de todos. São os blogues, os vídeos, os podcasts. O melhor exemplo é a Wikipedia que através da abertura à participação de todos, evolui sem degradação da informação. E a credibilidade da Wikipedia é real. Faz com que os políticos tenham especial cuidado na sua entrada na mesma. E faz com que nas dissertações de mestrado e doutoramento das nossas universidades comecem a surgir citações à Wikipedia. Sinais dos tempos. Como o são os iPhone, iPod, iTunes. As tecnologias intuitivas da Apple de Steve Jobs e da Microsoft de Bill Gates estão a desenterrar, à sua maneira, a utopia morta com a queda do Muro de Berlim: afinal, sempre é possível partilhar à escala mundial e produzir riqueza! Não a riqueza material, a das ideias. E na ciência as ideias são o principal. Assim, além da participação de colunistas regulares, a nova equipa editorial decidiu introduzir duas outras novas componentes na Gazeta de Física: a edição *online* e a abertura internacional. Neste ciclo editorial integra-se a Gazeta no contexto globalizante de hoje. A produção *online* visa a internacionalização: permite o acesso sem fronteiras da distribuição da revista, facilita a publicação de autores internacionais. Acima de tudo, cria-se um Espaço de Opinião e Autoria aberto, onde, por exemplo, professores e alunos, podem publicar materiais vários, fotografias, vídeos, testemunhos, documentários, experiências laboratoriais, etc... Claro, queremos um espaço integrador, dinâmico, fácil e rapidamente actualizável.

“Para a Física e os amigos da Física! é a nossa dedicatória inspirada nas palavras de 1946 do fundador da Gazeta Armando Gibert.”

E que traz este volume, que sai mesmo antes do Natal? Sendo duplo, traz muito. Até brincadeiras para as crianças! Experimentem pô-las a fazer móveis de Natal, seguindo as instruções da Constança Providência. Com as crianças entretidas, haverá paz para saborear o artigo de Lawrence Krauss sobre o mistério da energia escura. Ou para ler as histórias do fundador da Gazeta e da ciência nos anos 40 em Portugal, por Ana Simões e Júlia Gaspar. Neste número, onde o futuro se cruza com o passado, o artigo de Filomena Guerra expõe os métodos da Física actual para desvendar a história da tecnologia de trabalhar o ouro. E revelar *pastiches*, o que pode dar ideias aos mais desconfiados que tenham recebido uma jóia como prenda de Natal. Na entrevista de Carlos Herdeiro a Francis Everitt discute-se “A experiência da *Gravity Probe B*”. E há também a entrevista a Freeman Dyson, feita por Filipe Moura, por ocasião da Conferência “A Ciência terá limites?”, organizada em Outubro passado na Fundação Calouste Gulbenkian. Também não pode ficar esquecido o artigo de Gonçalo Figueira sobre uma jovem empresa portuguesa, que apesar dos limites da ciência e da vida, faz e vende tecnologia. Mas há mais histórias e apontamentos. Se o séc. XVIII foi o “século das luzes”, já o séc. XIX foi o século de ouro da óptica. Disso nos fala o livro da “História da luz e das cores” de Luís Miguel Bernardo, apresentado por Gonçalo Figueira. Este volume traz também os resultados de um estudo sueco de Karin Schönning e Agnes Lundborg sobre o *gap* entre géneros na Física. Incidentalmente, em 2007-2008, continuará a decorrer o Projecto Europeu **gapp** (*Gender Awareness Participation Process*) sobre as diferenças de género na escolha de estudos e carreiras científicas, em que o Pavilhão do Conhecimento – Ciência Viva é um dos parceiros.

Na Europa, há países onde a percentagem de mulheres investigadoras não excede 17%. Não resistimos a recordar Eduardo Prado Coelho “seria incapaz de escrever se as mulheres fossem incapazes de ler”. Na ciência, apetece

dizer que não valeria a pena escrever artigos científicos se os homens não os lessem. Em Portugal, a situação é bem melhor que no geral da Europa. No entanto, nas ciências e nas engenharias as mulheres portuguesas são apenas cerca de 30%. Têm os homens mais condições para fazer ciência que as mulheres? São estas menos aptas para a ciência? O que existe é preconceito. A base desse preconceito é a história das mulheres na ciência ser mais curta que a história dos homens na ciência. Só a partir do princípio do século XX é que lentamente as universidades se foram abrindo às mulheres. É pois natural que haja menos mulheres nos livros de história da ciência. A percepção de compatibilidades/incompatibilidades resulta de uma miopia, isto é, de quem só vê de muito perto a história das universidades e da ciência. Esta é de facto (ainda) uma história dos homens, e não de mulheres.

Finalmente realçamos as colunas que vão ser regulares de Carlos Fiolhais e de Jim Al-Khalili, respectivamente, Física Divertida e Pensamentos Quânticos. Neste número, a primeira evoca o lançamento do Sputnik há 50 anos, a segunda uma notícia de 2007 sobre avanços na ainda incompreensível, mas serenamente inabalável, Mecânica Quântica.

Para a Física e os amigos da Física! É a nossa dedicatória inspirada nas palavras de 1946 do fundador da Gazeta Armando Gibert. Porque, como diz Freeman Dyson na entrevista que publicamos, “a Física é uma ferramenta de construção”. E também, como diz Francis Everitt na outra entrevista deste número, “vale a pena fazer ciência pela ciência”.

Teresa Peña

Ficha Técnica

Propriedade

Sociedade Portuguesa de Física
Av. da República, 37 - 4.^o
1050-187 Lisboa
Telefone: 217 993 665

Equipa

Teresa Peña (Directora Editorial)
Gonçalo Figueira (Editor)
Carlos Herdeiro (Editor)
Filipe Moura (Editor)
Yasser Omar (Editor)
Tânia Rocha (Assistente Editorial)
Ana Sampaio (Tradutora)

Secretariado

Maria José Couceiro
mjose@spf.pt

Colunistas e Colaboradores regulares

Jim Al-Khalili
Carlos Fiolhais
Constança Providência
Ana Simões

Colaboraram também neste número

Clara Boavida (FCT/UNL)
João Caraça (Director do Serviço de Ciência da Fundação Calouste Gulbenkian)
Maria da Luz Castro (Escola Secundária D. Dinis, Lisboa)
João Fernandes (FCT/UNL)
Júlia Gaspar (UL)
Maria Filomena Guerra (CNRS – Palais du Louvre, Paris)
Teresa Heitor (IST/UTL e Parque Escolar E.P.E.)
Lawrence M. Krauss (Case Western Reserve University)
Marta Lourenço (Museu de Ciência, UL)
Agnes Lundborg (Universidade de Uppsala)
Luís Melo (IST/UTL)
Karin Schönning (Universidade de Uppsala)
Vitor Duarte Teodoro (FCT/UNL)

Design / Produção Gráfica

Dossier, Comunicação e Imagem
www.dossier.com.pt

NIPC 501094628

Registo ICS 110856

ISSN 037-3561

Depósito Legal 51419/91

Tiragem 2.000 Ex.

Publicação Trimestral Subsidiada

As opiniões dos autores não representam necessariamente posições da SPF.

Preço N.º Avulso €5,00 (inclui I.V.A.)

Assinatura Anual €15,00 (inclui I.V.A.)

Assinaturas Grátis aos Sócios da SPF.



O mistério da origem da energia escura

Lawrence M. Krauss (Tradução: Ana Sampaio)

PODEREMOS ESTAR A VIVER AGORA UMA ÉPOCA MUITO ESPECIAL, A ÚNICA ÉPOCA NA HISTÓRIA DO UNIVERSO EM QUE É POSSÍVEL INFERIR A EXISTÊNCIA DE ENERGIA ESCURA, OBSERVANDO A EXPANSÃO DO UNIVERSO.

Em 1998, recorrendo a observações relativas à velocidade de recessão de supernovas distantes, dois grupos de astrónomos fizeram uma das descobertas cosmológicas mais profundas e revolucionárias dos últimos tempos. Utilizando as chamadas supernovas do Tipo 1a (caracterizadas pelo espectro específico de cores emitido pela estrela que explodiu) como “velas padrão” para determinar a distância às galáxias longínquas onde essas supernovas se encontravam, e medindo igualmente o desvio para o vermelho dessas galáxias, para determinar as suas respectivas velocidades de recessão cósmica, concluíram que o nosso Universo não só não está a

reduzir a velocidade da sua expansão, conforme se esperaria de qualquer universo sensato, como, pelo contrário, está a aumentá-la! Um universo em aceleração exige algum tipo de antigravidade cósmica a controlar a expansão. Essa repulsão gravitacional poderá surgir, se dotarmos o espaço vazio de energia!

FOI A OBSERVAÇÃO DIRECTA DE UM UNIVERSO EM ACELERAÇÃO QUE TORNOU CLARO QUE A VISÃO DA EVOLUÇÃO DO UNIVERSO E DO SEU FUTURO TEM DE SER ALTERADA

Muito embora vários de nós, físicos teóricos, tenhamos defendido há alguns anos que alguma coisa semelhante a “energia escura” terá de existir, ao nível que foi agora confirmado pelos dados da supernova, para poder explicar aquilo que de outra forma seriam inconsistências noutras observações cosmológicas, podemos dizer que foi a observação directa de um universo em aceleração que tornou claro para toda a comunidade que a nossa visão não só da actual evolução do universo, mas também do seu futuro a longo prazo, tem de ser alterada.

Além disso, o facto de a energia escura ser completamente inexplicável a partir das nossas teorias fundamentais da físi-

ca significa que a compreensão da sua natureza nos forçará inevitavelmente a rever a nossa concepção dos primeiros momentos do Big Bang. É por isso que é tão entusiasmante tentar resolver o mistério da origem e da natureza desta forma exótica de energia que permeia o espaço vazio. O problema, todavia, é que é bastante provável que as observações futuras não consigam esclarecer muito mais todas estas importantes questões. O que significa que resolver a natureza da energia escura poderá exigir ideias novas, e boas ideias, no domínio da física teórica, que são agora frequentemente mais difíceis de conseguir do que novas observações.

Embora não disponhamos de bons cálculos teóricos que nos permitam prever o valor observado para a densidade da energia escura no espaço, o candidato mais provável para a sua origem é a famosa Constante Cosmológica de Einstein. Proposta como um termo adicional nas suas equações da Relatividade Geral para tornar possível aquilo que Einstein julgava então ser o nosso universo estático e eterno, esta forma de “antigravidade” que permeia o espaço tem agora um suporte teórico diferente. A mecânica quântica, combinada com a relatividade, sugere que o espaço vazio não está efectivamente vazio, mas sim cheio de uma mistura desordenada de “partículas virtuais” que aparecem e desaparecem em intervalos de tempo tão pequenos que não conseguimos detectá-las directamente. No entanto, embora essa detecção directa não seja possível, os efeitos indirectos destas partículas deixam uma impressão mensurável em tudo, desde a força que se exerce entre placas de metal contíguas até à distribuição por níveis de energia nos átomos.

PODER-SE-IA ESPERAR QUE A ENERGIA NO ESPAÇO VAZIO VIESSE DE PARTÍCULAS VIRTUAIS.

Assim, poder-se-ia igualmente esperar que estas partículas virtuais fornecessem energia ao espaço vazio. Quando analisamos essa possibilidade, descobrimos que ela resulta num termo que é idêntico à constante cosmológica original de Einstein, que conduz a uma repulsão universal e, por consequência, se conseguir ultrapassar a densidade de energia do universo, a um universo em aceleração. Esta forma de energia é gravitacionalmente repulsiva, porque tem uma “pressão negativa” com uma intensidade precisamente igual e de sinal contrário à da sua densidade. Para qualquer substância, parametrizamos o valor da pressão dividida pela energia, através de uma quantidade a que chamamos o parâmetro da “equação de estado” w , cujo valor é igual a -1 para este tipo de “energia do vácuo”. Em contrapartida, a equação do factor de estado para a matéria é 0 e para a radiação é $1/3$. Na verdade, para todos os tipos normais de matéria e radiação, w é maior ou igual a zero. É possível demonstrar que se $w < -1/3$ para qualquer substância, isso conduz a repulsão gravitacional. A energia do vácuo, que parece surgir em quase todas as teorias quânticas fundamentais, é assim uma forte candidata a energia escura.

Até aqui, tudo bem. No entanto, quando tentamos estimar a intensidade da energia do vácuo com base nos nossos conhecimentos actuais sobre física das partículas elementares, obtemos um valor 120 vezes maior do que o esperado!

A ENERGIA ESCURA É UMA CONSTANTE COSMOLÓGICA OU OUTRA COISA QUALQUER?

Se a energia escura que observamos corresponde a uma constante cosmológica resultante de uma energia de vácuo não nula em mecânica quântica, então há algo de basicamente errado nas nossas teorias fundamentais de física de partículas. Se, todavia, a fonte da energia escura é outra coisa qualquer, algo que imita uma constante cosmológica, mas que pode, por exemplo, ir mudando com



Dark Matter Ring in Galaxy Cluster Cl 0024+17 (ZwCl 0024+1652)
Hubble Space Telescope • ACS/WFC

NASA, ESA, and M.J. Jee (Johns Hopkins University)

STScI-PRC07-17a

Dark matter ring créditos de NASA, ESA e M.J. Jee (John Hopkins University).

o tempo, para desaparecer em algum momento futuro (como poderia ocorrer com algum campo na natureza que ficasse “preso” numa configuração metaestável, para acabar por se atenuar no futuro numa configuração com energia nula), então talvez a energia fundamental do vácuo na natureza seja na realidade precisamente igual a zero, talvez devido a novas simetrias da natureza que anulassem exactamente as contribuições de todas as partículas virtuais.

É aí, precisamente, que está o busílis da questão. A única forma que temos de determinar observacionalmente que a energia escura não é uma constante cosmológica é conseguirmos de alguma forma medir a sua equação de estado e descobriremos que a certa altura ela não é, ou não era, igual a -1 . Se o valor medido for indistinguível de -1 , dentro de certas incertezas experimentais, não teremos aprendido nada! Neste caso, a energia escura poderia ser quer uma constante cosmológica, quer algo menos (ou mais) exótico que se limitaria a ser muito semelhante a uma tal constante.

OS DESAFIOS OBSERVACIONAIS SÃO EXTREMAMENTE DESENCORAJADORES, MAS NÃO DEVEMOS DESISTIR

E aqui os desafios observacionais são extremamente desencorajadores. Os dados que já existem revelam-nos que w está próximo de -1 (o valor mais adequado para w é igual a -1 ± 0.2). Além disso, uma vez que não dispomos de qualquer teoria que nos permita dizer que, de facto, w não é igual a -1 em momento algum, quando tentamos comparar observações futuras da taxa de expansão do universo em função do tempo com previsões teóricas, temos de permitir a possibilidade de uma variação temporal arbitrária de w . Quando a poeira assentar e as incertezas observacionais forem tomadas em linha de conta, esta incerteza teórica

adicional sugere que será muito difícil distinguir observacionalmente se a equação de estado da energia escura se desvia efectivamente de -1 em algum momento.

Os meus colegas Dragan Huterer, Kate Jones Smith e eu próprio mostrámos por exemplo que, mesmo que fossem feitas 3000 observações de supernovas com uma precisão ligeiramente superior a tudo o que foi possível até agora, incorporar a incerteza teórica na possível natureza de w significa que as derradeiras restrições que se deduzem sobre w poderiam melhorar no máximo por um factor de 2. Mas suponhamos que $w = -0,96$. Isto significa que, mesmo que consigamos melhorar a incerteza existente em w por um factor de 10, utilizando uma variedade de técnicas propostas, para além da simples medição de supernovas distantes, a nossa capacidade de estabelecer inequivocamente que $w \neq -1$ não será possível ao trabalharmos com um grau de confiança de 95%, por exemplo.

Isto não significa que devemos desistir de medir w . Significa, simplesmente, que, se os observadores querem ter uma esperança razoável de obter progressos significativos, terão de trabalhar muito arduamente para reduzirem as incertezas sistemáticas para níveis bem abaixo daqueles que restringem as actuais observações. E mesmo que o façam, teremos de viver com a clara possibilidade de que a resposta observacional à única pergunta que realmente interessa (i.e., a energia escura é uma constante cosmológica ou outra coisa qualquer?) esteja para lá da nossa capacidade experimental.

Se não conseguirmos responder a esta pergunta, não será apenas a nossa capacidade de produzir modelos de física de partículas que ficará limitada, mas também a nossa capacidade de determinar qual o futuro a longo prazo do universo. Esta questão poderá parecer irrelevante para muita gente actualmente, mas irá ser vital para os cientistas no futuro longínquo, já que mostrámos recentemente que, se a matéria escura for efectivamente uma constante cosmológica, os cientistas do futuro perderão todas as provas de que vivemos num universo em expansão dominado pela energia escura.

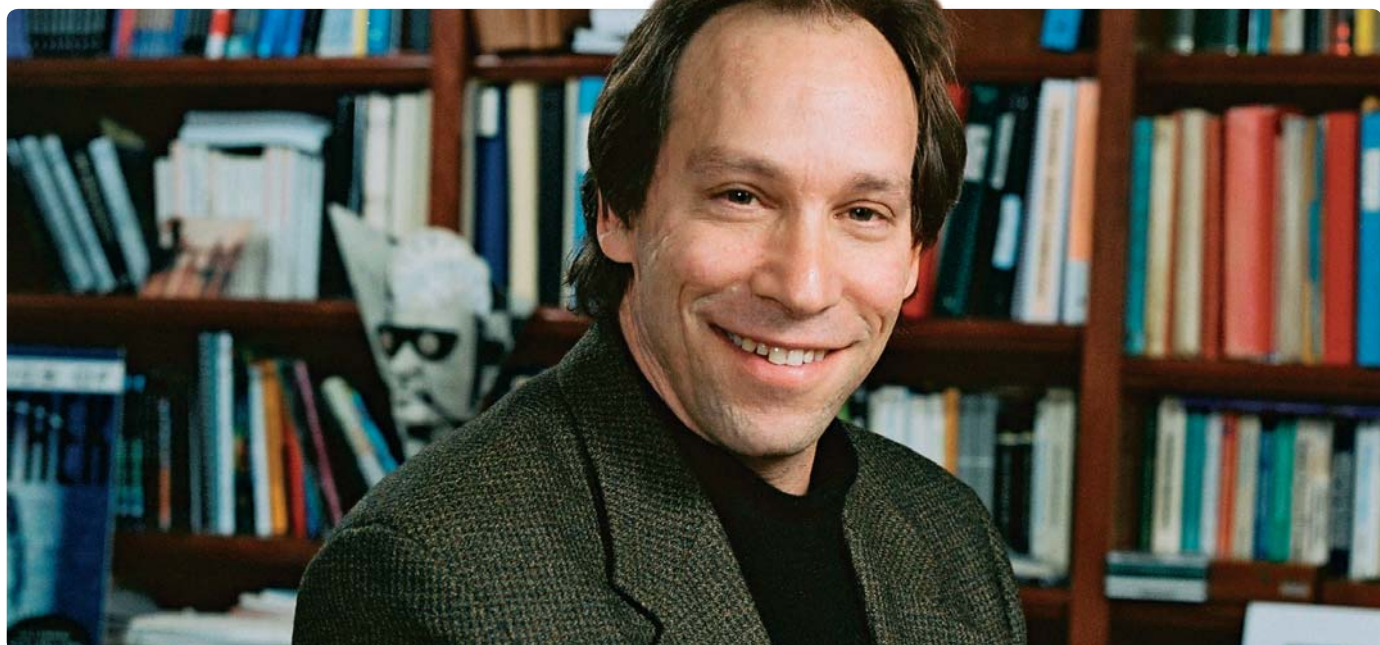
NUM UNIVERSO EM ACELERAÇÃO, TODAS AS GALÁXIAS FORA DO NOSSO SUPERCLUSTER LOCAL ACABARÃO POR AFASTAR-SE DE NÓS MAIS DEPRESSA DO QUE A VELOCIDADE DA LUZ E FICARÃO ENTÃO INVISÍVEIS

A razão para isso é simples: num universo em aceleração, todas as galáxias que se encontram fora do nosso supercluster local de galáxias serão arrastadas pela expansão e acabarão por se afastar de nós mais depressa do que a velocidade da luz (isso é permitido na relatividade geral, se os objectos estiverem a ser arrastados pelo próprio

espaço, que está em expansão). Ficarão então invisíveis. Num período de cerca de 100 biliões a um trilião de anos, o resto do universo acabará por desaparecer literalmente, deixando-nos aparentemente sós num universo ilha, tal como pensávamos que estávamos ainda à cem anos.

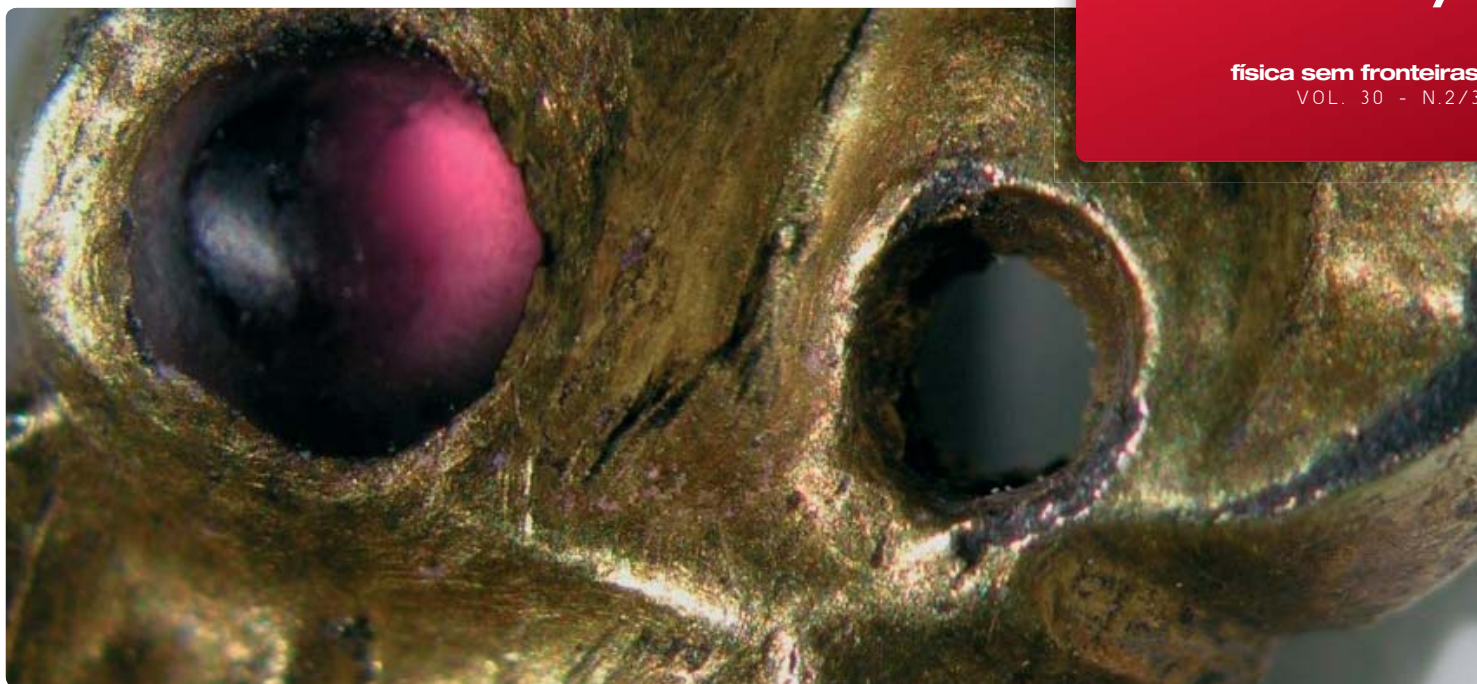
Neste caso, poderemos estar a viver agora uma época muito especial, nomeadamente a única época na história do universo em que é possível inferir a existência de energia escura, observando a expansão do universo.

Sendo assim, talvez não nos devamos sentir muito mal se as observações das próximas décadas não nos permitirem deslindar o mistério da natureza e da origem da energia escura. Na ciência, são os próprios mistérios que nos fazem mover e que incitam os teóricos a continuarem a especular sobre a natureza última da realidade e os observadores a procurarem novos instrumentos para a sondar. E, felizmente, a natureza continua a surpreender-nos de uma forma que ultrapassa em muito a imaginação dos teóricos, levando-nos a apreciar mais ainda as extraordinárias circunstâncias em que conseguimos explorar o mundo à nossa volta.



Lawrence M. Krauss é Professor de Física Ambrose Swasey, Professor de Astronomia e Director do Center for Education and Research in Cosmology and Astrophysics, da Case Western Reserve University. Os seus livros que abordam a questão da energia escura incluem Quintessence e, mais recentemente, Hiding in the Mirror. O seu site é <http://www.phys.cwr.edu/~krauss/>.

Fotografia: de <http://www.phys.cwr.edu/~krauss/>, créditos de Lawrence Krauss.



Ouro e tesouros patrimoniais: compreender e conservar

Maria Filomena Guerra

A ETERNA BUSCA DE CONHECIMENTOS SOBRE A EVOLUÇÃO DAS SOCIEDADES QUE NOS PRECEDERAM PASSA PELO ESTUDO DOS DOCUMENTOS QUE NOS FORAM LEGADOS, DAS OBRAS DE ARTES QUE FOMOS CAPAZES DE CONSERVAR E DOS VESTÍGIOS ARQUEOLÓGICOS QUE CONSEGUIMOS ATÉ HOJE DESCOBRIR.

Apesar do primeiro trabalho efectuado por Klaproth em 1798 (Klaproth 1798), é a revolução no mundo da Física e da Química no final do século XIX que faz recrudescer o interesse pelo passado no seio da comunidade científica. As novas descobertas

científicas vão encontrar rapidamente uma aplicação no domínio do património cultural, mesmo se as primeiras aplicações são raras, pois parcialmente destrutivas. Para citar os cientistas mais célebres, Marcelin Berthelot publica entre 1877 e 1906 vinte trabalhos sobretudo sobre a análise de metais e Humphrey Davy publica nos anos 1920 análises de pinturas (Caley 1948). A referir ainda o trabalho de Friedrich Rathgen (Rathgen 1898) que foi director de 1888 a 1927 do mais antigo laboratório de conservação e restauro (Riederer 1976).

São, no entanto, os anos 1950 que vêem nascer uma nova disciplina, designada “Arqueometria”, cujo advento está intrinsecamente ligado ao lançamento em Inglaterra de duas novas revistas: “Archaeometry” e “Studies in Conservation” (ver Beck 1980). No seu início, a Arqueometria contava com três grandes temas: a datação, a prospecção geofísica e a caracterização dos materiais. A datação vê o seu desenvolvimento ligado às inovações no campo da Física nuclear – radiocarbono, séries radioactivas, etc. – da Física do estado sólido e do magnetismo; a prospecção geofísica desenvolve-se graças aos novos aparelhos de medida das propriedades electromagnéticas da Terra; e a caracteriza-

Maria Filomena Guerra obteve o doutoramento em Física em Portugal, e faz investigação em França onde se notorizou pelo seu trabalho em arqueometria. Trabalha no *Palais du Louvre*, no *Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France*, CNRS.

Referências

- Beck C.W. 1980. Archaeometric Clearinghouse, *Journal of Field Archaeology* 7: 4. 461-465.
- Caley E.R. 1948. On the application of Chemistry to Archaeology, *The Ohio Journal of Science* 48:1, 1-14.
- Craddock P.T., Cowell M.R., Guerra M.F. 2005. Controlling the composition of gold and the invention of gold refining in Lydian Anatolia, *Anatolian Metal III, Der Anschnitt* 18, 67-77
- Di Mantova A., Guerra M.F. 2005. Les bagues à cartouche. In *Trésors antiques, bijoux de la collection Campana*, Louvre, Editions 5 Continents, 111-113
- Guerra M.F., Calligaro T. 2003. The analysis of gold: manufacture technologies and provenance of the metal, *Measurement in Science and Technology* 14, 1527-1537.
- Guerra M.F. 2004a, Fingerprinting ancient gold with proton beams of different energy, *Nucl. Instrum. and Methods B* 226, 185-198
- Guerra M.F. 2004b. The circulation of South American precious metals in Brazil in the end of the 17th century, *Journal of Archaeological Sciences* 31, 1225-1236.
- Guerra M.F., Calligaro T., Dran J.-C., Moulherat C., Salomon J. 2005. Development of a PIXE, PIGE and PIXE-XRF combination for the analysis of the gold from the First Empire of the Steppes. In *Geoarcheological and Bioarcheological Studies* 3, H. Kars & E. Burke eds., 343-346.
- Guerra M.F. 2005, Trace elements fingerprinting using accelerators and ICP-MS: circulation of gold from the 6th century BC to the 12th century AD, In *Cultural Heritage Conservation and Environmental Impact Assessment by Non-Destructive Testing and Micro-Analysis*, R. Van Grieken & K. Janssen eds., Balkema, Taylor and Francis group, London, 223-244
- Guerra M. F., Calligaro T., Radtke M., Reiche I., Riesebeier H. 2005. Fingerprinting ancient gold by measuring Pt with spatially resolved high energy Sy-XRF, *Nucl. Instrum. and Methods B* 204, 505-511.
- Guerra M.F. 2006. Etruscan gold jewellery pastiches of the Campana's collection revealed by scientific analysis. In *De Re Metallica: dalla produzione antica alla copia moderna*, Studia Archaeologica 150, Cavallini M., Gigante G. E. eds., L'Erma Di Bretschneider, Roma, 103-128.
- Guerra M.F., Calligaro T., Perea A. 2007. The treasure of Guarrazar: tracing the gold supplies in Visigothic Iberian peninsula, *Archaeometry* 49:1, 53-74 (free on-line Archaeometry-Blackwell)
- Gopher A., Tsuk T., Shalev S., Gophna R. 1990. Earliest Gold Artifacts in the Levant, *Current Anthropology* 31:4, 436-443.
- Hall, M E, Brimmer S P, Li F H, Lablonsky L. 1998. ICP-MS and ICP-OES Studies of Gold from a Late Sarmatian Burial, *Journal of Archaeological Sciences* 25, 545-552.
- Junk S.A., Pernicka E. 2003. An Assessment of Osmium Isotope Ratios as a New Tool to Determine the Provenance of Gold with Platinum-Group Metal Inclusions, *Archaeometry* 45,2, 313-331
- Klaproth, M. H. 1798. *Mémoire de Numismatique*

ção desenvolve-se em paralelo com as novas descobertas ligadas às propriedades físicas, químicas, mecânicas, etc. dos diferentes materiais.

O desenvolvimento de outros centros de interesse, trazendo chaves diferentes para abrir os segredos do passado, tais como a biologia, a climatologia, e a genética, teve como consequência a reorganização dos temas de investigação da Arqueometria em áreas mais específicas e, por conseguinte, o aparecimento de novos grupos de investigação e de novas revistas de especialidade (as actas do "International Symposium on Archaeometry" dão uma ideia desta evolução).

A ciência dos materiais do património é um dos grandes temas actuais da Arqueometria. Este tema agrupa uma larga comunidade científica que investiga a evolução das técnicas de fabricação dos objectos do passado, tenta traçar as antigas rotas de comércio e compreender os mecanismos de alteração. Vidros, metais, cerâmicas, pedras preciosas, pigmentos, tecidos, obsidianas, são alguns dos materiais utilizados na fabricação das diferentes obras que chegaram até nós (Pollard et al 2007). Entre eles o ouro, metal de prestígio que tem acompanhado a nossa história desde o final do V milénio a.C., de acordo com os vestígios encontrados até hoje na Bulgária, Anatólia, Mesopotâmia e Egipto (Gopher et al 1990).

Sob a forma de pepita ou pó ("visível"), o ouro pode ser encontrado em depósitos primários (quartzo aurífero) ou em depósitos secundários (p.e. nas águas dos rios: ouro aluvial). A sua ductibilidade e a sua maleabilidade fazem do ouro um metal que pode ser trabalhado a frio. É por esta razão que o ouro é um dos primeiros metais a ser trabalhado pelo Homem. Mais tarde, o ouro é afinado (por copelação e cementação, Craddock et al 2005) para ser depois misturado com prata e cobre de modo a obter ligas com cor (do verde por adição de prata ao vermelho por adição de cobre, Rapson 1990), com dureza e com outras propriedades físicas e mecânicas escolhidas de acordo com o objectivo utilitário ou estético da peça. É a partir dessas ligas que o objecto (moeda, jóia, estatueta, etc.) é realizado: as formas de base são obtidas por fundição ou por deformação plástica (p. ex. simples martelagem) para serem em seguida submetidas a um largo número de operações sucessivas – polimento, soldadura, montagem, decoração, etc. – até que a forma final do objecto seja atingida (Untrach 1982).

A mera observação de um objecto em ouro e a medida das suas dimensões são importantes para a seu estudo.

No entanto, só as técnicas científicas fornecem as informações necessárias à identificação da região geológica de exploração do metal, ao estabelecimento das operações necessárias à produção da liga, à proposta dos processos de fabricação do objecto até à sua forma final, à compreensão dos possíveis mecanismos de corrosão, à recomendação de normas de conservação do objecto e de autenticação do objecto (Guerra 2006). É com esta finalidade que várias técnicas de exame e de análise foram desenvolvidas e adaptadas para o estudo dos objectos em ouro do património cultural, de tal modo que o maior número de informações seja obtido sem que o estado de conservação do objecto seja alterado (Guerra&Calligaro 2003).

As técnicas da Física baseadas na interacção da luz e da radiação, das partículas em geral, com a matéria, frequentemente não invasivas, são a base destes estudos. O exame dos objectos é feito com lupas binoculares, microscópios electrónicos de varrimento, topografia sem contacto ou ainda por radiografia e tomografia. As análises metalográficas, necessitando de uma amostra previamente polida e atacada quimicamente, são evitadas no caso dos objectos de ouro. Quanto às técnicas de análise, elas podem ser elementares, isotópicas e estruturais. Em geral as análises isotópicas, por TIMS ou MC-ICP-MS (Junk&Pernicka 2003), são utilizadas para determinar a proveniência do metal. No entanto, como uma amostra (de maior ou menor dimensão conforme o modo operativo) é destruída durante estas análises, estas técnicas são assim pouco utilizadas no caso do ouro. As corrosões e os tratamentos de superfície de tipo pátina sendo raros, as técnicas estruturais, como o XRD, são de pouca aplicação no caso do ouro. Enfim, as técnicas de análise elementar, que podem ser não invasivas, logo mais indicadas no estudo de metais preciosos, dão acesso às técnicas de fabricação dos objectos e de proveniência do metal (Guerra et al 2006).

Dos pequenos equipamentos de fluorescência de raios X, pouco dispendiosos e portáteis, aos grandes aceleradores de partículas, passando pela espectrometria de massa, um vasto leque de técnicas (Regert et al 2006, Pollard et al 2007), mais ou

Docimastique. In Mémoires de l'Académie Royal des Sciences et Belles Lettres (Berlin: Classe de Philosophie Expérimentale), 97-113.

Pollard A.M., Batt C.M., Stern B., Young S.M.M. 2007. Analytical chemistry in archaeology, Cambridge Manuals in Archaeology Series. Cambridge University Press.

Rapson R.W., 1990. The Metallurgy of the Coloured Carat Gold Alloys, Gold Bulletin 23,4, 128-133

Rathgen F. 1898. Die Konservierung von Altertumsfunden, Berlin (traduzido em inglês em 1905: The preservation of Antiquities)

Regert M., Guerra M.F., Reiche I. 2006. Analyses physico-chimiques des matériaux du patrimoine culturel : Objectifs, principes, méthodes et exemples d'application. Techniques de l'Ingénieur: partie 1: P 3780 (pages 1 à 21); partie 2: P 3781 (pages 1 à 11).

Riederer J. 1976. The Rethgen Research Laboratory at Berlin. Studies in Conservation 21:2, 67-73.

Stutz F., Bell B., Guerra M.F. in press. Petites fibules ansées à tête triangulaire : étude technique, In Louviers (Eure) au haut Moyen Age. Découvertes anciennes et fouilles récentes de la rue du Mûrier, F. Caré & F. Jimenez eds., Gallia.

Untrach O., 1982, Jewelry Concepts and Technology, Doubleday, New York.

menos superficiais para este material pesado, mesmo, com limites de detecção que podem ir além de 0.01 ppm, os vários elementos que entram na composição das ligas de ouro. De um modo geral, as técnicas mais utilizadas para a análise dos objectos de ouro do património são: XRF, SEM-EDX (Guerra 2006), IBA (sobretudo PIXE, PIGE e RBS, Guerra 2004a), ICP-MS (Guerra 2005), por vezes, ICP-AES e ICP-OES (Hall et al 1998), e SR-XRF (Guerra et al 2005).

Infelizmente, e como no caso dos outros materiais do património cultural, não existe nenhuma "técnica milagre" nem nenhum "protocolo de rotina". A combinação das técnicas de exame e de análise é o único modo de abordar as questões frequentes vinculadas ao ouro, tais como a autenticidade de jóias e moedas, as técnicas da fabricação das filigranas e da granulação, as ferramentas utilizadas na gravura e estampagem de motivos, as técnicas de acabamento de jóias, a proveniência do ouro utilizados para fabricar moedas e jóias...

EXEMPLOS

1. (Fig. 1.1 e 1.2) A decoração em bandas e flores de ouro de túmulos da necrópole Xiongnu (povo nómada que viveu no lado asiático da grande estepe euro-asiática) de Gol Mod, escavada pela missão arqueológica francesa na Mongólia, foi analisada por PIXE com um filtro selectivo de Cu (Guerra 2005a). O ouro utilizado para fabricar as ligas é de tipo aluvial e a qualidade destas ligas (quantidade de ouro) é variável com a forma da folha de ouro (banda ou folha) e com o estrato social do personagem enterrado (Guerra et al 2005).



1.2. Flor em ouro de Gol Mod (fotografia D. Bagault)

IBA: *Ion Beam Analysis* – termo geral utilizado para designar as técnicas de análise por feixes de iões, tais o PIGE, o PIXE e o RBS, obtidos em aceleradores de partículas.

PIGE: *Particle Induced Gamma-ray Emission* – emissão de radiação X característica dos elementos que constituem o alvo bombardeado com um feixe de partículas incidentes, em geral prótons.

PIXE: *Particle Induced X-ray Emission* – emissão de radiação γ por desexcitação dos átomos dos elementos que constituem o alvo, bombardeado com um feixe de partículas incidentes.

RBS: *Rutherford Backscattering* – detecção das partículas retrofundidas por bombardeamento de um alvo com um feixe de partículas incidentes.

ICP análise: *Inductively Coupled Plasma* – ionização de uma amostra num plasma indutivo para determinar os elementos traço de uma amostra por associação com as técnicas AES, MS, OES.

ICP -AES: associação com a técnica de espectrometria atómica de emissão.

ICP-MS: associação com a técnica de espectrometria de massa.

ICP-OES: associação com a técnica de espectrometria de emissão óptica.

MC-ICP-MS: a utilização de um multicolector (MC) e de uma ablação laser (LA) permite a medida directa sobre a amostra das razões isotópicas e elementares.

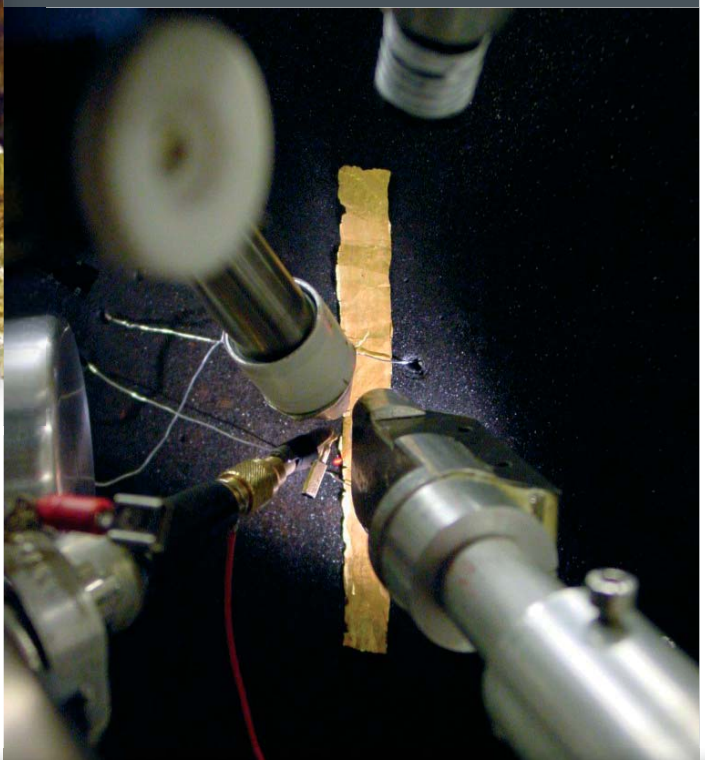
SEM-EDX: *Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-ray Microanalysis* – a microscopia electrónica de varrimento permite obter uma imagem de electrões da superfície da amostra e a associação de um sistema de fluorescência de raios X em dispersão de energia fornece a composição da zona analisada.

SR-XRF: *synchrotron radiation XRF* – fluorescência de raios X provocada num alvo por bombardeamento com radiação electromagnética proveniente de um sincrotrão.

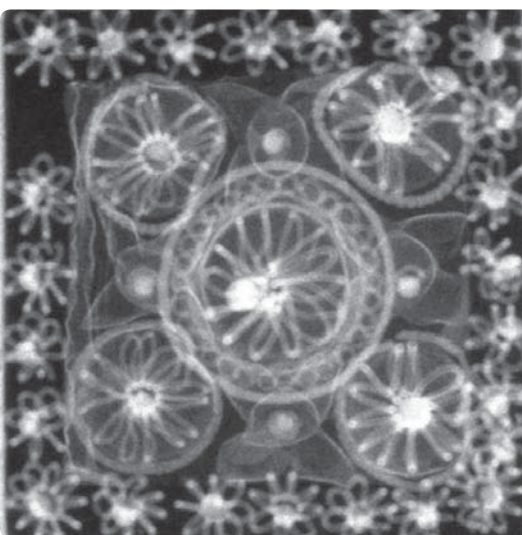
TIMS: *Thermal Ionisation Mass Spectrometry* – espectrometria de massa associada à ionização térmica para a determinação das razões isotópicas de uma amostra.

XRD: *X-ray Diffraction* – difracção de um feixe de raios-X num sistema cristalino para análise estrutural de uma amostra

XRF: *X-ray Fluorescence* – fluorescência de raios X provocada por bombardeamento de um alvo com radiação de tipo electromagnético (em geral um tubo de raios X ou uma fonte radioactiva anelar)



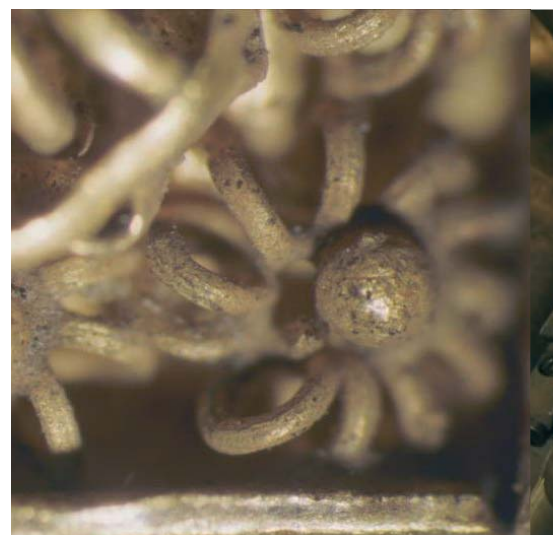
1.1. Análise por PIXE-PIGE no acelerador AGLAE do C2RMF de uma banda de ouro de Gol Mod



2.1. Radiografia X de um quadrado de bracelete (radiografia Th. Borel)



2.3. e 2.4. Pormenores de quadrados de bracelete observados com uma binocular (fotografias D. Bagault)



2. (Fig. 2.1 a 2.4) Uma simples radiografia de um bracelete em ouro, datado do século VI a.C., constituído de motivos em filigrana e granulação, mostra a existência de duas partes diferentes: uma placa central quadrada, tipologicamente semelhante às placas de brincos etruscos, enquadrada por uma série de motivos florais alinhados.

A simples observação com uma lupa binocular das filigranas destas duas partes mostra que as que constituem a parte central são ocas torcidas, típicas da ourivesaria etrusca, enquanto as do contorno são realizadas com uma feira típica do século XIX. O bracelete é um pastiche, isto é, uma montagem moderna, mas de inspiração antiga, de peças modernas e antigas (Guerra 2006).



2.2. Brinco etrusco (fotografia D. Bagault)

3. (Fig. 3.1 e 3.2) A determinação das concentrações de platina e paládio nas ligas de ouro dos lingotes fabricados no Brasil após a descoberta de minas de ouro em Minas Gerais, mostra que este ouro é caracterizado por quantidades elevadas de platina e muito elevadas de paládio. A medida destes elementos característicos da proveniência geoquímica do ouro nas moedas portuguesas, espanholas e colombianas da mesma época mostra que o numerário cunhado na Península Ibérica tem uma relação directa com as colónias sul-americanas. No entanto, se Portugal utiliza um ouro brasileiro a Espanha utiliza um ouro colombiano (Guerra 2004).

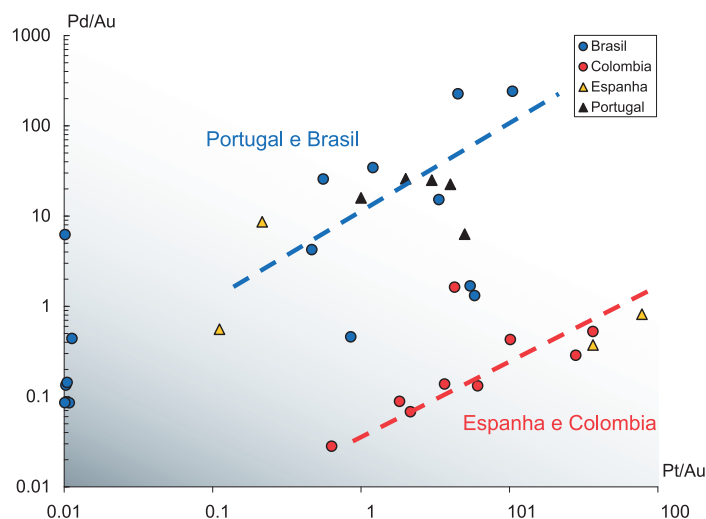
A simples observação com uma lupa binocular das filigranas destas duas partes mostra que as que constituem a parte central são ocas torcidas, típicas da ourivesaria etrusca, enquanto as do contorno são realizadas com uma feira típica do século XIX. O bracelete é um pastiche, isto é, uma montagem moderna, mas de inspiração antiga, de peças modernas e antigas (Guerra 2006).

3.1. Lingote de ouro feito em Sabará, Brasil, em 1867

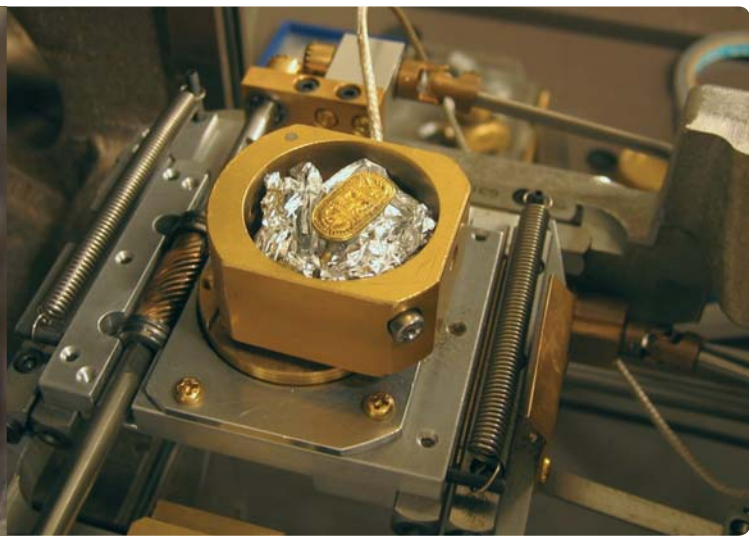


4. (Fig. 4.1 a 4.5) As jóias guardam traços do trabalho do artista que são revelados pelos estudos topográficos. A técnica utilizada (gravura, cinzeladura, estampagem...), o tipo e dimensões da ferramenta e o gesto do ourives são assim identificáveis.

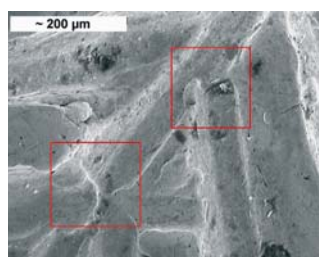
A observação ao microscópio electrónico de varrimento do cartucho de um anel fabricado em cerca de 650 a.C., mostra a história da fabricação do motivo graças à sobreposição dos traços deixados pela ferramenta. As flechas indicam os traços que são feitos à segunda passagem (Di Mantova&Guerra 2005).



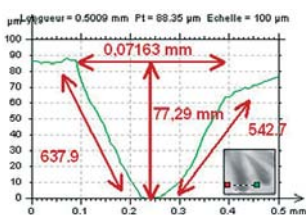
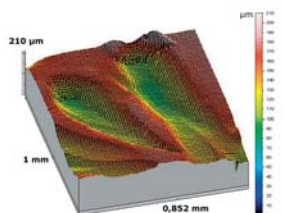
3.2. Gráfico representando as quantidades de platina e de paládio normalizadas à concentração em ouro para as moedas de Portugal, Espanha e Colômbia e os lingotes do Brasil.



4.1. Anel etrusco analisado por SEM-EDX

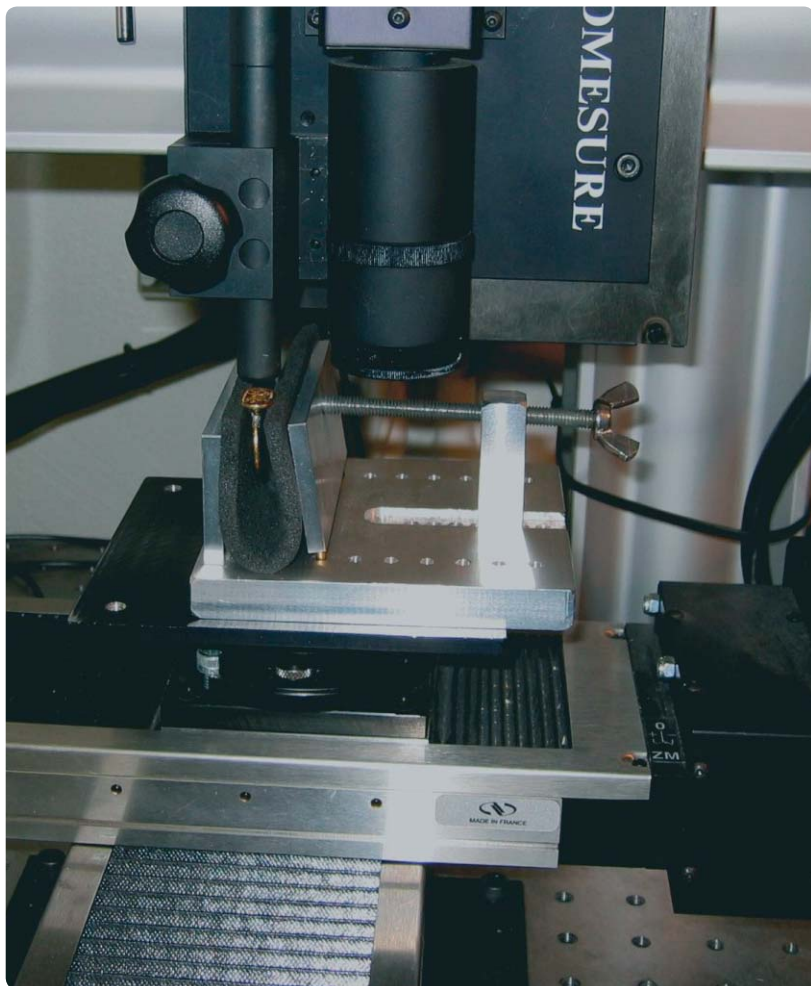


4.2. Traços de ferramenta identificados no SEM



4.3. Imagem 3D digitalizada de um pormenor de uma asa da esfinge do motivo

4.4. Perfil extraído numa secção da asa do motivo



4.5. Anel etrusco analisado por rugosimetria óptica sem contacto

A análise topográfica da superfície deste anel, em regiões seleccionadas, com uma técnica de rugosimetria óptica sem contacto com digitalização 3D mostra, por um lado, o volume do trabalho do artista, graças a uma representação a 3D em escala de cor dos dados obtidos em ponto por ponto e, por outro lado, a forma da ferramenta e as suas dimensões, assim como o tipo de técnica utilizada graças à extração de um perfil em secção (Guerra 2006). No caso do anel, a asa de uma esfinge é realizada com um cinzel triangular cujas arestas são de cerca de 1mm, e que fazem entre elas um ângulo de cerca de 95°.

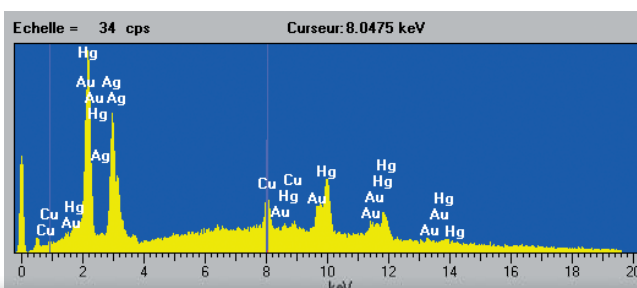
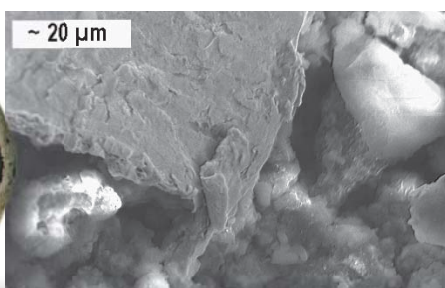
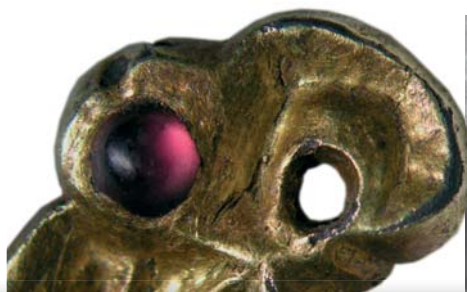
5. (Fig. 5.1 e 5.3) O ouro é um metal caro, sobretudo em períodos de carência, o que leva à produção de objectos que, não sendo em ouro, têm uma aparência dourada. Sob os Romanos, é corrente a utilização de latão (liga de cobre-zinco de aspecto dourado) assim como de bronzes e prata total ou parcialmente dourados.

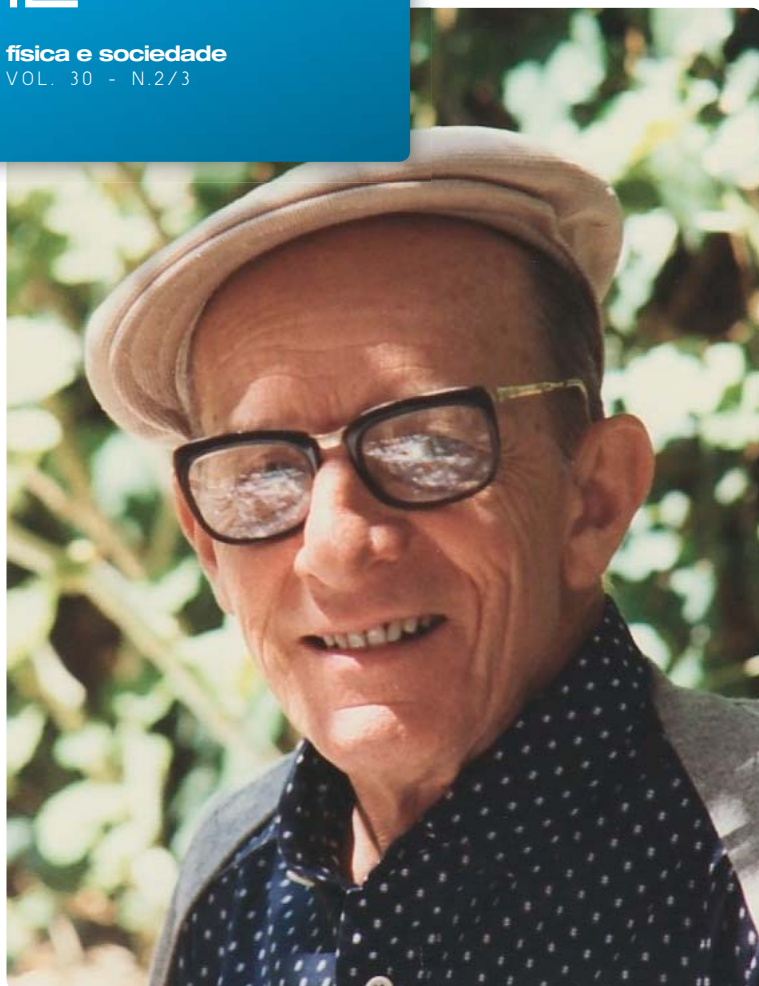
As jóias douradas são correntes na alta antiguidade. Uma observação e análise ao microscópio electrónico de varrimento com um sistema EDX de uma fibula aviforme do século V mostra por um lado uma folha de ouro sobre um substrato de uma liga de prata e cobre e por outro lado a presença entre os dois de mercúrio. Estes elementos são típicos da técnica de douradura à amalgama de mercúrio daquela época (Stutz et al. no prelo).

5.1. Pormenor da cabeça de uma pequena fibula aviforme observado com uma binocular

5.2. Folha de ouro identificada no SEM sobre um substrato em prata

5.3. Espectro EDX da zona dourada mostrando a presença de mercúrio.





Armando Carlos Gibert

(1914-1985),
o fundador
da Gazeta
da Física

Júlia Gaspar

“NO MEU REGRESSO A LISBOA FUNDEI, COM ALGUNS COLEGAS, UMA NOVA REVISTA, A GAZETA DE FÍSICA, DE CARÁCTER PROFISSIONAL E EDUCATIVO...”

CARTA DE GIBERT PARA GUIDO BECK,
19 DE NOVEMBRO DE 1946¹

Em Junho de 1946 Armando Gibert deixava Zurique onde, no Instituto de Física da Escola Politécnica Federal, tinha efectuado o doutoramento com uma tese sobre a difusão de neutrões lentos pelo hidrogénio gasoso a várias temperaturas. Quando se apresentou na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa o seu lugar de assistente de física encontrava-se preenchido. Por outro lado o contrato com a Faculdade, que terminava antes de Outubro, não seria renovado de acordo com a legislação em vigor. A solução seria a concessão da equivalência ao doutoramento

Júlia Gaspar é professora do ensino secundário e investigadora do Centro de História das Ciência da Universidade Lisboa.

Fotografia e documentos cedidos gentilmente pela família de Armando Gibert.

pelas Universidades portuguesas. Tratou da papelada que lhe pediram e depois ficou à espera... sem aulas e perante a perspectiva de muitos meses até conseguir reunir alguns dos elementos necessários à preparação de uma instalação para estudar as propriedades dos neutrões.

Tinha de descobrir uma actividade! Vieram em seu socorro as relações de trabalho e amizade com os matemáticos António Monteiro e Hugo Ribeiro, que fundaram a Gazeta de Matemática em 1940, em conjunto com outros matemáticos. Esta revista destinava-se a alunos de matemática não só das Faculdades de Ciências de Lisboa, Porto e Coimbra, mas também do 7º ano dos liceus e, por isso, em cada número, inseriam-se pontos de exame de matemática, de admissão à Faculdade ou do 7º ano, com as respectivas resoluções. Além disso publicava tanto artigos de divulgação como artigos de investigação. O interesse e utilidade da Gazeta de Matemática reflectiram-se num acolhimento muito favorável.

Porque não tentar fazer uma publicação análoga à de matemática e chamar-lhe Gazeta de Física? Esta ideia foi bem recebida pelos professores de Física da Faculdade, mas não era óbvio encontrar finan-

Circular destinada aos comerciantes, apelando para anunciarem os seus produtos na *Gazeta de Física*.

ciamento para um tal empreendimento, tanto mais que o Instituto para a Alta Cultura não se queria comprometer.

Gibert pensou então que a solução seria arranjar anúncios, designadamente de firmas vendedoras de aparelhagem para ensino ou para fins técnicos, como engenharia, medicina, etc.

O mais difícil foi arranjar anunciantes, mas também isso foi ultrapassado, com algumas dificuldades e peripécias! Para o primeiro número Gibert conseguiu juntar uns milhares de escudos quando o seu ordenado da Faculdade era 900\$00.

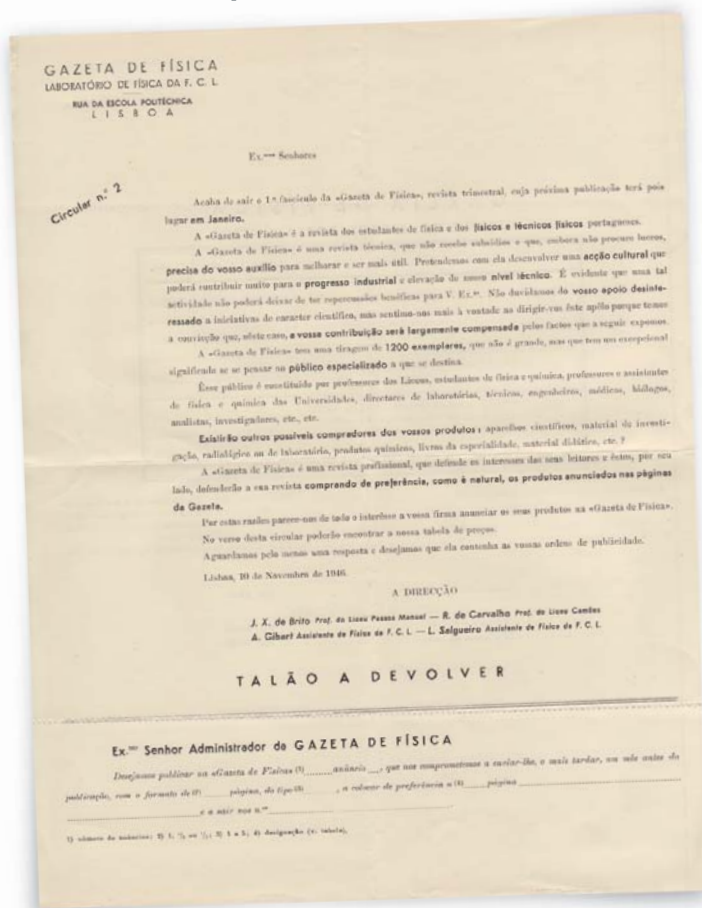
Escreveu também a todos os professores de física e química dos liceus, convidando-os a colaborar, em particular na solução de pontos de exame, artigos com sugestões didácticas, etc. Só houve uma resposta positiva, a de Rómulo de Carvalho, que se tornou um colaborador assíduo e muito eficiente! Quando saiu o primeiro número da revista, em Outubro de 1946, ele era um dos directores, responsável por uma das secções. Foi um problema arranjar colaboradores, mas não tão grave como de arranjar anunciantes!

A revista foi bem acolhida e devido à dedicação de várias pessoas à tarefa de angariação de fundos, entre as quais se contavam Lídia Salgueiro, assistente de física e Rómulo de Carvalho (o célebre poeta António Gedeão) viabilizaram a publicação da revista embora a periodicidade prevista nem sempre se tivesse conseguido manter.ⁱⁱ

A carreira académica de Gibert não teve o mesmo êxito. A equivalência ao seu doutoramento demorava e, em 1947, o conselho de ministros de Salazar determinou a rescisão do contrato de 2º assistente de Física que entretanto tinha conseguido assinar.ⁱⁱⁱ

ESTE ARTIGO COMEÇOU COM UMA CITAÇÃO DE UMA CARTA DE GIBERT A GUIDO BECK. QUEM FOI E QUE IMPORTÂNCIA TEVE GUIDO BECK, NA FORMAÇÃO CIENTÍFICA DE GIBERT?

Guido Beck era um físico judeu austríaco exilado de guerra. Encontrou-se em Portugal entre 1941 e 1943, de passagem para a Argentina, estando autorizado pelas autoridades portuguesas a realizar cursos de física teórica, tanto em Coimbra como no Porto. Quando, em 1942, tomou conhecimento do desejo de Gibert de se especializar nas técnicas de transmutação artificial por acção de partículas aceleradas, intercedeu junto de Paul Scherrer, director do Instituto de Física da Escola Politécnica Federal de Zurique, para que o recebesse. Graças a uma bolsa do Instituto para a Alta Cultura, a investigação de Gibert decorreu no Laboratório deste Instituto até à realização do doutoramento em Maio de 1946.^{iv}



O interesse de Gibert pela física experimental manifestou-se ainda enquanto estudante da Licenciatura em Matemática que terminou em 1938, ano em que foi contratado como assistente de Física. Os primeiros trabalhos que realizou incidiram sobre a radiação cósmica e foram supervisionados por Manuel Valadares, investigador do Laboratório de Física da Faculdade de Ciências de Lisboa.

O primeiro artigo de Gibert, numa revista estrangeira, foi publicado na *Nature* em 1940, "Cosmic Rays and Poisson's Law". Mais tarde, publicaria outros artigos em francês na *Portugaliae Physica*, revista com projecção internacional, fundada por investigadores do Laboratório de Física da Faculdade de Ciências de Lisboa, em 1943. Durante a sua estadia em Zurique, publicou trabalhos de investigação experimental na *Helvetica Physica Acta*. Como físico, Gibert trabalhou ainda no Instituto Português de Oncologia e depois de 1947 no Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Também exerceu actividades empresariais, nomeadamente na Companhia Portuguesa de Indústrias Nucleares, que fundou em 1958.

O seu doutoramento na Suíça, só foi reconhecido pelas Universidades Portuguesas em 1974, tendo Gibert sido reintegrado na Faculdade de Ciências de Lisboa em 1975 e tendo a seu cargo a regência da disciplina de História da Física no ano lectivo de 1975/76. Em 1979 foi aposentado por motivos de saúde.^v

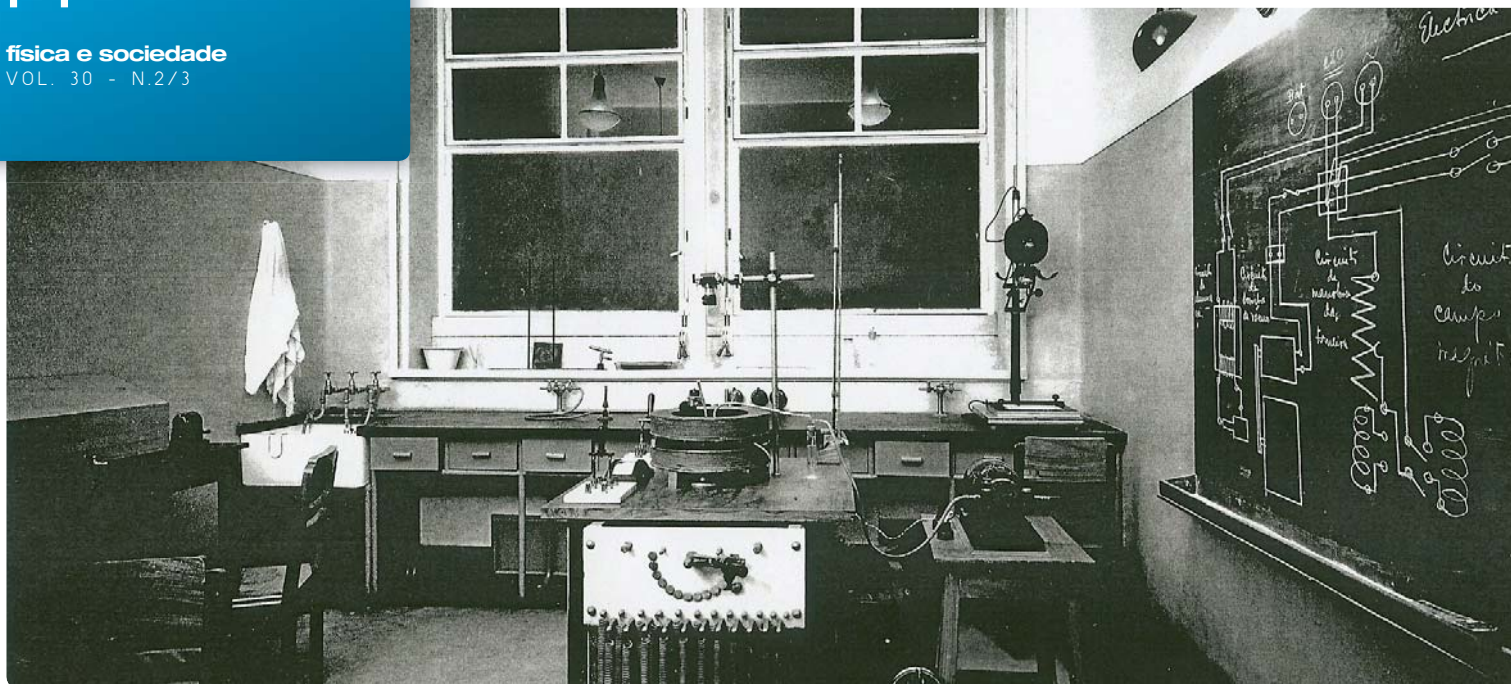
i. FITAS, Augusto J.S. e VIDEIRA, A. P. António, *Cartas entre Guido Beck e Cientistas Portugueses*, Lisboa: Instituto Piaget, 2004, p.228.

ii. A descrição relativa à fundação da *Gazeta de Física* foi adaptada dum excerto das "Memórias" que Gibert escreveu para os seus netos, cedido por familiares.

iii. Nota oficiosa do Conselho de ministros publicada no Diário de Lisboa, de 15 de Junho de 1947.

iv. FITAS e VIDEIRA, op.cit.(ref.1)

v. SALGUEIRO, Lídia, "Armando Gibert (1914-1985)", *Gazeta de Física*, 8 (4) (1985), 124-125.



A Recordar o Passado, a Pensar o Futuro: era uma vez uma Gazeta de Física...

Ana Simões e Júlia Gaspar

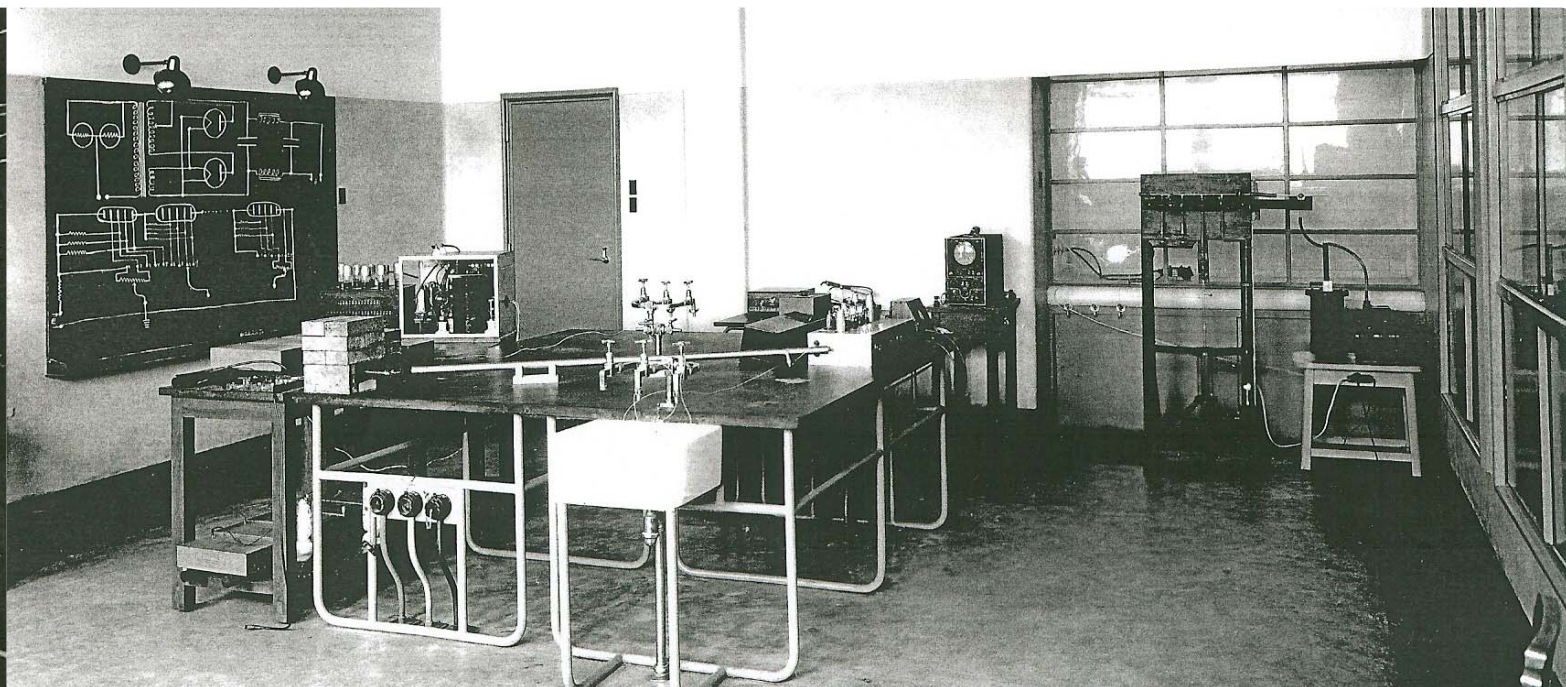
NÃO É A PRIMEIRA VEZ NEM SERÁ CERTAMENTE A ÚLTIMA QUE NA GAZETA DE FÍSICA SE RECORDAM OS TEMPOS DA SUA CRIAÇÃO. ALIÁS A GAZETA TEM MOSTRADO AO LONGO DAS SUAS SEIS DÉCADAS DE EXISTÊNCIA UM INTERESSE RECORRENTE PELO PASSADO DA FÍSICA PORTUGUESA QUE LHE ESTÁ DIRECTAMENTE ASSOCIADO.

Pela pena de participantes, cientistas ou historiadores da ciência, em momentos amiúde comemorativos, esse passado pode ser visitado ao longo das suas páginas.¹ Nesta fase de renovação da Gazeta que, curiosamente, coincide com um momento de mutação profunda da vida da universidade portuguesa, é particularmente oportuno recordar alguns aspectos do seu nascimento pois, para além do intrínseco interesse histórico e de paralelos entre os dois momentos, a verdade é que a nova equipa editorial

adoptou as palavras de Armando Gibert (1914-1985) no seu manifesto inaugural. Afirmava o seu fundador que a Gazeta se encontrava ao serviço dos “amigos da física”.² Mas, e é preciso sublinhá-lo agora, fazia-o em simultâneo com a afirmação da física enquanto profissão científica partilhada por uma comunidade que urgia desenvolver. Analisado à luz do contexto da altura era este o principal motor da nova revista que se anunciava como “a revista dos estudantes de física e dos físicos e técnicos-físicos portugueses.”³

Alguns anos antes, o médico Celestino da Costa, e antigo dirigente do Instituto para a Alta Cultura, tinha afirmado: “Em Portugal não tem havido físicos, mas só professores de Física”.⁴ E nesta frase lapidar encapsulava o passado da física em Portugal. Precisamente aquilo que o jovem Gibert e a sua geração queriam mudar. Com efeito, tanto nos tempos do absolutismo iluminado como nos do liberalismo oitocentista e nos do cientismo positivista da Primeira República a física, por via das suas aplicações, tinha estado fundamentalmente associada à formação de militares, engenheiros e

As autoras são investigadoras do Centro de História da Ciência da Universidade Lisboa, coordenado por Ana Simões, historiadora das ciências. Júlia Gaspar é professora do ensino secundário.



médicos. Foi com a República, a reforma da Universidade e a criação das Faculdades de Ciências que substituíram as Escolas Politécnicas do século anterior, que se afirmou em Portugal a ideia humboldtiana da aliança entre o ensino universitário e a investigação e, ainda assim, mais na teoria do que na prática. A Primeira República afirmou-a por decreto (1911) e, mais tarde, lançaria a ideia que viria a conduzir já no período do Estado Novo à Junta de Educação Nacional (JEN) (1929).⁵

É PARADOXAL QUE A GAZETA DE FÍSICA NASÇA NO AMBIENTE ADVERSO DE 1946

Antecessora do Instituto para a Alta Cultura (IAC) (1936), esta foi a primeira instituição estatal que apostou no financiamento da formação especializada enviando os seus bolseiros para o estrangeiro. Foi assim que puderam profissionalizar-se em instituições científicas europeias de referência muitos dos jovens ligados ao Laboratório de Física da Faculdade de Ciências de Lisboa, associado desde 1940 ao Centro de Estudos de Física, um centro de investigação também financiado pelo IAC, e ambos chefiados por Cyrillo Soares (1883-1950), líder carismático que conjugava uma ampla visão a um grande sentido prático. E foi no único núcleo universitário português onde consistentemente se fazia investigação em física que Gibert se integrou a partir de 1938, de onde partiu, em 1942, para fazer o doutoramento em física nuclear no afamado ETH (Eidgenössische Technische Hochschule) de Zurique e para onde regressaria em 1946, finalizada uma tese sobre o efeito da temperatura na difusão de neutrões lentos através do hidrogénio.⁶ O processo de financiamento governamental da investigação científica implicava uma mudança pro-

funda de mentalidades. A transformação das universidades em instituições de ensino e, também, de investigação, a que mais tarde se juntaria a aposta em institutos independentes de investigação, deparou-se com financiamentos deficitários e com uma comunidade académica conservadora que olhava com desconfiança todos os que ousavam não restringir as suas actividades universitárias à docência. E não iria ficar imune às consequências de um período particularmente sombrio da vida política mundial – o período da Segunda Guerra Mundial. Em Portugal, e no que à investigação científica diz respeito, o período da guerra foi acompanhado por retracção acentuada de financiamento e os momentos de euforia do pós-guerra, que tinham trazido a esperança vã nas eleições legislativas de 1945, colocaram em posição bastante delicada muitos dos bolseiros do IAC que assinaram listas a favor de eleições verdadeiramente democráticas. As consequências negativas de tal acto já na altura do nascimento da Gazeta se faziam sentir, tendo-se alguns meses mais tarde materializado no drama das demissões, aposentações e rescisões de contratos de docentes universitários incómodos para o regime. Entre eles encontravam-se Gibert, Manuel Valadares (1904-1982) e Aurélio Marques da Silva (1905-1965), para só referir os associados ao Laboratório de Física. Não deixa, pois, de parecer paradoxal que a Gazeta de Física tenha nascido em ambiente tão adverso, precisamente em Outubro de 1946, e sob a direcção de dois jovens assistentes universitários. Gibert tinha então 32 anos e Lídia Salgueiro (n. 1917) apenas 28 anos. A eles associaram-se dois professores de liceu, Jaime Xavier de Brito (1893-1960) e Rómulo de Carvalho (1906-1997).

PORTUGALIAE PHYSICA

VOLUME I
1 9 4 3 - 4 5



INSTITUTO PARA A ALTA CULTURA
CENTRO DE ESTUDOS DE FÍSICA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DE LISBOA
PORTUGAL

GAZETA DE MATEMÁTICA

PUBLICADA POR

A. MONTEIRO, B. CARAÇA, H. RIBEIRO, J. PAULO, M. ZALUAR

1.º ANO - N.º 1 - PREÇO DESTE NÚMERO: 3000 - JANEIRO 1940
DEPOSITÁRIO GERAL - LIVRARIA SÁ DA COSTA - LARGO DO POÇO NOVO - LISBOA

PORTUGALIAE MATHEMATICA

Directa editada
por
ANTÓNIO MONTEIRO
mas
a cooperação de
HUGO RIBEIRO, J. PAULO, H. ZALUAR JUNES

VOLUME 1
1937-1940

FACULDADE DE CIÊNCIAS
LISBOA - PORTUGAL

Publicação subsidiada pelo Instituto para a Alta Cultura

Acabado de regressar de Zurique, Gibert, licenciado em matemática mas doutorado em física, trabalhando com igual à vontade em assuntos teóricos, experimentais e até mesmo frequentemente técnicos, vai capitalizar o seu conhecimento do meio científico português, principalmente no que respeita à matemática e à física e aos laços tecidos entre elas desde os finais da década de 30 por um grupo de bolseiros apostado teimosamente na emergência de uma comunidade científica sólida e interdisciplinar. A convivência com elementos do efémero Núcleo de Matemática, Física e Química (1936-1939) constituído maioritariamente por físicos e matemáticos; o exemplo da criação da Gazeta de Matemática (1940) assim como das revistas irmãs *Portugaliae Mathematica* (1937/40) e *Portugaliae Physica* (1943);⁷ as conversas recentes tidas em Zurique com o matemático Hugo Ribeiro e o apoio constante do “mestre”, como carinhosamente era tratado Cyrillo Soares, levaram-no a apostar na fundação de uma Gazeta de Física que oferecesse o necessário complemento à *Portugaliae Physica* na consolidação dos valores da emergente comunidade de físicos, discutindo assuntos do seu interesse enquanto profissão, mas também enquanto disciplina do ensino liceal e, mais geralmente, promovendo a divulgação da física e

das suas aplicações junto de um público tão vasto quanto possível.⁸ Com efeito, nenhum dos colaboradores do Laboratório de Física militou como ele na promoção da física enquanto profissão. E a Gazeta foi a sua “Tribuna”.

Volvidos pouco mais de sessenta anos, num contexto político radicalmente diferente, encontramos mais uma vez a reflectir sobre os destinos da física e das suas aplicações, o seu lugar nas universidades e o tipo de física e de físicos de que o país necessita, a relação entre centros de investigação e universidades, os mecanismos de reintegração eficaz dos bolseiros formados no estrangeiro, o papel dos politécnicos, a função da física no ensino secundário e a importância da sua divulgação, etc etc. Questões recorrentes cuja solução não pode ser deixada aos políticos e que clamam por físicos tão militantes quanto os da primeira geração. Que a nova Gazeta de Física possa tornar-se um espaço de discussão entre todos aqueles que se denominam “amigos da física.”!

¹ Fernando Bragança Gil, “O estudo dos Raios X e o início da investigação em Física nas Universidades Portuguesas”, *Gazeta de Física*, 18 (3) (1995), 11-17; Lídia Salgueiro, “A epopeia do começo da Gazeta de Física”, *Gazeta de Física*, 20 (1) (1997), 3-5; Amélia Pereira e Isabel Serra, “A Gazeta de Física e a Física em Portugal”, *Gazeta de Física*, 21 (1) (1998), 7-11.

² Armando Gibert, “1. Tribuna de Física. Em nome da direcção”, *Gazeta de Física*, 1 (1946), 1-3, 1.

³ Subtítulo da *Gazeta de Física*.

⁴ A. Celestino da Costa, “Relatório do Vice-

Presidente do Ramo de Ciências, sobre as necessidades da investigação científica em Portugal” in *Relatórios, Propostas e Projecto de Orçamento para o ano económico 1930-31* (Lisboa: Junta de Educação Nacional, 1930), pp. 9-43, 13.

⁵ Para uma outra análise deste período no que se refere às tentativas de desenvolvimento da física teórica ver J.S. Augusto Fitas e António A. P. Videira, *Cartas entre Guido Beck e Cientistas Portugueses* (Lisboa: Instituto Piaget, 2004).

⁶ Currículo de Gibert in *Effet de la température sur la diffusion Neutron-Proton*, Tese apresentada à Escola Politécnica Federal,

Zurique, para obtenção do grau de Doutor em Ciências Naturais (Basileia, 1946).

⁷ Ilda Perez, *Movimento Matemático 1937-1947* (Lisboa: Câmara Municipal de Lisboa, 1997), p.46.

⁸ Nas suas palavras: “contribuir activamente para o desenvolvimento e elevação dos estudos de Física em Portugal em todos os graus de ensino, assim como para o esclarecimento dum público mais vasto sobre a posição real da intervenção da física na vida moderna e sobre a acção do nível científico dos físicos e técnicos físicos no ritmo e na independência do progresso industrial do nosso país,” op.cit. (ref.2), 1.



Físicos Dente-de-leão

Karin Schönning e Agnes Lundborg

(Tradução: Ana Sampaio)

AS MULHERES ACABAM POR SER “FÍSICOS DENTE-DE-LEÃO”, AFIRMANDO-SE, COMO ESTA PLANTA, QUE FLORESCE MESMO EM CONDIÇÕES ADVERSAS.

NOTA EDITORIAL

A Europa tem uma média de 5,5 investigadores por 1000 trabalhadores activos enquanto nos Estados Unidos este número é 9. Apesar do número europeu estar a aumentar, o ritmo de crescimento pretendido necessita de ser sustentado pela participação da população feminina. Mas o crescimento do número de mulheres na ciência europeia no período 1998-2004 foi menor que o dos homens, o que agravou o fosso existente entre os géneros. Este é especialmente sério em países como a Holanda, Áustria e Suíça, onde a percentagem de mulheres investigadoras varia entre os 17% e os 21%. A este respeito Portugal está bem melhor que

o geral da Europa. Embora tenhamos apenas 4,5 investigadores por 1000 trabalhadores activos, o número de investigadores duplicou na última década, havendo boas notícias no campo da diferenciação dos géneros, dado o número de mulheres a fazer investigação ser quase igual ao dos homens. No entanto, nas ciências e nas engenharias as mulheres portuguesas são apenas 30% do total, número que a tendência de globalização de costumes poderá fazer diminuir. Com o dado adicional de, na pirâmide da carreira académica, a posição mais elevada, a de professor catedrático, ser muito predominantemente ocupada por homens. Para conhecer melhor a realidade de um país bem diferente do nosso, a Suécia, as jovens físicas Karin Schönning e Agnes Lundborg mostram-nos alguns dados de um estudo que realizaram.

Karin Schönning e Agnes Lundborg são jovens investigadoras do Departamento de Física Nuclear e de Partículas, Universidade de Uppsala.

NA SUÉCIA, UMA “CRIANÇA DENTE-DE-LEÃO” É UMA CRIANÇA QUE, EMBORA TENDO TIDO UMA INFÂNCIA DIFÍCIL, ACABA POR SE TORNAR UM MEMBRO DA SOCIEDADE POSITIVO à semelhança do dente-de-leão que consegue florir até no asfalto. Somos duas jovens físicas a trabalhar em Física Hadrônica e Nuclear e fizemos recentemente um inquérito aos nossos 105 colegas que estão a fazer o seu doutoramento em Física na Universidade de Uppsala¹. As perguntas versavam recrutamento, orientadores, ambiente de trabalho, experiência como físicos, auto-imagem e igualdade entre homens e mulheres². As respostas reflectem um ambiente dominado pelos homens, onde por vezes o contexto social se conluia contra as mulheres, que acabam por ser “físicos dente-de-leão”, na medida em que têm de ser mais fortes e dedicadas do que os seus colegas homens para alcançarem um êxito semelhante. As conclusões surpreenderam muitos dos professores homens, mas poucas de entre as mulheres envolvidas.

RAZÕES PARA ESTE ESTUDO

As mulheres são ainda raras no domínio da Física – e os alunos de licenciatura consideram que isso é um problema.³

Feche os olhos e imagine uma pessoa que trabalha em Física. O que vê?

“Um senhor de idade ou um jovem mal vestido.”

“Um homem corpulento de cabeleira branca.”

“Um velhinho baixo, com uma bata branca, careca e com cabelo comprido e encaracolado dos lados.”

“Lamento, mas vejo um homem. É grisalho, usa óculos e tem rugas na testa de tanto pensar. É difícil ter um modelo feminino neste mundo dominado pelos homens.”

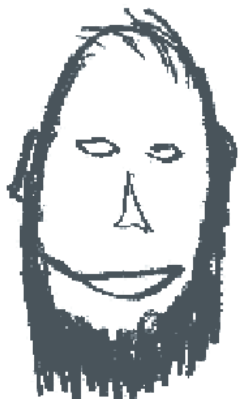
Além disso, a metáfora da “conduta não estanque” (leaky pipeline)⁴, um fenómeno também designado por “perdas a meio do percurso”, descreve a forma como a percentagem de mulheres vai diminuindo progressivamente desde o ensino básico até ao topo da hierarquia académica. Em Uppsala, a percentagem de alunas de licenciatura em Física é 30%, de doutoramento é 21% e de mulheres cientistas 12%. Para tentarmos perceber a razão pela qual ocorrem estas perdas, resolvemos fazer um levantamento da situação actual e utilizar esse conhecimento para lançar novas ideias sobre como melhorá-la.

Close your eyes and imagine a physicist.
What do you see?

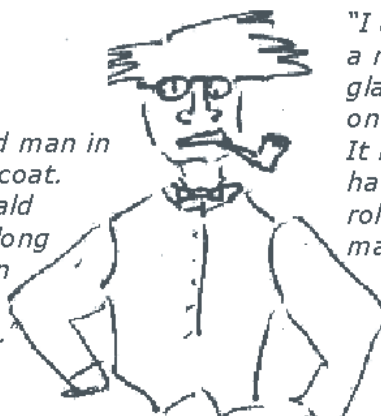
“Elderly gentleman or badly dressed young man.”



“Plump man with a white wig.”



“A short old man in a white labcoat. A monks bald patch and long curlyhair on the sides of his head.”



“I am sorry to say that I see a man. He has gray hair, glasses and thinking wrinkles on his forehead. It is difficult to have a female rolemodel in this male dominated world.”



<http://www3.tsl.uu.se/~schonmin/femabstract.pdf>

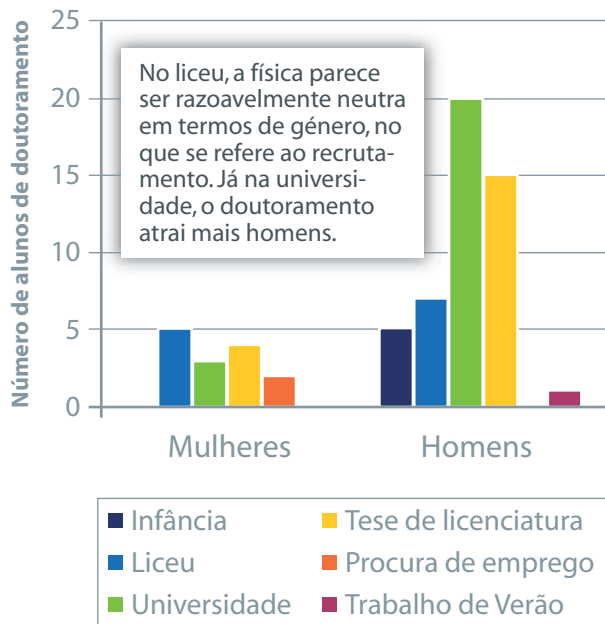
1 Este estudo foi financiado pela Comissão para a Igualdade entre Homens e Mulheres da Universidade de Uppsala, pelo Grupo de Física e pelo Departamento de Física Nuclear e de Partículas e foi coordenado por Anneli Andersson, do Centro de Pesquisa sobre o Género.

2 Pode obter um formulário integral do inquérito em <http://www3.tsl.uu.se/~schonmin/questionnaire.pdf>.

3 Esta foi uma das conclusões de um questionário anterior a estudantes de licenciatura, efectuado por A. Lundborg e K. Schönning, Kvinnliga Fysikstudenter vid institutionen för strålningsvetenskap. Resumo em inglês em: <http://www3.tsl.uu.se/~schonmin/femabstract.pdf> (2004).

4 Blickenstaff, J.C. Women and science careers: leaky pipeline or gender filtre?, Gender and Education, 17:4, 369-386 (2003)

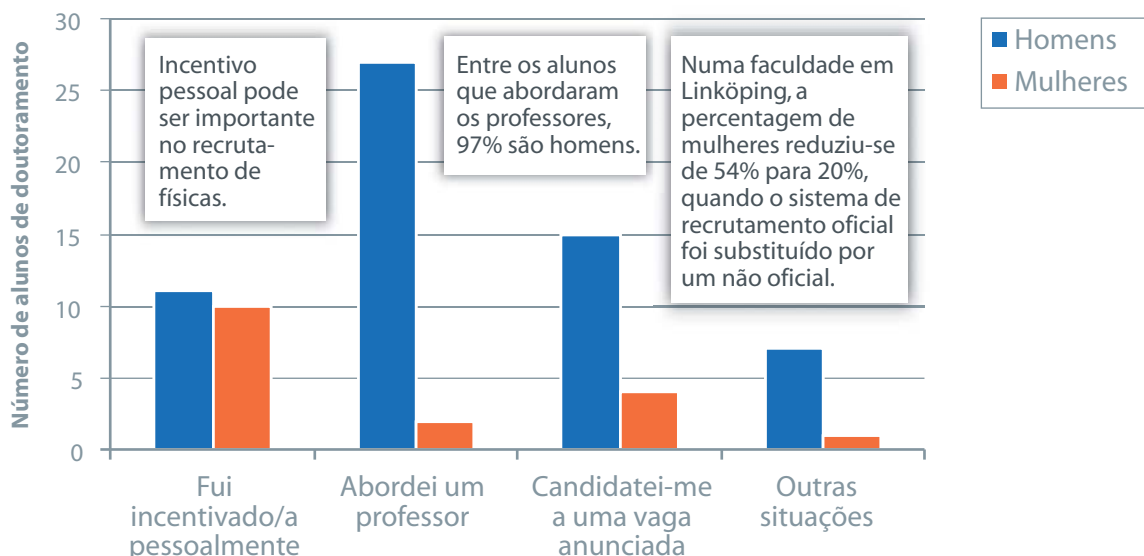
QUANDO CONSIDEROU PELA PRIMEIRA VEZ FAZER O DOUTORAMENTO?



RECRUTAMENTO

O nosso estudo revela que é essencial anunciar adequadamente as vagas para doutoramento, de modo a aumentar o número de mulheres que escolhem esta opção. Muitos departamentos deixam que sejam os próprios alunos de licenciatura a abordar os professores, inquirindo sobre vagas disponíveis, mas este e outros estudos mostram que os alunos homens, talvez devido à sua autoestima mais elevada⁵, são beneficiados com este método. De uma maneira geral, as alunas só se candidatam a um doutoramento se forem incentivadas a fazê-lo.⁶

COMO INICIOU O SEU DOUTORAMENTO?



TÉCNICAS DE DESCAPACITAÇÃO

Em 1978, o psicólogo social norueguês Berit Ås identificou cinco técnicas de descapacitação, referindo-se-lhes como um meio específico de impedir os indivíduos – especialmente as mulheres – de progredirem na carreira:⁷

- tornar alguém invisível desvia a atenção de uma pessoa, para que ela não receba o devido crédito pelas suas realizações ou ideias;
- sonegar informação impede alguém de participar no processo de tomada de decisões;
- ridicularizar alguém pode fazer com que essa pessoa se sinta desintegrada do grupo, minando a sua autoconfiança;
- a dupla penalização coloca alguém numa situação em que é “preso por ter cão e preso por não ter cão”;
- humilhar alguém é minar sistematicamente a autoconfiança dessa pessoa, responsabilizando a vítima por isso e acabando por a fazer acreditar que a culpa é efectivamente dela.

O nosso trabalho revela que as técnicas identificadas por Berit Ås são utilizadas na comunidade dos físicos e tanto homens como mulheres estão sujeitos a elas. No entanto, o número de mulheres expostas é superior e a frequência da exposição é mais elevada.

Algumas alunas de doutoramento foram vítimas de assédio sexual⁸ e muitas das inquiridas adaptaram o seu comportamento – o que vestem, com quem falam, quando saem do trabalho – para o evitarem. O assédio sexual é por vezes classificado como uma outra técnica de descapacitação⁹.

OUTROS ASPECTOS DO AMBIENTE SOCIAL

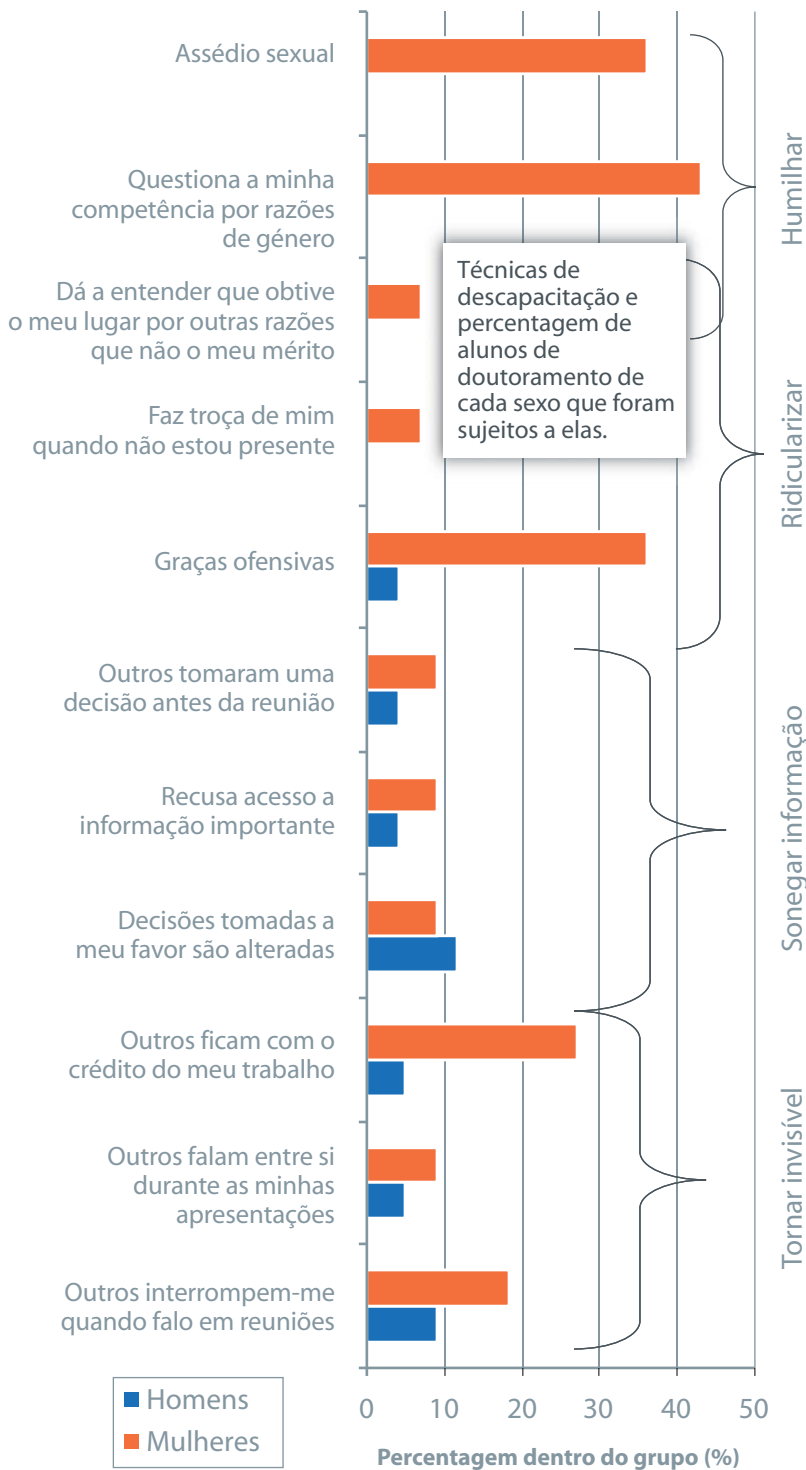
As físicas raramente sentem que os outros apreciam os seus esforços¹⁰ ou que os colegas as valorizam por aquilo que são. Os alunos de doutoramento homens obtêm mais ajuda do que as alunas por parte dos cientistas mais velhos, embora homens e mulheres peçam ajuda na mesma proporção. Muitas mulheres sentem que os seus orientadores não as ajudam a tornar o seu trabalho visível para a comunidade científica exterior. Na verdade, as físicas sofrem, com muito mais frequência do que os físicos, de sintomas de *stress* físico, como dores de cabeça e de estômago e insónias.

“QUEM CONTRATA AS PESSOAS E DIRIGE OS GRUPOS SÃO HOMENS MAIS VELHOS. QUANDO ELAS MORREREM, AS COISAS VÃO MELHORAR”

Esta é uma frase de um dos alunos de doutoramento, que descreve um equívoco muito comum: a situação irá melhorar por si só, à medida que o tempo for passando. No entanto, o nosso trabalho revela que uma maior proporção de mulheres do que de homens quer deixar a universidade, referindo-se sobretudo ao ambiente social e à falta de oportunidades, o que ilustra muito claramente a questão das perdas a meio do percurso. As alunas de doutoramento têm geralmente atitudes positivas em relação a medidas para promover a igualdade entre os sexos. Embora alguns homens sejam muito progressistas, a grande maioria mostra-se razoavelmente neutra e pouco interessada na questão. Um pequeno grupo de homens reagiu fortemente às perguntas relativas à questão da igualdade entre os sexos e assumiu uma atitude hostil. Uma vez que a maior parte destes homens tenciona permanecer no meio académico, eles poderão precaver-se contra a mudança durante ainda muito tempo.

PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

Este estudo deu origem a um livro, “Maskrosfysiker”¹¹, no qual não só descrevemos o estudo e as nossas conclusões, mas também sugerimos medidas que podem ser tomadas para promover a igualdade entre os géneros dentro do Grupo de Física; algumas destas medidas foram já postas em prática. Embora haja ainda muito trabalho para fazer, o debate já começou e a tomada de consciência em relação a estas questões tem vindo a aumentar.



5 Esta foi uma das conclusões, por exemplo, dos estudos de Dretzke, B.J. e Junge, M.E. *Mathematical Self-Efficacy Gender Differences in Gifted/Talented Adolescents*, *Gifted Child Quarterly* 39(1), p. 22-26 (1995) e de Lundborg A. e Schönning K. *Kvinnliga Fysikstudenter vid institutionen för strålningsvetenskap*, <http://www3.tsl.uu.se/~schonning/femabstract.pdf> (2004).
 6 Em concordância com Brett, B. e Rayman, P. *Woman in Science majors - what makes a difference in persistence after graduation?*, *Journal of Higher Education*, 66(4): 386-414 (1995).
 7 As, B. *Herskerteknikker*, *Kjerringråd*, 3:17-21, (1978).
 8 Pode encontrar mais informação sobre assédio sexual e discriminação encoberta no meio académico em Husu, L. *Sexism, support and survival in academia*, tese de doutoramento, Universidade de Helsinquia (2001).
 9 Holter, H., *Sex i arbeid(et)*, p. 130-132, editado por Brantsaeter, M. e Widerberg, K. e publicado por Tiden, Norsk Forlag, Oslo (1992).
 10 Exemplos desta situação estão quantificados em Wennerås, C. e Wold, A. *Nepotism and Sexism in peer review*, *Nature* 387, 341 (1997).
 11 Em sueco, publicado por Uppsala Universitetstryckeri, Uppsala (2007).



WS Energia

Gonçalo Figueira

A WS ENERGIA NASCEU COM O OBJECTIVO DE CRIAR PRODUTOS INOVADORES COM DESIGN PRÓPRIO E ALTA PERFORMANCE NO SECTOR DA ENERGIA SOLAR. A IDEIA É DESENVOLVER KNOW HOW E TECNOLOGIA PRÓPRIA MANTENDO INALTERADO O GOSTO DE CRIAR PRODUTOS ÚNICOS, DESIGNED IN PORTUGAL. A SUA MISSÃO É AMBICIOSA: SER NÚMERO UM NA CRIAÇÃO DE TECNOLOGIA DE PONTA E CONHECIMENTO EM ENERGIA SOLAR.

João Cordovil Wemans e Gianfranco Sorasio conheceram-se no Instituto Superior Técnico (IST) de Lisboa, onde ambos são investigadores. O primeiro realizou aí o seu mestrado em Física, especializando-se em óptica, e continuou o doutoramento na mesma área. O segundo, vindo de Itália, onde se formou em Engenharia Nuclear no Politécnico de Torino, doutorou-se em Física pela Univ. Umea (Suécia), e é actualmente Prof. Auxiliar Convidado do IST. No ano passado, decidiram unir os seus esforços e lançar-se no mundo empresarial na área da energia solar. A WS Energia nasce a 18 de Setembro de 2006, depois de 8 meses de incubação, dos quais 6 no Taguspark.

A motivação para apostarem nesta aventura resultou do actual panorama energético e da combinação das suas especializações: «O desafio de criar um produto que conseguisse duplicar a produção de energia dos sistemas fotovoltaicos tradicionais foi lançado em Dezembro de 2005 pelo Centro Ricerche ISCAT s.r.l., empresa italiana líder no sector. A necessidade de envolver equipamento óptico pareceu, desde logo, a opção mais interessante do lado científico, e o forte crescimento económico do sector fotovoltaico convenceu-nos a investir capitais próprios para criar o primeiro protótipo». Os meses que se seguiram foram de trabalho intenso: em Junho de 2006, entra em



funcionamento o primeiro protótipo de sistema de seguimento solar com concentração na cobertura do Taguspark, e em Setembro era formalizada a empresa. A dinâmica da equipa mereceu o reconhecimento do júri do Prémio BES Inovação, que lhes foi atribuído graças ao desenvolvimento da tecnologia DoubleSun®, definida como a melhor inovação em Portugal no sector das energias renováveis em 2006; e também a escolha como empresa NEOTEC pela Agência da Inovação.

Além destes apoios, contaram ainda com o Taguspark para a elaboração de um primeiro *business plan*, e do programa SIUPI do Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Até agora, foram investidos na empresa cerca de 130.000 euros, dos quais 60% em I&D e registo de propriedade industrial, 20% em recursos humanos e 20% em despesas gerais. Em Agosto, a empresa instalou em Itália a primeira central fotovoltaica na Europa com concentração solar integrada num edifício comercial, um marco importante na sua afirmação industrial.

A expansão da actividade da WS Energia está orientada para Itália, Espanha e Grécia. Estes empresários lamentam que em Portugal, de momento, não haja apoio para este sector da parte das políticas energéticas, o que os leva a adiar a construção de projectos em solo nacional. E alertam para os resultados: «A Alemanha, a Espanha e a Inglaterra estão a ganhar a corrida das energias renováveis. Nos pró-

ximos 10 anos, como já aconteceu no sector eólico nos anos 90, serão decididas quais as empresas que governarão o mercado, fechando as portas às outras. Se Portugal falhar esta oportunidade, ficará fora do sector energético, com claras consequências para a sua economia».

Relativamente à formação de ambos em Física, vêm nela vantagens e defeitos: «A capacidade de encontrar soluções para os problemas é a vantagem mais importante. Não ter sensibilidade para os problemas de gestão é o maior desafio numa formação em ciência, quando confrontada com o meio empresarial». Mas confessam ter aprendido bastante com a experiência: «Primeiro: há mesmo muito dinheiro no mundo. É preciso saber atraí-lo. Segundo: os físicos são mesmo mal pagos.

Terceiro: esperamos tornar muitos físicos bem pagos!» E deixam o conselho a aspirantes a empresários tecnológicos: «*Write what you want to do. Do what you write. Find good partners*».



A experiência da Gravity Probe B (GPB)

Entrevista a Francis Everitt

Por Carlos Herdeiro (Tradução: Ana Sampaio)

EM 1918, OS FÍSICOS AUSTRIACOS JOSEPH LENSE E HANS THIRRING MOSTRARAM QUE A TEORIA DA RELATIVIDADE GERAL PREVIA QUE A ROTAÇÃO DE UM CORPO AFECTAVA, “ARRASTANDO NA ROTAÇÃO”, OBSERVADORES EM QUEDA LIVRE, ISTO É, INERCIAIS.

Em 1960 o físico norte-americano Leonard Schiff demonstrou que a rotação de um corpo como a Terra, o Sol ou um buraco negro, deveria também provocar a precessão do eixo de rotação de um pequeno giroscópio na sua vizinhança. Estes efeitos, provocados por correntes de massa, têm uma forte analogia com efeitos magnéticos provocados por correntes de carga, denominando-se por isso “efeitos gravito-magnéticos”. Em 2004, a sonda *Gravity Probe B* (GPB) foi enviada para o espaço para medir o efeito previsto por Schiff, devendo os resultados finais ser anunciados no final deste ano. O desafio tecnológico é tremendo. A sonda tem por objectivo medir um

ângulo correspondente à espessura de um cabelo visto à distância de 400m. Para isso a equipa da GPB desenvolveu uma tecnologia de extrema precisão, como por exemplo as esferas (que serviram de giroscópios) mais perfeitas alguma vez feitas pelo Homem: reescaladas para o tamanho da Terra, a diferença de altura entre o pico mais elevado e a depressão mais profunda destas esferas seria cerca de dois metros! E tudo isto para medir um efeito que é minúsculo na vizinhança da Terra, mas potencialmente muito poderoso na vizinhança de um buraco negro em rotação.

POR OCASIÃO DA CONFERÊNCIA GR18 QUE TEVE LUGAR EM SIDNEY, EM JULHO DE 2007, ENTREVISTÁMOS FRANCIS EVERITT, INVESTIGADOR PRINCIPAL DA MISSÃO GPB:

GAZETA: Professor Everitt, antes de mais, gostaríamos de lhe agradecer por nos conceder esta entrevista. A minha primeira pergunta é a seguinte: creio que está agora na fase final da análise dos dados da GPB. Quando serão anunciados os resultados finais e o que nos pode dizer antecipadamente sobre eles?

FRANCIS EVERITT: Esperamos poder anunciar os resultados finais da GPB em Dezembro, no final de Dezembro deste ano, como uma espécie de presente de Natal para o mundo, e julgo que esses resultados vão ser ou finais ou muito perto disso. É possível que se chegue à altura e se possa fazer ainda mais algumas coisas, mas foi esse o prazo que combinámos com a NASA para fazermos o anúncio final.

G: E já nos pode dizer alguma coisa sobre esses resultados?

FE: Fizemos um anúncio provisório em Abril, na reunião da American Physical Society, que decorreu em Jacksonville. A GPB permite-nos observar dois efeitos diferentes da relatividade: o efeito geodésico, devido à curvatura do espaço-tempo, e o efeito de Lense-Thirring (frame-dragging). Aquilo que anunciámos nessa altura foi uma verificação muito clara do efeito geodésico a um nível de cerca de 1% e o que chamámos vislumbres do efeito de Lense-Thirring. Por vislumbres queremos dizer que em alguns dados parecia que observávamos o efeito claramente; o problema era que isso acontecia apenas em alguns dados seleccionados e noutros dados não era possível observá-lo. A nossa posição actual constitui um avanço significativo relativamente aos dois efeitos. E sinto-me um pouco mais confiante ao dizer que talvez tenhamos conseguido obter uma melhoria de um factor de cinco ou mais na medição do efeito geodésico e que estamos a ter um pouco mais do que vislumbres do efeito de Lense-Thirring. Prefiro ser ainda um pouco conservador neste momento, porque aquilo que vou descrever é a natureza das dificuldades que fizeram com que a análise de dados demorasse mais tempo do que se esperava – uma história por si só muito interessante – e como conseguimos dar mais um passo em frente e estamos agora, provavelmente, a caminho do fim da história. Porém, à medida que se avança na análise de dados, para citar um dos meus colegas, Mac Kaiser, o cientista principal da *Gravity Probe B*, percebe-se que se trata de um jogo implacável.

G: No entanto, nesta fase, parece já bastante provável que a previsão da Relatividade Geral seja confirmada?

FE: Não observámos ainda quaisquer provas decisivas de que não seja confirmada; isto é uma dupla negativa que pode ou não funcionar em português, mas que funciona em inglês!

G: Passaram mais de quarenta anos de concepção, planeamento, desenho e construção entre a proposta original de

Francis Everitt é o investigador principal da missão GPB. Doutorou-se pelo Imperial College de Londres em 1959, sob a orientação do prémio Nobel P.M.S. Blackett, de onde seguiu para a universidade da Pennsylvania para trabalhar com hélio líquido. Em 1962, Everitt juntou-se a William Fairbank e Leonard Schiff na universidade de Stanford e tornou-se o primeiro físico a trabalhar a tempo inteiro na experiência GPB. Os seus esforços fizeram avançar o estado da arte em áreas tão distintas como a criogenia, magnetismo, desenho de telescópio, controlo de sistemas, técnicas de fabricação de quartzo, metrologia e, acima de tudo, tecnologia de giroscópios. A sua liderança no projecto durou mais de quarenta anos, até ao lançamento da sonda em 20 de Abril de 2004 e o período que se seguiu de recolha de dados. Recentemente declarou: "Esta foi uma missão tremenda para todos nós. Com a recolha de dados, estamos a proceder deliberadamente para garantir que tudo é verificado e re-verificado. A NASA e Stanford podem estar orgulhosos do que atingimos até agora."

uma experiência de giroscópio, feita por Schiff em 1960, e o lançamento da GPB, em 2004. Tem alguma estimativa para o custo total do projecto?

FE: O custo estimado de todo o projecto, incluindo o veículo de lançamento, é de 700 milhões de dólares.

FICO MUITO SATISFEITO POR PODER FALAR DE BENEFÍCIOS INDIRECTOS... MAS O GRANDE ARGUMENTO É QUE VALE A PENA FAZER CIÊNCIA PELA CIÊNCIA.

G: Isso é muito dinheiro! Para aqueles que se mostram cépticos em relação a gastar dinheiro a testar ciência fundamental, consegue justificar este investimento com os benefícios tecnológicos indirectos do projecto? Que tipo de tecnologia de ponta desenvolveram e qual é a utilidade dessa tecnologia?

FE: Diz que é muito dinheiro, mas isso é relativo. No quadro do orçamento da NASA para a ciência, que é de 3 mil milhões de dólares por ano, não me parece que a quantia efectivamente gasta com a GPB, 50 milhões de dólares por ano durante cerca de dez anos, mais algum dinheiro antes e depois, seja muito elevada, tendo em conta que se trata de uma missão de física fundamental concebida para a NASA. Na minha opinião, é preciso ver a questão numa perspectiva de: "Devemos gastar dinheiro em ciência espacial?" Eu, pessoalmente, acho que devemos. Fico muito satisfeito por poder falar dos benefícios indirectos e poderia falar deles a vários níveis. Não me parece, porém, que se possa justificar a ciência fundamental com o facto de produzir benefícios indirectos; pelo contrário, parece-me que devemos justificar os benefícios indirectos com o facto de estarmos a fazer ciência fundamental! Consideremos um outro exemplo, para além da GPB: o LASER. A experiência de física fundamental que permitiu o LASER foi a experiência de Michelson-Morley, porque correspondeu à invenção do primeiro interferómetro, que depois levou à criação do interferómetro de Fabry-Perot, o qual, por sua vez, combinado com vários efeitos da mecânica quântica, acabou por conduzir, passados oitenta anos, ao LASER. A experiência de Michelson-Morley justifica-se com o facto de ter levado à invenção do LASER, que é usado nas caixas dos supermercados para verificar os preços, ou não? Não me parece! Por outro lado, fazer física fundamental pode efectivamente levar a invenções que têm resultados indirectos interessantes.

Esta é uma visão de muito longo prazo dos benefícios indirectos. Há outros dois tipos de benefícios a mais curto prazo. E, na minha opinião, um deles é também, provavelmente, o mais importante: a formação de alunos de licenciatura e de doutoramento. No projecto da GPB, na Universidade de Stanford, temos 79 doutorandos e noutras universidades catorze, dois terços dos quais em engenharia e um

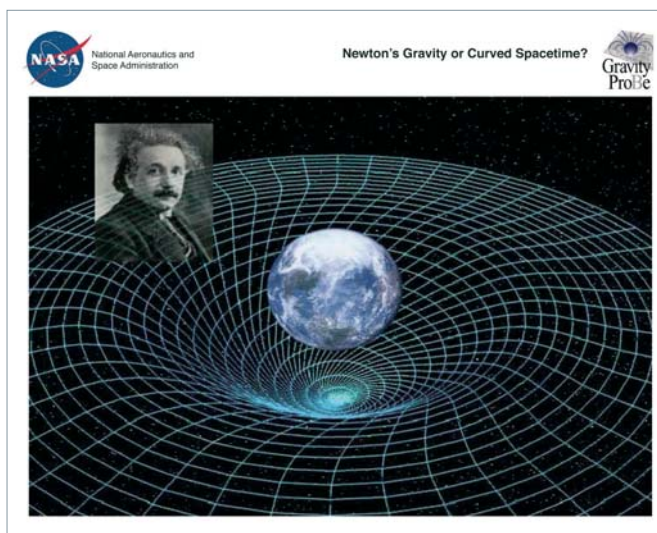
terço em física. Tivemos também 350 alunos de licenciatura de onze departamentos diferentes da Universidade de Stanford, alguns dos quais fizeram depois carreiras muito interessantes. Um deles, Eric Cornell, um aluno de licenciatura da GPB, ganhou o Prémio Nobel da Física pela criação experimental do condensado de Bose-Einstein; outra aluna, Sally Ride, tornou-se a primeira mulher astronauta dos EUA. São estes os nossos benefícios indirectos! Há, no entanto, benefícios indirectos mais específicos. Poderíamos falar da técnica de ligação química, que é hoje uma parte fundamental da experiência LISA. Poderíamos mencionar o facto de a GPB ter inventado um dispositivo para controlar o hélio líquido no espaço, que foi utilizado antes do lançamento da GPB nas missões espaciais IRAS, COBE e ESO... Portanto, como é que se justifica tudo isto? Eu diria que o grande argumento é que vale a pena fazer ciência pela ciência.

G: Parece-lhe que, no caso de a GPB confirmar a teoria de Einstein, se devem fazer mais testes sobre o efeito de Lense-Thirring ou outros efeitos gravitomagnéticos, ou acha que esta história acaba aqui?

FE: A questão de saber se se devem fazer mais testes terá seguramente de depender da natureza dos testes. Suponhamos que conseguíamos inventar um novo tipo de giroscópio com um desempenho um milhão de vezes superior ao do giroscópio da GPB. Podemos facilmente imaginar as possibilidades muito interessantes que daí resultariam. Não tenho quaisquer aspirações a prever o futuro nessa matéria. Parece-me, isso sim, que as circunstâncias são sempre importantes. Evidentemente, tem de haver sempre um equilíbrio entre aquilo que podemos obter e os custos respectivos. E isso, a uma grande escala, é muito difícil. Há pouco, tentei enquadrar a GPB em termos do orçamento da NASA para a ciência (três mil milhões de dólares por ano), o que nos dá alguma perspectiva sobre os custos: os programas espaciais são caros. De que tipo de nova experiência estamos a falar? Seria apenas mais uma experiência espacial? Se eu acho que vale a pena gastar 50 mil milhões de dólares numa nova experiência sobre o efeito de Lense-Thirring? Não, a menos que essa experiência tivesse alguma coisa de muito notável ou envolvesse alguma nova previsão.

G: Já que estamos a falar sobre experiências espaciais, está envolvido, segundo creio, num outro projecto inovador para testar a gravidade relativista, o STEP (Satellite Test of the Equivalence Principle, n.r.). Pode fazer-nos um breve ponto de situação do projecto?

FE: Sim, o programa STEP encontra-se neste momento numa fase extremamente interessante. E permita-me que lhe faça um breve resumo dos antecedentes e que lhe explique do que se trata. Há já alguns anos, nas décadas de 70 e 80, tivemos esta ideia, que acabou por se tornar a base de uma



proposta conjunta da Agência Espacial Europeia (ESA), de colegas europeus e de colegas de Stanford, à NASA, com uma contribuição europeia da ESA. Esta última deu efectivamente um contributo provisório, cerca de 38 milhões de dólares para um programa estimado em 170 milhões de dólares, muito mais barato do que a GPB. A proposta acabou por ser convertida numa proposta para os pequenos programas de exploração da NASA e não fomos seleccionados. Isto foi em 2002.

Fiquei obviamente insatisfeito por não termos sido seleccionados, mas simultaneamente também me pareceu que tinha sido a melhor solução, porque a verdade é que a proposta não estava tecnologicamente preparada. O problema é que havia alguns aspectos desagradáveis em toda a situação, porque tinha sido prometido financiamento para o desenvolvimento de tecnologia que acabou por não ser concedido. Mas, dado que não tinha sido concedido, foi mais correcto não seleccionar a proposta para uma dessas pequenas missões de exploração. E, depois de pensarmos melhor, concebemos em conjunto com o Centro Espacial Marshall, da NASA, um programa de desenvolvimento tecnológico no valor de dezasseis milhões de dólares que possibilitará a construção de um protótipo. É esse programa que está a decorrer neste momento: já foram concedidos cerca de 6,5 dos 16,5 milhões acordados e eu irei falar e mostrar alguns resultados do programa na conferência de quarta-feira (palestra de FE na conferência GR18, em Sidney, Julho de 2007, n.r.). Entretanto, a ESA, que tinha efectivamente feito um grande esforço para ajudar e percebeu que a NASA não ia avançar, acabou evidentemente por retirar os 38 milhões de dólares de que precisava para outros fins. Está agora a surgir uma nova proposta e há também uma nova oportunidade europeia, que se chama Cosmic Horizons. O Tim Summers, que é o nosso investigador principal na Europa, está à frente dessa nova proposta para uma missão de mais longo prazo, chamada STEP-Tight. Espero que isto, juntamente com o desenvolvimento tecnológico para o qual conseguimos obter o apoio da NASA, possa conduzir a uma nova missão. Entretanto, alguns dos nossos colegas europeus, franceses, conceberam uma versão à temperatura ambiente do microscópio STEP, que irá provavelmente estar pronta em 2010. Se tudo correr bem com o STEP, e não há nada que leve a supor o contrário, eu avançaria com o seu lançamento para 2012 ou 2013. É claro que tudo isto é ainda muito hipotético.



Entrevista a Freeman Dyson

Por Filipe Moura (Tradução: Tânia Rocha)

ENTREVISTA REALIZADA A 26 DE OUTUBRO DE 2007, DURANTE A REALIZAÇÃO DA CONFERÊNCIA “A CIÊNCIA TERÁ LIMITES?”, QUE TEVE LUGAR NA FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN.

GAZETA: No início da sua carreira como estudante, começou por trabalhar para a Royal Air Force na Inglaterra, ao que julgo saber, não foi?

FREEMAN DYSON: Sim.

G: E ainda não era físico, mas começou a trabalhar em Física. O que é que o levou a isso?

FD: Sim, eu trabalhava em Matemática pura, e continuei na Matemática pura durante mais alguns anos. Foi depois da guerra que comecei a minha vida como físico, cerca de dois anos depois da guerra.

G: Nessa época, e mesmo mais tarde, havia a Guerra Fria e todo o esforço para desenvolver a bomba. As pessoas tinham medo da bomba, que um dos lados a conseguisse fazer, que os soviéticos fizessem a bomba ou os americanos fizessem a bomba, mas houve um enorme avanço na Física. Parece-lhe, comparando com os nossos dias em que felizmente vivemos tempos de paz, que o facto de se estar a tentar desenvolver a bomba nuclear levou a um grande avanço na Física nuclear? Ou seja, na sua opinião, até que ponto é que o facto da bom-

ba ser necessária influenciou o progresso da Física das altas energias?

FD: Não influenciou muito. Na verdade, a maior parte da Física que foi necessária para fazer a bomba era Física de plasmas, não tanto Física nuclear. A Física nuclear é uma área interessante, mas para construir uma bomba não é preciso muito, por isso qualquer Física nuclear, e mesmo a Física de plasmas, ia muito além do que era necessário para fazer bombas. Por volta de 1955, a bomba estava essencialmente acabada, só faltavam pormenores de engenharia, já não era necessária mais ciência, por isso tornou-se irrelevante para a ciência, ao que me parece.

G: Mesmo assim, não lhe parece que havia uma maior motivação tecnológica para trabalhar em Física das altas energias e Física nuclear do que há nos nossos dias? Qual é o objectivo de estudar Física das altas energias, no que diz respeito à tecnologia e aplicações? Talvez nessa época houvesse uma aplicação importante que era a bomba, e também a energia nuclear.

FD: A energia nuclear é uma questão de engenharia. Na verdade, não existe ciência na energia nuclear. O que motiva as pessoas para a Física das altas energias é sempre a ideia de explorar, e nunca a promessa de que permitirá descobrir algo útil, é simplesmente explorar a natureza para descobrir o que existe. Um exemplo muito conhecido é o de Robert Wilson, que estava à frente da Física de partículas americana, e foi ao Congresso pedir dinheiro para construir novos aceleradores de partículas. Um congressista perguntou-lhe se essas máquinas teriam alguma utilidade para a

Freeman John Dyson nasceu em 1923 na Inglaterra, e posteriormente naturalizou-se americano. É físico teórico e matemático, conhecido pelo seu trabalho em mecânica quântica, física do estado sólido, projecto e política de armas nucleares, e pela especulação séria em futurismo e conceitos de ficção científica, entre os quais a procura de inteligência extraterrestre. Durante toda a sua vida tem-se oposto ao nacionalismo e proposto o desarmamento nuclear e a cooperação internacional.

Em 1947 foi para os Estados Unidos com uma bolsa da Universidade de Cornell, onde se tornou professor de Física em 1951. Em 1953 aceitou uma posição no Instituto de Estudos Avançados em Princeton. Em 1957, naturalizou-se cidadão dos Estados Unidos.

O seu trabalho mais famoso foi, em 1949, a demonstração da equivalência das formulações da electrodinâmica quântica que existiam nesse tempo: a formulação diagramática do integral de caminho de Feynman e o método dos operadores desenvolvido por Julian Schwinger e Sin-Itiro Tomonaga. Dessa demonstração resultou também a invenção da série de Dyson.

Dyson também trabalhou em física da matéria condensada, estudando a transição de fase no modelo de Ising a 1 dimensão e as ondas de spin.

Publicou várias colecções de livros de especulações e observações sobre a tecnologia, a ciência e o futuro.

Foi galardoado com a medalha Lorentz em 1966 e a medalha Max Planck em 1969. Em 1996 foi-lhe concedido o prémio Lewis Thomas para Escritos sobre Ciência.

defesa nacional, e Wilson respondeu: “Não, senhor, mas farão que valha mais a pena defender o país”.

G: Penso que o seu trabalho mais conhecido como teórico das altas energias foi a unificação das três versões diferentes que havia da electrodinâmica quântica. O senhor mostrou que eram compatíveis e de certa forma unificou-as. Como é que chegou a essa ideia?

FD: Por sorte. Calhou de eu estar a estudar na universidade em Cornell, onde Feynman era um jovem professor, por isso conversei bastante com Feynman, que tinha uma versão da electrodinâmica quântica que era diferente da dos outros. Por acaso estava lá, por isso aprendi-a, e no Verão seguinte fui a uma escola de Verão no Michigan na qual Schwinger foi orador, e assim aprendi também a versão de Schwinger com o próprio Schwinger. Fui praticamente a única pessoa a falar com ambos, apenas por sorte, por isso sabia ambas as linguagens. O terceiro era

Tomonaga, no Japão, que estava mais na teoria de campo quântica tradicional que eu tinha aprendido na Inglaterra, por isso também conhecia bem a sua forma de pensar. Veio tudo parar às minhas mãos. Eu era a única pessoa fluente nas três linguagens, por isso não foi muito difícil juntar tudo.

G: Diria então que foi uma questão de sorte?

FD: Na sua maior parte, sim. Não tive nenhuma ideia nova. O que eu fiz foi apenas arrumar a matemática, tornar as coisas mais simples do ponto de vista matemático, para que fosse algo que qualquer estudante pudesse usar. Eu só organizei a desordem, fisicamente é o mesmo, mas matematicamente é diferente, e eu tornei a matemática mais simples.

EU ACREDITO QUE OS DETECTORES SUBTERRÂNEOS SÃO MAIS IMPORTANTES QUE OS ACELERADORES.

G: Como compararia a Física teórica das altas energias desse tempo com a de hoje?

FD: É claro que era muito mais próxima da experiência do que hoje em dia, essa é a maior diferença. Nesse tempo havia experiências que tinham sido feitas nesse mesmo ano e que mediam as propriedades do átomo de hidrogénio com muita precisão, e nós tínhamos de nos ajustar às experiências. Esse era o objectivo. A teoria era impulsionada pela experiência e hoje em dia já não é assim. Actualmente a Física das altas energias praticamente já fez todas as experiências que podia fazer, e é por isso que o seu progresso desacelerou tanto.

G: Como lhe parece que se pode resolver este problema?

FD: Eu acredito que os detectores subterrâneos são mais importantes que os aceleradores. O CERN é uma boa máquina, o LHC no CERN será uma boa máquina, mas não é tudo, e penso que lhe é dada demasiada relevância apenas por motivos políticos. Na verdade, penso que os grandes progressos virão dos detectores subterrâneos. Hoje em dia, os dois países que estão à frente nesta área são o Canadá e o Japão, o que não é conhecido do público. A Europa ficou para trás, e os Estados Unidos também ficaram para trás, o que é ridículo. Espero que se venham a construir mais detectores subterrâneos, pois creio que a probabilidade de fazer descobertas inesperadas é muito maior. Com o colisionador de hádrons praticamente só se podem descobrir coisas de que se está à espera porque há tantos acontecimentos de fundo desinteressantes. É um problema de relação entre sinal e ruído. É preciso escrever o software para analisar os acontecimentos, por isso exclui-se tudo excepto aquilo de que se está à procura, de modo que só se descobre aquilo de que já se está à procura. Com os detectores subterrâneos não é assim, neste caso os acontecimentos são muito mais raros, por isso pode olhar-se para tudo e é muito mais provável que se encontre algo inesperado.

A TEORIA DAS CORDAS É BONITA, MAS PENSO QUE MIL E NÃO DEZ MIL PESSOAS DEVERIAM ESTAR A FAZER TEORIA DE CORDAS.

G: De um ponto de vista puramente teórico, pensa que as pessoas devem procurar manter-se o mais próximas possível



da experiência, ou acha que há outros esforços válidos, como a teoria de cordas, que muitas vezes não são impelidos pela experiência? O que pensa disto, desta abordagem?

FD: Creio que se trata de um problema sociológico. Ambas as coisas devem ser feitas. É claro que se deve promover o estudo especulativo, e também se deve incentivar as pessoas a manterem-se próximas da experiência, há lugar para todos. O que me parece perigoso é que há dez mil pessoas a trabalhar em teoria de cordas no mundo, hoje em dia há cerca de dez mil jovens completamente especializados em teoria de cordas, e se a moda mudar, se a teoria de cordas for abandonada, ou se pelo contrário ficar demonstrada, em ambos os casos estas pessoas não conseguirão arranjar qualquer outro emprego. Isso seria muito mau para as carreiras destes jovens, por isso tenho receio por eles. A teoria de cordas é bonita, penso que umas mil pessoas deveriam estar a fazer teoria de cordas, não dez mil.

G: Também é conhecido por um artigo chamado "Heretical thoughts about science and society". Penso que um desses pensamentos é sobre o aquecimento global. Discorda de que o aquecimento seja global, é isso?

FD: Bem, é claro que está fortemente concentrado no Ártico. Fui recentemente à Gronelândia, e o aquecimento era muito maior nessa região, era extremamente importante para as pessoas de lá. Eles estão muito contentes com o clima mais quente, adoram-no e esperam que continue.

G: Mas as outras pessoas nos países mais quentes também sentem o aquecimento global e não estão assim tão contentes com ele.

FD: Não é assim tão mau. Na verdade, nos trópicos é muito pouco, na Europa é intermédio, há algum aquecimento, mas não muito. Em geral, o aquecimento é maior no Inverno que no Verão, o que, globalmente, está a tornar a vida mais confortável também para os seres vivos selvagens. Ao que consigo ver, não está a causar danos.

G: Pensa que mais nenhuma espécie é afectada pelo aquecimento, por a temperatura média do planeta estar a aumentar?

FD: É um aumento muito pequeno, porque a temperatura aumentou de um grau. Em graus Celsius é até menos que um grau, portanto é muito pequeno. É claro que algumas espécies são afectadas, e há efeitos muito visíveis no Ártico e no Antártico. É de facto um problema. Penso contudo que costuma ser exagerado. É um problema, com o qual conseguiremos provavelmente lidar, talvez com algum esforço, mas não é um dos grandes problemas.

G: Na sua opinião, quais são os maiores problemas?

FD: Com toda a certeza as armas nucleares são um problema muito mais sério, e juntar-lhe-ia também a saúde humana, a pobreza humana e a desigualdade entre os ricos e os pobres. Estes problemas são muito mais sérios. Entristece-me ver que hoje em dia o clima é considerado o primeiro dos problemas, acho que é um erro.

G: Ainda assim, não lhe parece que as gerações futuras poderão lamentar-se amargamente se não considerarmos que o clima é um problema sério?

FD: Pode acontecer. Não me julgo infalível, posso estar errado. Mas penso que haverá tempo: se piorar, seremos capazes de lidar com o clima. Por agora, não temos provas de que vá acontecer algo de mau.

G: Quais são outros pensamentos heréticos seus?

FD: Há muitos. Um deles é que a biotecnologia será domesticada. Falei sobre isso num dos meus livros, não no artigo que referiu. Há um livro que eu escrevi mais recentemente, chamado "A Many-Colored Glass", que fala mais das alterações climáticas e também da domesticação da biotecnologia. A ideia é que o que aconteceu ao computador irá acontecer também

à biotecnologia, que se tornará doméstica, algo que toda a gente tem em casa. E isso mudará muito mais a forma como vivemos do que a biotecnologia se que se fala, que está nas mãos das grandes empresas. Toda a gente poderá usar a biotecnologia para criar plantas e animais, o que a tornará muito mais simpática.

G: Porque lhe parece que isso será possível?

FD: Porque está a embaratecer, a ficar mais pequena mas sobretudo mais barata. O preço dos sintetizadores de ADN está a diminuir para metade todos os anos, como acontece com os computadores. Isto tornar-se-á algo a que toda a gente tem acesso, e que as outras pessoas poderão comprar.

G: A ciência está a tornar-se muito mais interdisciplinar, há uma relação muito maior entre as várias ciências. Qual é, na sua opinião, o papel da Física entre todas as outras disciplinas, no que diz respeito a esta interdisciplinaridade?

FD: Sobretudo uma ferramenta de construção. É claro que a Física é interessante por si mesma, mas a função mais importante da Física nos próximos cem anos será provavelmente construir ferramentas para as outras pessoas usarem, sobretudo ferramentas para a Biologia, que é o que já está a acontecer, mas irá acontecer ainda mais.

AS ARMAS NUCLEARES SÃO UM PROBLEMA SÉRIO. JUNTAR-LHE-IA A SAÚDE HUMANA, A POBREZA E A DESIGUALDADE ENTRE RICOS E POBRES.



Arthur C. Clarke: da órbita ao elevador espacial

Carlos Fiolhais

A 16 DE DEZEMBRO PRÓXIMO O ESCRITOR DE FICÇÃO CIENTÍFICA ARTHUR C. CLARKE VAI, NO SRI LANKA ONDE RESIDE HÁ MUITOS ANOS, SOPRAR 90 VELAS NO SEU BOLO DE ANIVERSÁRIO.

Quem não viu o filme cujo argumento escreveu com Stanley Kubrick, “2001: Uma Odisseia no Espaço”? Mas menos gente sabe que é formado em Física, tendo estudado no King’s College de Londres logo após a Segunda Guerra Mundial. Durante a guerra serviu o seu país na Royal Air Force, tendo ajudado no desenvolvimento do radar.

Foi em Outubro de 1945, quando tinha apenas 28 anos, que numa revista de electrónica amadora (“Wireless World”) avançou com uma das maiores ideias das ciências espaciais: o satélite geoestacionário. O artigo, intitulado “Can Rocket Stations Give Worldwide Radio Coverage?”, especulava sobre a possibilidade de uma rede de satélites fornecer uma cobertura radiofónica à escala mundial. Um satélite geoestacionário devia situar-se numa órbita especial, a chamada órbita de Clarke. Essa órbita, a cerca de 36 000 km de altitude, está hoje povoada de satélites, não só de comunicações como de meteorologia. Porquê 36 000 km? É só fazer as contas, usando

a segunda lei de Newton e a força de gravitação universal. Aprende-se na Física do 10º ano que um satélite a essa altitude, colocado sobre o equador, demora exactamente um dia a dar a volta a Terra. Como a Terra dá uma volta completa nesse tempo, o satélite é visto do equador da Terra como estando permanentemente parado. Em 1945 não se sabia que a tecnologia dos satélites só se viria a concretizar com o primeiro Sputnik, em 1957 (fez agora 50 anos). O Sputnik 1 girava a uma órbita a menos de 1000 km e o primeiro satélite geoestacionário, o Syncom 2, só foi lançado pelos americanos em 1963. O artigo de Clarke não era, portanto, ficção: era científico.

Hoje há ideias que parecem tão lunáticas como a órbita de Clarke parecia no fim da guerra. Uma das mais curiosas consiste na construção de um elevador espacial, isto é, um fio estendido na vertical até à órbita de Clarke e que se mantenha esticado, a rodar com a Terra pelo facto de a ponta estar em condições geoestacionárias. O fio teria de ser muito resistente para permitir levantar objectos para o espaço, dispensando os pesados e caros foguetões (em 1945, Clarke previu erradamente foguetões a energia nuclear). Há quem tenha proposto nanotubos de carbono, faltando porém saber se essa tecnologia é “mágica” (para Clarke a tecnologia suficientemente avançada é indistinguível da magia). O próprio Clarke descreveu em pormenor o elevador espacial no seu romance de ficção científica “As Fontes do Paraíso” (original de 1979; em português, Edições 70, 1990) recorrendo a um fio de diamante. Situou-o na região do Sri Lanka, Taprobana para os portugueses dos Descobrimentos. Mais precisamente, na montanha sagrada de Taprobana, onde um templo budista impedia a construção. O elevador espacial talvez um dia se venha a realizar, e não nos levará, como escreveu Camões, “além da Taprobana”, mas para cima dela!

Carlos Fiolhais é professor da Universidade de Coimbra, sendo director da biblioteca dessa Universidade. É um grande divulgador de ciência, autor de muitos livros, nomeadamente “Física Divertida” e “Nova Física Divertida”.



“Cala-te enquanto calculas” ou “cala-te e calcula”?

Jim Al-Khalili (Tradução: Ana Sampaio)

**PRIMEIRO QUE TUDO, PERMITAM-ME
QUE ME APRESENTE: CHAMO-ME JIM
AL-KHALILI, SOU FÍSICO NA UNIVERSIDADE
DE SURREY, EM INGLATERRA,**

e fui convidado a escrever uma crónica regular nesta revista pela editora da revista. A sua área de investigação, tal como a minha, é a física nuclear teórica – que não é exactamente o tipo de coisa de que gostamos de nos gabar nas festas (bem, depende talvez do tipo de festa...). No entanto, passo cerca de metade do meu tempo fora do conforto da vida académica, a trabalhar como divulgador da ciência. Há muitas coisas interessantes sobre as quais poderia falar aqui, mas parece-me que vou utilizar esta minha primeira crónica para dizer algo sobre a forma como a área da divulgação das ciências se tem vindo a desenvolver no Reino

Unido. Na realidade, esta é uma área em que os britânicos tomaram agora a dianteira (ao contrário do futebol...).

Ao longo dos últimos anos, o Reino Unido tem vindo a afastar-se daquilo a que se chamava “a compreensão pública da ciência” e que significava, basicamente, que os cientistas davam umas conferências sobre temas interessantes mas difíceis, enquanto a assistência (público em geral, crianças em idade escolar, etc.) ficava sentada a ouvir, quais receptáculos vazios à espera de ficarem repletos com o conhecimento dos sábios. Esse cenário é actualmente designado por “modelo deficitário”. Hoje em dia, pelo contrário, estamos mais interessados naquilo a que se chama “o envolvimento público na ciência”, que reconhece a importância do processo de diálogo nos dois sentidos. Trata-se

de uma constatação essencial num mundo em rápida mudança como é o nosso, com as alterações climáticas, a energia nuclear, a genética, a nanotecnologia, a investigação sobre células estaminais e tantas outras questões compreensivelmente preocupantes para as pessoas. Os cientistas britânicos estão agora a começar a perceber que não podem limitar-se a dar conferências - têm também de falar com as pessoas e explicar-lhes aquilo que fazemos e por que razão o fazemos. E nas pessoas incluem também os nossos dirigentes políticos.

Quando comecei a interessar-me pela divulgação da ciência, há cerca de dez anos, alguns dos meus colegas mais velhos avisaram-me que não era boa ideia. Disseram-me que me devia concentrar na investigação e deixar as actividades de divulgação para outros. Felizmente, não segui os seus conselhos e as mentalidades estão agora a mudar rapidamente. No ano passado, paralelamente à publicação de artigos de investigação, à actividade docente, à participação em comissões e a todas as outras tarefas que os cientistas universitários tão bem conhecem, elaborei e apresentei uma série de televisão em três partes para a BBC chamada Átomo, que não só foi uma experiência muito gratificante e agradável para mim, mas também parece ter tido uma boa recepção por parte do público. Embora isto não faça de mim uma celebridade dos media (ainda não me fazem parar na rua para me agradecerem...), revela que falar sobre aquilo que fazemos e por que razão o fazemos àqueles que estão fora da área da ciência é agora reconhecido como sendo uma parte importante do trabalho do cientista.

Foquemo-nos agora em pensamentos quânticos: Tenho uma história quântica para vos contar. Uma história que, por incrível que pareça, chegou aos títulos dos jornais britânicos em Setembro deste ano. Um desses títulos dizia: "Universos paralelos existem realmente, segundo uma descoberta matemática de cientistas de Oxford". Um outro jornal citava um conceituado cientista norte-americano: "Este trabalho irá revelar-se como um dos mais importantes da história da ciência." Do que se trata, afinal? Não deveríamos ser nós, os cientistas, os primeiros a saber? O leitor, provavelmente, sabe, mas permita-me que prossiga de qualquer modo. Nós sabemos que a mecânica quântica (a teoria e o quadro matemático que descreve o funcionamento do mundo subatômico) é muito estranha. A maior parte dos físicos aprende simplesmente a viver com a noção de que uma partícula subatômica está em dois locais ao mesmo tempo, ou que gira em dois sentidos ao mesmo tempo, ou que desaparece de um lugar e aparece como por magia, instantaneamente, noutro lugar. Aceitamos isso, porque a

mecânica quântica é um grande sucesso. Na verdade, é a mais poderosa e importante teoria de toda a ciência. Desenvolvida na década de 1920, está na base de toda a física, química, electrónica e ciência dos materiais modernas. Sem ela, não teríamos desenvolvido os semicondutores nem, por consequência, os microchips, os computadores, os iPods, os telemóveis e tanto outros dispositivos electrónicos que hoje em dia nos parecem banais. A verdade, porém, é que esta estranheza essencial continua a ser francamente irritante!

Por isso, quando ouço dizer que uma demonstração matemática conseguiu dar um impulso significativo a uma das explicações possíveis para aquilo que acontece, não posso deixar de ficar entusiasmado. É que uma das formas de explicar a razão pela qual os objectos no mundo subatômico podem fazer mais do que uma coisa de cada vez (aquilo a que se chama sobreposição) é haver mais do que um universo! Sim, eu sei que isto pode parecer um pouco radical, mas o facto é que foi proposto, em 1957, por um personagem estranho que dava pelo nome de Hugh Everett III e, desde então, tem mantido uma minoria fiel, e crescente, de apoiantes dentro da comunidade dos físicos.

As notícias dos jornais que referiam uma demonstração matemática não diziam efectivamente que a ideia dos universos paralelos de Everett está correcta, mas sim que uma das principais objecções que existia a esta ideia foi eliminada. Ainda falta muito para provarmos a existência de outros mundos.

Em que ponto estamos, então? A verdade é que, desde o nascimento da mecânica quântica, temos tentado encontrar uma explicação racional para aquilo que acontece. A maior parte dos físicos adoptam a atitude pragmática de ignorar essas preocupações. A filosofia subjacente é "cala-te e calcula", o que significa continuar a utilizar a mecânica quântica, em vez de nos preocuparmos com a filosofia e a metafísica da coisa. Evidentemente, para muitos de nós, isto não é suficiente. Eu prefiro a alternativa "cala-te, ENQUANTO calculas", que me deixa a possibilidade de ir verificando quaisquer novas ideias que me possam ajudar a dormir melhor à noite. Infelizmente, esta nova ideia sobre aquilo a que se chama a teoria dos "muitos mundos" não resolve esse meu problema. É pena.

Jim Al-Khalili é professor de Física na Universidade de Surrey, Inglaterra, onde lecciona também uma nova disciplina sobre envolvimento público na ciência. O seu *site* na Internet é: www.al-khalili.co.uk

Notícias

PRÉMIO NOBEL DA FÍSICA - 2007-11-05
ALBERT FERT, PETER GRÜNBERG
Luís Melo



http://www.fz-juelich.de/portal/gruenberg_e



<http://www.trt.thalesgroup.com/ump-cnrs-thales/>

O Prémio Nobel da Física 2007 foi atribuído a Albert Fert (França) e Peter Grünberg (Alemanha) “pela descoberta da magneto-resistência gigante” (GMR). Este efeito observa-se em determinado tipo de nanoestruturas magnéticas, tendo hoje aplicação corrente nos discos de computador das últimas gerações. A GMR está na origem do desenvolvimento de uma nova disciplina em rápida expansão conhecida como spintrónica, em que o funcionamento de dispositivos se baseia directamente nas propriedades de spin electrónico. A GMR foi observada pela primeira vez pelos dois premiados independentemente em 1988.

A GMR é um efeito que pode ser observado em estruturas constituídas por camadas de determinados materiais ferromagnéticos separadas por camadas de um metal paramagnético de espessura nanométrica ou inferior. Neste caso observa-se uma diferença na resistividade da estrutura entre as configurações de magnetização paralela e anti-

paralela de camadas ferromagnéticas consecutivas. Este efeito foi primeiramente observado em estruturas periódicas (multicamadas) em que as camadas ferromagnéticas consecutivas se acoplam antiferromagneticamente através da camada paramagnética [1, 2]. Desta forma as camadas ferromagnéticas assumem naturalmente magnetizações alternadas

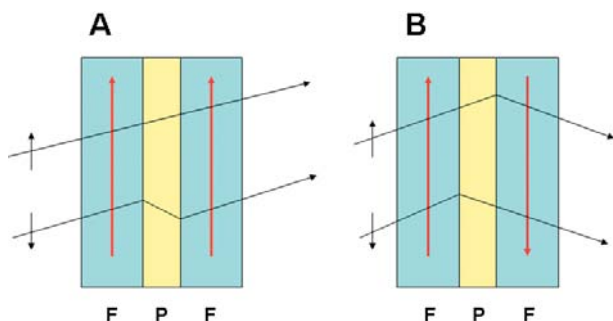
na ausência de campo magnético externo. Quando é aplicado um campo magnético as magnetizações alinham-se paralelamente, baixando a resistividade do sistema (Fig. 1). Neste tipo de sistemas a resistividade da configuração antiparalela chega a atingir valores superiores a 65% acima da configuração paralela à temperatura ambiente [3], mas os campos necessários para obter esta última são normalmente elevados, o que inviabiliza muitas das potenciais aplicações. Em outros sistemas desenvolvidos posteriormente, como as válvulas de spin (spin-valves [4]), este acoplamento é evitado, utilizando-se antes diferentes técnicas para obter camadas ferromagnéticas com diferentes campos coercivos (ou seja, com diferentes sensibilidades ao campo magnético aplicado). Desta forma obtêm-se camadas cuja magnetização pode ser modificada

Referências:

- [1] G. Binasch, P. Grünberg, F. Saurenbach, W. Zinn, “Enhanced magnetoresistance in Fe-Cr layered structures with antiferromagnetic interlayer exchange”, Phys. Rev. B39, 4282 (1989).
[2] M. N. Baibich, J. M. Broto, A. Fert, F. Nguyen Van Dau, P. Etienne, G. Creuzet, A. Friederich, J. Chazelas, “Giant magnetoresistance in Fe(001)/Cr(001) superlattices”, Phys. Rev. Lett. 61, 2472 (1988).
[3] S.S.P. Parkin, Z.G. Li, D.J. Smith, “Giant magnetoresistance in antiferromagnetic Co/Cu multilayers”, Appl. Phys. Lett. 58 (23), 2710 (1991).

- [4] B. Dieny, V.S. Speriosu, S. Metin, S.S.P. Parkin, B.A. Gurney, P. Baumgart, D.R. Wilhoit, “Magnetotransport properties of magnetically soft spin-valve structures”, J. Appl. Phys. 69 (8), 4774 Part 2A (1991).
[5] P.P. Freitas, J.L. Leal, L.V. Melo, N.J. Oliveira, L. Rodrigues, A.T. Sousa, “Spin-valve sensors exchange-biased by ultrathin TbCo films”, Appl. Phys. Lett. 65 (4), 493 (1994).
[6] J.J. Sun, V. Soares, P.P. Freitas, “Low resistance spin-dependent tunnel junctions deposited with a vacuum break and radio frequency plasma oxidized”, Appl. Phys. Lett. 74 (3), 448 (1999).

Fig. 1 - Camadas ferromagnéticas (F) separadas por camadas paramagnéticas (P). A: Alinhamento paralelo das magnetizações. B: Alinhamento antiparalelo das magnetizações. Os electrões com uma dada polarização de spin sofrem menor oposição ao seu movimento ao atravessar a(s) camada(s) paramagnética(s) quando encontram sempre camadas ferromagnéticas com a mesma orientação da magnetização, o que só acontece em A.



com valores baixos de campo (ditas “livres”) e camadas que necessitam valores elevados de campo aplicado para alterar a sua magnetização (ditas “presas”, ou *pinned*). É este último tipo de sistemas que é utilizado correntemente em cabeças de leitura de discos de computador.

A GMR também se verifica em sistemas granulares, em que grãos ferromagnéticos se encontram embebidos em uma matriz de um material paramagnético.

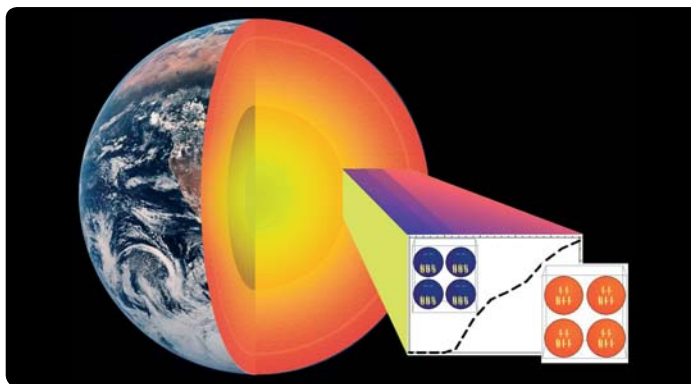
Em Portugal um grupo de investigação no INESC (actualmente no INESC-MN) começou a trabalhar em sistemas GMR ainda em 1989, tendo vindo a adquirir notoriedade durante os anos 1990 com o desenvolvimento de um novo tipo de spin-valves e dispositivos baseados em spin-valves [5], e posteriormente de sistemas em que a camada de separação é um isolador e a corrente entre as camadas ferromagnéticas se processa por efeito de túnel (um fenómeno quântico) dependente do spin (STJ, *Spin-dependent Tunneling Junctions* [6]).

Albert Fert nasceu em Carcassonne, França, em 1938. Estudou na École Normale Supérieure (Paris) e na Université de Paris, tendo-se doutorado na Université de Paris-Sud (1970), onde é Professor desde 1976. É o Director Científico da Unité Mixte de Physique CNRS/Thales (Orsay) desde 1995.

Peter Grünberg nasceu em Pilsen (no então Protectorado Alemão da Boémia e Morávia, actualmente República Checa) em 1939. Estudou na Universidade Johann Wolfgang Goethe em Colónia e na Universidade Técnica de Darmstadt, onde se doutorou em 1969. É Professor na Universidade de Colónia desde 1992 e Investigador do Forschungszentrum Jülich GmbH (Centro de Investigação de Jülich) desde 1972.

DESCOBERTA NOVA CAMADA NO MANTO TERRESTRE

Filipe Moura



Um grupo de físicos dos EUA e de França demonstrou a existência de uma camada, previamente desconhecida, do manto do interior da Terra. O manto, constituído por minerais contendo principalmente óxidos de silício e magnésio, divide-se por sua vez em duas partes. O manto inferior, situado na gama de profundidades entre os 650 e os 2900 km e constituindo mais de metade do volume da Terra, distingue-se do manto superior, de profundidades entre 30 e 650 km, por ter uma composição mais rica em ferro e mais estável quimicamente.

A diferente composição química influencia a densidade do manto, que aumenta com a profundidade, à medida que este se torna mais rico em ferro. Esta densidade depende dos diferentes estados de spin dos electrões nos átomos de ferro, que podem dar origem a uma maior ou menor aglomeração consoante o balanço das forças de atracção e repulsão entre átomos com spins diferentes. Estes spins deveriam passar gradualmente do estado “para cima” para o estado “para baixo”, à medida que a profundidade aumenta (e a pressão e a temperatura). Mas, num estudo publicado na Science de 21 de Setembro, uma equipa liderada por Jung-Fu Lin do Laboratório Lawrence Livermore nos EUA descobriu, através da espectroscopia de raios X de óxidos de ferro e magnésio a altas temperaturas e pressões, que esta transição de spin (e variação de densidade) deveria ser muito mais abrupta e concentrar-se numa nova camada, situada entre os 1000 e os 2200 km de profundidade, denominada “zona de transição de spin”.

Estes novos dados sobre a densidade do manto podem dar origem a novas teorias sobre a propagação de ondas sísmicas no interior da Terra, uma vez que a velocidade destas ondas aumenta com a densidade.

Figura: de http://www.llnl.gov/pao/news/news_releases/2007/NR-07-09-03.html, créditos de Gyorgy Vanko/KFKI Research Institute for Particle and Nuclear Physics e European Synchrotron Radiation Facility, e Steve Jacobsen/Northwestern University

PROGRESSOS NO EMARANHAMENTO DE ÁTOMOS PODEM LEVAR À COMPUTAÇÃO QUÂNTICA

Filipe Moura

Um grupo de físicos da Universidade de Michigan, em Ann Harbor, nos EUA, emaranhou remotamente dois íons atômicos individuais, confinados por campos eléctricos em caixas diferentes e separados à distância de um metro. Nesta experiência, os cientistas usaram dois átomos de itérbio como bits quânticos (qubits), armazenando informação nas suas configurações electrónicas. Os átomos foram então excitados até um nível de energia superior, usando um laser. Ao regressar a um de dois possíveis estados de energia inferior, cada átomo emitiu um fóton, cuja frequência identifica o novo estado do átomo emissor. Estes fótons são capturados e conduzidos através de fibras ópticas até se encontrarem, sendo então detectados e medidas as suas frequências. Se os átomos se encontrarem em estados diferentes, existem duas possibilidades (átomo A no estado x e B no estado y ou vice-versa). Uma vez que nessa altura é impossível distinguir de que átomo proveio cada fóton, a função de onda do sistema é uma sobreposição dessas duas possibilidades. Diz-se que os dois átomos estão emaranhados.

O emaranhamento é uma propriedade característica da mecânica quântica. Quando dois qubits estão emaranhados, o valor de um qubit é revelado sempre que se mede o valor do outro. Esta propriedade está na base da proposta dos computadores quânticos, que poderão realizar tarefas impossíveis com computadores convencionais, tornando a actual encriptação de dados obsoleta e substituindo-a por uma encriptação quântica, muito mais segura.

O resultado mais notável nesta experiência é a distância a que se conseguiu obter átomos emaranhados. Até então, nunca se conseguira emaranhar átomos isolados a distâncias macroscópicas. Para se construírem redes de computadores quânticos, há que emaranhar memórias de qubits remotas.

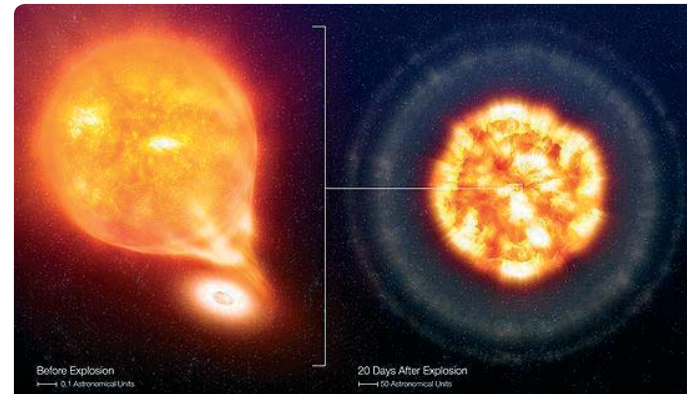
A investigação foi conduzida por Chris Monroe e publicada na edição de 6 de Setembro da revista Nature.

ASTRÓNOMOS ESCLARECEM A ORIGEM DAS SUPERNOVAS

Filipe Moura

Uma equipa de astrónomos do Observatório Europeu do Sul descobriu a origem dos sistemas estelares que explodem como supernovas do tipo Ia. Crê-se que supernovas deste tipo são produzidas quando a acção gravitacional de uma estrela anã branca atrai material suficiente da sua vizinhança para dar origem a uma fusão nuclear em larga escala, resultando numa explosão tão brilhante como um bilião de sóis. Os astrónomos pensavam que estas explosões, relativamente comuns, tinham associada sempre a mesma quantidade de luz, sendo então usadas para medir indirectamente distâncias cósmicas. No entanto, no decorrer da última década os astrónomos distinguiram pequenas flutuações no brilho destas supernovas, que poderiam afectar o rigor das estimativas de distância.

No modelo para as supernovas do tipo Ia mais comumente aceite, a anã branca, antes de explodir, interage com uma estrela parceira muito maior. De-



SN 2006X, before and after the Type Ia Supernova Explosion (Artist Impression)

ESO Press Photo 31b/07 (12 July 2007)

This image is copyright © ESO. It is released in connection with an ESO press release and may be used by the press on the condition that the

Vue sur www.techno-science.net
Cette image peut être protégée

Figura: supernova retirada de <http://www.techno-science.net/?onglet=news&news=4295>, cortesia da ESO.

vido ao campo gravitacional muito forte produzido pela anã branca e à proximidade das duas estrelas, a estrela parceira perde massa continuamente, alimentando a anã branca. Quando a massa da anã branca atinge um valor crítico, esta explode. Para tentar obter mais informações sobre estas explosões e confirmar este modelo, uma equipa de astrónomos liderada por Ferdinando Patat, do Observatório Europeu do Sul, decidiu procurar sinais da matéria absorvida pela anã branca na restante matéria que a rodeia. A ideia é que a estrela dadora expele matéria em todas as direcções. A matéria que não é absorvida pela anã branca absorve radiação de certos comprimentos de onda.

A observação foi realizada durante quatro meses na supernova SN 2006X, que explodiu há 70 milhões de anos-luz na galáxia Messier 100, utilizando um espectrógrafo montado no telescópio VLT (very large telescope), no Chile. A descoberta mais notável é uma evolução clara nas linhas de sódio do espectro de absorção ao longo dos quatro meses. Esta alteração no espectro permite aos astrónomos concluir que a matéria que rodeia a anã branca não é um contínuo, sendo formada por camadas. Este comportamento é típico de ventos de gigantes vermelhas, e permite excluir um modelo alternativo, segundo o qual as supernovas resultariam do colapso de duas anãs brancas. O sistema que explodiu seria, portanto, provavelmente constituído por uma anã branca que aspirava gás da sua parceira, uma gigante vermelha, até explodir. Esta é a primeira vez que se encontram provas tão directas e claras do material que rodeava a anã branca.

O trabalho foi publicado na revista Science Express no mês de Julho.

RAIOS CÓSMICOS ULTRA-ENERGÉTICOS PODEM TER ORIGEM EM BURACOS NEGROS

Filipe Moura

Os raios cósmicos ultra-energéticos são prótons formados em buracos negros no centro de galáxias próximas, segundo uma colaboração internacional de cientistas anunciou no princípio deste mês.

Descobertos há 95 anos, os raios cósmicos são partículas energéticas que entram na atmosfera terrestre provenientes do espaço sideral. Na sua maioria, têm origem na nossa galáxia, em especial no sol. Existe porém uma categoria especial: os raios cósmicos ultra-energéticos, descobertos em 1963. São as partículas mais energéticas conhecidas no universo: cada uma delas tem uma energia de 57 milhões de biliões de electrões-volt, equivalente à de uma bola de ténis, um muro de um pugilista ou uma bala de um revólver, e cerca de 100 milhões de vezes a energia das partículas produzidas nos maiores aceleradores da Terra. Cada quilómetro quadrado da superfície terrestre é atingido, em média, uma vez por século por uma destas partículas (prótons ou outros núcleos atômicos), que são assim muito raras.

Desde a sua descoberta que a sua origem e constituição era um mistério. E foi esse mistério que uma equipa de 370 cientistas de 17 países, entre os quais 12 portugueses, julga ter resolvido. Através da observação de 27 destas partículas ultra-energéticas, detectadas ao longo de dois anos no maior detector de raios cósmicos do mundo, o observatório Pierre Auger, na Argentina, os cientistas descobriram que estes raios cósmicos de alta energia são prótons, produzidos por galáxias que têm no seu centro buracos negros activos e ejectados no espaço intergaláctico. Suspeitava-se que proviessem de fora da nossa galáxia: com energias tão grandes, teriam de ser formados nos eventos mais energéticos do universo. A descoberta, publicada no jornal Science, demonstra como estas partículas viajam isoladamente 250 milhões de anos-luz até chegarem à Terra.

A equipa portuguesa do LIP coordenada por Mário Pimenta (à frente, à direita) que participou no projecto do Observatório Pierre Auger. Cortesia de Diário de Notícias, créditos de Leonardo Negrão.



Vai acontecer

João Caraça

Vai decorrer na Fundação Calouste Gulbenkian, de Dezembro de 2007 a Julho de 2008, um ciclo de conferências subordinado ao tema “Na Fronteira da Ciência”.



Cortesia da Fundação Calouste Gulbenkian.

A ciência dedica-se ao estudo dos fenómenos da natureza e das suas interacções. Sendo o universo infinito, o processo de o apreendermos, acompanhando o progresso da ciência, não pode parar nem retroceder. A fronteira pula e avança.

Mas a ciência é também um poderoso veículo da cultura das sociedades contemporâneas e do exercício da cidadania. Por este motivo, torna-se necessário que cada vez se faça mais investigação e em melhores condições. O conhecimento científico está na base do espírito crítico, da atitude participativa, da verificação sistemática das condições do funcionamento da realidade de todos os dias.

A democracia é o único regime político que permite questionar livremente a relação da ciência com a sociedade. Ciência e democracia estão, pois, indissolivelmente ligadas. Importa assim que todos compreendam os desafios e as perspectivas novas que decorrem das actividades na fronteira da ciência. Essas percepções são um poderoso indicador das oportunidades bem como das dificuldades com que se depara a nossa sociedade.

A leitura que fazemos do presente com vista ao futuro é a utopia que se tornará realidade no intervalo de uma geração. Torna-se assim tão importante falar sobre a ciência como fazer investigação na sua fronteira. É este encontro entre a ciência e os cidadãos que é fundamental promover. Para que as suas implicações sejam claras para todos – e para que o gosto pela aventura e pela descoberta perdure como aspiração colectiva.

Mais informação disponível em

http://www.gulbenkian.pt/detalhe_coloquio.asp?ID=47

FÍSICA 2008

**16ª CONFERÊNCIA NACIONAL DE FÍSICA
17º ENCONTRO IBÉRICO PARA O ENSINO DA FÍSICA
Faculdade de Ciências e Tecnologia / Universidade
Nova de Lisboa**

José Paulo Santos

A Delegação do Sul e Ilhas da Sociedade Portuguesa de Física (SPF) está a organizar a 16ª Conferência Nacional de Física (CNF) numa perspectiva de divulgação da Física. Simultaneamente decorrerá o 17º Encontro Ibérico para o Ensino da Física, organizado conjuntamente pela Divisão de Educação da SPF e pela congénere da Real Sociedad Española de Física (RSEF). Os eventos terão lugar na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa de 3 a 6 Setembro de 2008.

No âmbito da CNF, de 3 a 5 de Setembro terão lugar palestras sobre as áreas de Física Atómica e Molecular, Astrofísica, Física Aplicada e Matéria Condensada e duas sessões de apresentação de trabalhos no formato de poster. O dia 6 de Setembro (Sábado) será dedicado ao público em geral, nomeadamente aos alunos das Escolas Secundárias e respectivos pais. Além de palestras sobre temas como a Supercondutividade, Matéria e Energia Negra e a Medição o tempo, terão também lugar várias actividades de divulgação científica e a apresentação de trabalhos por parte de alunos de várias faixas etárias.

A Comissão Organizadora é presidida por José Paulo Santos (UNL), e constituída também por Adelaide Jesus (UNL), Ana Costa (UL), António Paiva (UNL), Célia Henriques (UNL), Fernando Parente (UNL), Joaquim C. N. Pires (UC), Jorge Silva (UNL), José Luís Martins (IST), Orlando Teodoro (UNL) e Rui Agostinho (UL). A Comissão Científica é constituída por António Sá Fonseca (UL), Helder Crespo (UP), João Carvalho (LIP), Joaquim C. N. Pires (UC), Jorge Miguel Miranda (UL), José Luís Martins (IST), José Paulo Santos (UNL), Luís Lemos Alves (IST), Maria do Carmo Lopes (IPO), Rui Agostinho (UL) e Vítor Teodoro (UNL).

GIREP 2008 INTERNATIONAL CONFERENCE AND MPTL WORKSHOP

**GROUPE INTERNACIONAL DE RECHERCHE SUR
L'ENSEIGNEMENT DE LA PHYSIQUE, CONFERÊNCIA 2008
13TH WORKSHOP MULTIMEDIA IN PHYSICS TEACHING
AND LEARNING
Nicósia, Chipre**

Tânia Rocha

O Learning in Science Group, da Universidade do Chipre, está a organizar a Conferência internacional GIREP 2008, subordinada ao tema "Physics Curriculum Design, Development and Validation". Simultaneamente decorrerá o 13º Workshop Multimedia in Physics Teaching and Learning (MPTL). Os eventos terão lugar na Universidade do Chipre de 18 a 22 de Agosto de 2008.

As áreas abordadas durante a conferência serão Modelação,

Simulação e Medição Vídeo na Educação em Física; Uso de Multimédia; Compreensão da Física; Inovações do Curriculum na Física Escolar e Universitária; Estratégias para Motivar; Educação dos Professores de Física; Física e Sociedade e Investigação na Educação em Física. Haverá uma sessão de apresentação de trabalhos no formato de poster e workshops com demonstrações interactivas e seminários práticos para professores e investigadores.

Mais informação sobre a conferência, registo, datas importantes e contactos em <http://www.ucy.ac.cy/girep2008>.

ENCONTRO IBÉRICO DE FÍSICA ATÓMICA E MOLECULAR 2008

José Paulo Santos

A Divisão de Física Atómica e Molecular da Sociedade Portuguesa de Física está a organizar o Encontro Ibérico de Física Atómica e Molecular 2008 (IBER 2008). Este encontro, terá lugar de 7 a 9 de Setembro de 2008 no Hotel de Meliã Aldeia dos Capuchos, em Caparica, Lisboa, e é o nono de uma série iniciada também em Lisboa em 1994 e que se realiza de dois em dois anos, organizado alternadamente pela Sociedade Portuguesa de Física e pela sua congénere espanhola, a Real Sociedad Española.

As áreas científicas previstas para o encontro de 2008 são: Estrutura Atómica e Molecular, Análise Espectroscópica, Teoria dos Funcionais de Densidade, Dinâmica Molecular, Dinâmica dos Processos Elementares, Catálise Assistida por Laser e Espectrometria de Massa.

O programa do IBER 2008 inclui nove sessões convidados, dez sessões orais e uma sessão de apresentação de trabalhos no formato de poster. A Comissão Organizadora é presidida por José Paulo Santos (UNL, Lisboa), e constituída também por Jorge Valadares (UAb, Lisboa), Vítor Teodoro (UNL, Lisboa), Carlos Cunha (ES D. Manuel Martins, Setúbal), Cecília Silva (ES23 de Alvide, Cascais), Cremilde Caldeira (ESMC, Monte da Caparica), Filipa Godinho Silva (ES Stuart Carvalhais, Massamá), Maria da Graça Santos (ES Dr. JL Morais, Mortágua), Mariana Valente (UÉvora), José Maria Benavides (IESBPG, Madrid) e Verónica Tricio Gómez (DF UB, Burgos). A Comissão Científica é constituída por Jorge Valadares (UAb, Lisboa), Carmen Carreras Béjar (UNED, Madrid), Guilherme de Almeida (CM, Lisboa), José Maria Pastor Benavides (IESBPG, Madrid), Laurinda Leite (UM, Braga), Manuel Yuste Llandrés (UNED, Madrid), Maria Concesa Caballero (UB, Burgos), Maria Helena Caldeira (UC, Coimbra), Maria Odete Valente (UCL, Lisboa), Marília F. Thomaz (UA, Aveiro), Verónica Tricio Gómez (DF UB, Burgos) e Vítor Teodoro (UNL).

O LABORATORIO CHIMICO DA ESCOLA POLITÉCNICA

Marta Lourenço

Cortesia do Arquivo do Museu de Ciência; créditos de Paulo Cintra.



Em Maio passado, o Museu de Ciência da Universidade de Lisboa abriu ao público o Laboratorio Chimico da Escola Politécnica, após uma recuperação profunda. O Laboratorio constitui um dos tesouros mais preciosos do Museu e uma das jóias do património científico europeu. Portugal, de resto, tem a felicidade de dispor de três magníficos laboratórios históricos que têm despertado grande interesse fora de portas: este, da Universidade de Lisboa (séc. XIX); o Laboratorio Chimico da Universidade de Coimbra (séc. XVIII), integrado no Museu da Ciência daquela Universidade; e o Laboratório de Química da Universidade do Porto 'Ferreira da Silva' (início do séc. XX). Os dois primeiros foram recentemente recuperados e encontram-se abertos ao público.

O Laboratorio Chimico da Escola Politécnica foi construído na segunda metade do séc. XIX, à imagem dos grandes laboratórios de ensino e investigação europeus. A organização do espaço e do equipamento é de inspiração alemã. A monumentalidade arquitectónica é evidente, quer na implantação em dois pisos, com galeria de varandim em ferro ornamentado, quer no Anfiteatro anexo, com o seu estilo neoclássico e paredes marmoreadas à mão em tons suaves. Extinta a Escola Politécnica e recriada a Universidade de Lisboa em 1911, o Laboratorio Chimico passou a ser utilizado para o ensino e investigação da Faculdade de Ciências até aos finais dos anos 90 (houve ali ensino da química até 1998 e investigação até 2000).

Devido aos reagentes perigosos, tóxicos e explosivos, os bombeiros protegeram o Laboratorio durante o grande incêndio que devastou a Faculdade de Ciências em 1978. Por isso este é o único espaço do edifício que mantém intacta a traça oitocentista.

Hoje, o Laboratorio Chimico está integrado no Museu de Ciência e constitui um espaço privilegiado para exposições, conferências e outros eventos. De momento, encontra-se em cena a peça "O Que Sabemos? Conferência por R. Feynman", pelo Teatro da Politécnica (ver texto neste número, p.38). Entre 16 e 21 de Setembro de 2008 realizar-se-á o XXVII Simpósio Anual da Scientific Instrument Commission (International Union for the History and Philosophy of Science). Quando for concluída a recuperação das áreas complementares ao Laboratorio, em finais deste ano, o Museu oferecerá ao público oficinas experimentais de química num espaço oitocentista autêntico, duas reservas visitáveis para exposição de uma colecção de mais de 3000 instrumentos e peças de equipamento do próprio Laboratorio, um espaço para audiovisuais e filmes e um espaço de exposições temporárias que se dedicará, sobretudo, à química contemporânea. O Laboratorio constitui um espaço único do património científico de Lisboa. E aguarda a sua visita.

Laboratorio Chimico, Museu de Ciência

Terças a Sextas: 10-17; **Sábados & Domingos:** 11-18

Marcações para grupos, visitas orientadas e informações:

Tel. 213921808 | **E-mail:** geral@museus.ul.pt

TEATRO
O QUE SABEMOS? CONFERÊNCIA DE R. FEYNMAN



Créditos de Margarida Dias

Teatro da Politécnica, *Laboratorio Chimico*, Lisboa

Está em cena desde 29 de Setembro até 3 de Fevereiro de 2008, no *Laboratorio Chimico* da rua da Escola Politécnica (ver texto neste número, p.37), em Lisboa, a peça “O Que Sabemos? Conferência por R. Feynman”, pelo Teatro da Politécnica. Com argumento baseado no livro QED, de Peter Damer, é encenada por Amândio Pinheiro e produzida pelo Teatro Nacional Dona Maria II, e conta com as participações dos actores Júlio Martin e Maria João Falcão.

“Um professor encontra-se no seu gabinete a preparar uma conferência e enquanto a prepara, faz um balanço da sua vida: a participação no desenvolvimento da bomba atómica, a relação com a música e com o teatro, a memória da sua primeira mulher, a paixão pela Física e por países desconhecidos.

No desenrolar dessa reflexão, assombrada pelo espectro da morte, surge uma ex-aluna que o lembra de outras paixões que moldaram a sua forma de sentir-se vivo. Num cenário histórico, e único, vamos percorrer com o Nobel da Física Richard Feynman – investigador e exímio pedagogo que leccionou no Caltech, um dos mais prestigiados institutos de investigação tecnológica mundiais – algumas das descobertas mais significativas da ciência da segunda metade do séc. XX. Num tom despretensioso, Feynman discorre sobre o modo como estas descobertas alteraram a percepção que temos do mundo, as transformações que este sofreu e que pode vir a sofrer e sobre as questões essenciais da relação entre ciência, técnica e ética.”

Até 3 de Fevereiro de 2008

Laboratorio Chimico, Museu de Ciência
Rua da Escola Politécnica 56, Lisboa
6ª e Sáb. 21h / Dom. 16h | 3ª a 6ª 11h00 e 15h00 (para escolas, sob marcação)

Mais informações em <http://www.teatro-dmaria.pt/Temporada/detalhe.aspx?idc=1122&ids=16>.

Aconteceu

A CIÊNCIA TERÁ LIMITES? IS SCIENCE NEAR ITS LIMITS? CONFERÊNCIA

Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa



Realizou-se nos dias 25 e 26 de Outubro de 2007 na Fundação Calouste Gulbenkian, em Lisboa, uma conferência partindo da pergunta “A Ciência terá Limites?”. Decorreram palestras e debates onde se reflectiu sobre a eventual crise ontológica da ciência, as possíveis limitações para o seu progresso e as perspectivas para o futuro. “Se os progressos científicos têm motivado os avanços da história desde os tempos pré-socráticos, a Ciência estará agora a entrar num beco sem saída devido às limitações técnicas e à incapacidade de comprovar novas teorias?” (da página da conferência).

Durante a conferência, a Gazeta de Física entrevistou o Prof. Freeman Dyson (Institute for Advanced Study, Princeton University), entrevista publicada neste número. O debate entre Luis Alvarez-Gaumé (CERN, Genebra), Dieter Lüst (Ludwig-Maximilians University) e Peter Woit (Columbia University), onde se discutiu a validade das teorias de supercordas, será publicado no próximo número.

Para mais informação, consultar a página da conferência, disponível em:
<http://www.gulbenkian.org/cienciateralimites/main.htm>



Cortesia da Fundação Calouste Gulbenkian.



<http://www.sxc.hu>

Que espaços para o ensino das ciências?

Opinião de...

Maria da Luz Castro,

Professora da Escola Secundária D. Dinis, Lisboa

NUNCA TIVE O PRIVILÉGIO DE DESFRUTAR DE UM ESPAÇO DE LABORATÓRIO CONSTRUÍDO DE RAÍZ COM CARACTERÍSTICAS FLEXÍVEIS, MAS HÁ MUITO QUE O DESEJO.

A experiência, ainda que incipiente, de há alguns anos da Clínica das Ciências Experimentais (apoio Ciência Viva), na Escola Secundária D. Dinis, veio confirmar-me as vantagens de uma sala flexível permitindo actividades práticas e aulas teórico-práticas de CFQ (Ciências Físicas e Químicas), utilização do microscópio digital em Biologia e trabalhos de projecto multidisciplinares.

LABORATÓRIOS FLEXÍVEIS, MODERNOS E CONFORTÁVEIS SERIA OURO SOBRE AZUL

Acredito e sinto, e pratico dentro do possível, que as aulas de Física e de Química fazem mais sentido se permitirem facilmente contextualizar o seu conteúdo nos objectos e fenómenos reais que são eles próprios o objecto do estudo. As aulas práticas de 135

minutos são no meu entender uma das melhores medidas tomadas na organização do ensino das CFQ. Laboratórios flexíveis, modernos e confortáveis como locais permanentes das aulas de CFQ, isso seria ouro sobre azul... Acredito que este tipo de laboratórios permitiria:

- Melhorar e facilitar a organização das aulas na perspectiva de práticas e teórico-práticas, no dia a dia; Rentabilizar materiais, custos, recursos humanos,...
- Proporcionar um ambiente menos formal do que os laboratórios actuais, condizente com o envolvimento dos alunos que pretendemos seja cada vez mais espontâneo nas actividades prático-laboratoriais características da actividade em ciência;
- Rentabilizar melhor o tempo e aumentar a produtividade dos alunos na actividade prático-laboratorial uma vez que se tornaria uma sala que lhes seria mais familiar e na qual se movimentariam com mais naturalidade e facilidade;
- Interiorizar melhor nos alunos as características da natureza da ciência, em particular das suas práticas, e mais naturalmente nestas se envolverem, por ser o espaço próprio e permanente das suas aulas de ciências;
- Ser vantajosamente um espaço multidisciplinar: não são as questões científicas nas áreas da saúde, do ambiente, dos novos materiais, da bioética, etc. cada vez mais multidisciplinares?
- Muito pragmaticamente, evitar andar com o material para trás e para diante para as demonstrações em sala de aula sempre que queiramos provocar os fenómenos reais ou mostrar equipamento sob estudo nas aulas que não são catalogadas como práticas.

Aguardo ansiosamente por um laboratório assim...



Modernização dos espaços para o ensino das Ciências no Ensino Secundário

Teresa Heitor
Vitor Duarte Teodoro
João Fernandes
Clara Boavida

O PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO DAS ESCOLAS DE ENSINO SECUNDÁRIO, DA RESPONSABILIDADE DO MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, ACTUALMENTE EM EXECUÇÃO PELA PARQUE ESCOLAR EPE, TEM COMO PRINCIPAL OBJECTIVO A REPOSIÇÃO DA EFICÁCIA FÍSICA, AMBIENTAL E FUNCIONAL DOS EDIFÍCIOS ESCOLARES.

Trata-se de um conjunto com cerca de 470 escolas, marcado por forte heterogeneidade, em termos de tipologias edificatórias e de qualidade arquitectónica, no qual se considera a intervenção num total de 330 escolas até ao ano de 2015¹. A par de situações com reconhecido valor patrimonial ou de outras em que foram ensaiadas soluções inovadoras em termos espaciais e construtivos, 77% do parque escolar corresponde a construções posteriores a 1970 onde foram aplicados princípios de normalização, baseados em projectos-tipo. A sua concepção traduz os processos de produção que lhes assistiram, os objectivos educativos e os modelos organizativos perfilhados, e os recursos técnicos e financeiros disponíveis para responder às solicitações do momento. Na generalidade, denotam sinais vários de desqualificação física e funcional, justificando a necessidade de obras de requalificação. Para além da correcção dos problemas constru-

Os autores fazem parte do grupo multidisciplinar para desenvolvimento de novas soluções a aplicar no programa de intervenção e requalificação do parque escolar. O grupo é coordenado por **Teresa Heitor**, arquitecta e professora do IST.



tivos existentes e da melhoria das condições de habitabilidade, de segurança e de acessibilidade, as intervenções visam a adequação das condições espaço-funcionais das escolas às actuais exigências decorrentes da organização escolar e curricular e do uso integrado de tecnologias de informação e comunicação, bem como a oferta diversificada de espaços de aprendizagem complementares à sala de aula, como o estudo acompanhado, os clubes de ciências, a área de projecto, etc. Visa-se “ancorar” as intervenções em torno de objectivos de aprendizagem e ao mesmo tempo “recentrar” as escolas na comunidade, entendendo-as como um elemento estratégico na construção de uma cultura de aprendizagem e de divulgação de conhecimento, capaz de desenvolver nos cidadãos uma atitude mais activa face à aprendizagem.

A QUALIDADE DO ESPAÇO ESCOLAR PODE INFLUENCIAR ATITUDES E AFECTAR A APRENDIZAGEM

Investigações recentes desenvolvidas em vários contextos escolares, que suportam ideias comumente generalizadas, mostram que a qualidade do espaço escolar pode influenciar as atitudes e os comportamentos daqueles que o utilizam, afectar a aprendizagem e influenciar o diálogo e a comunicação alargada entre os vários membros da comunidade escolar (Fisher, 2000).

Neste sentido, é dado particular destaque à refor-

mulação das áreas afectas ao ensino das ciências: física, química, biologia e geologia. Com efeito, na maioria das escolas portuguesas, estas áreas integram exclusivamente espaços de laboratório associados a salas de preparação e de armazenamento de materiais e equipamentos. Estão em regra posicionadas em zonas do edifício com acesso limitado e fraca visibilidade face ao conjunto escolar. A par do desgaste físico a que têm sido sujeitos e da precariedade das redes infra-estruturais, incapazes de responder às exigências actuais, denotam sinais de obsolescência funcional derivados da alteração das condições de uso iniciais, da evolução dos currículos e das práticas experimentais e do recurso a meios computacionais. Ao adoptarem uma organização espacial rígida, decorrente da utilização de mobiliário fixo, inviabilizam a prática de diferentes modos de ensino-aprendizagem e dificultam adaptações a situações em que se pretende uma aprendizagem mais activa.

As medidas agora propostas têm em consideração que a eficácia do ensino das ciências está dependente da existência de espaços próprios, física e visualmente acessíveis no conjunto do espaço escolar e concebidos de modo a permitir diferentes modos de ensino bem como a facilitar o desenvolvimento de trabalho experimental de natureza diversa a par de trabalho de pesquisa individual ou em grupo. Defende-se que, ao criar oportunidades de aprendizagem na área das ciências, suportadas em ambientes apropriados, adaptáveis e estimulantes está-se não só a concorrer para o desempenho educativo, como também a contribuir para despertar o interesse e o envolvimento dos alunos para conteúdos de valência científica.

Para o desenvolvimento de novas soluções a aplicar nas escolas intervencionadas, foi reunida uma equipa multidisciplinar, constituída por arquitectos, investigadores e professores de várias áreas científicas. O objectivo imediato é construir um protótipo que será instalado numa escola e testado e avaliado em contexto real de modo a permitir correcções posteriores. O início da construção do protótipo está previsto para o primeiro trimestre de 2008. A infografia da página seguinte ilustra os aspectos essenciais do protótipo.

1 Correspondendo a um investimento total de 940 milhões de euros, dos quais 60% serão garantidos através de financiamento comunitário (QREN), orçamento de estado e autarquias. Os restantes 40% serão garantidos por financiamento bancário (25%) e por acções de valorização patrimonial e desenvolvimento de unidades de negócio (15%).

Referência

Fisher, K. (2000). The Impact of School of Design on Student Outcomes and Behaviour, School Issues Digest 1, DETYA, Camberra

Teresa Heitor, ISTUTL e Parque Escolar E.P.E.

Vitor Duarte Teodoro, FCTUNL

João Fernandes, FCTUNL

Clara Boavida, FCTUNL



LABORATÓRIOS ESCOLARES

Espaços flexíveis para aprendizagem activa

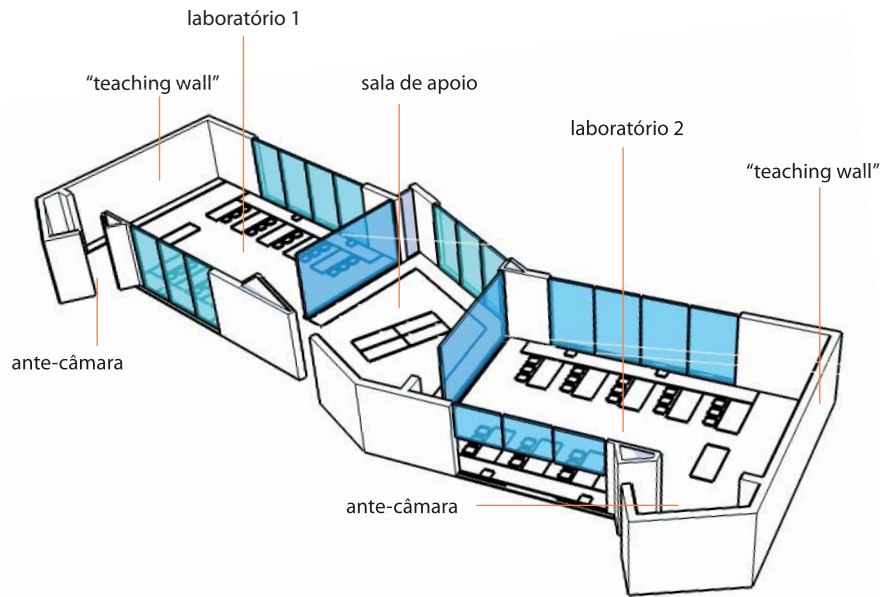
Para uma melhor educação em ciências, é necessário haver espaços adequados aos diversos tipos de actividades do dia-a-dia escolar. A presente proposta, enquadrada no projecto de modernização das escolas secundárias gerido pela Parque Escolar E.P.E., sugere um novo conceito de laboratório, onde a flexibilidade, o acesso fácil a equipamento e a aprendizagem activa têm um papel central. *Porque o espaço também tem uma mensagem.*

Princípios

1. **Flexibilidade:** o espaço é adaptável para trabalho de pequenos grupos, para grandes grupos e para trabalho individual ou ainda para trabalho de projecto. Os laboratórios podem ser utilizados para uma única disciplina científica ou tecnológica ou para todas as disciplinas da área das ciências, consoante a escolha da escola.
2. **Facilidade de acesso** a equipamento científico: o acesso a material experimental é rápido e funcional, quer no laboratório quer na sala de apoio, com boa visibilidade permitindo a imediata localização.
3. **Multiplicidade:** os laboratórios existem aos pares, com uma sala de apoio comum entre ambos, onde é colocado equipamento que pode ser partilhado (e.g., hotte móvel; armário de reagentes, armário de ferramentas, etc.).
4. **Transparência:** paredes de vidro (com estores) entre as três salas, aumentando o espaço de visibilidade e permitindo um maior controlo visual caso seja necessário.
5. **Extensão** das áreas de apresentação, projecção e suporte à discussão: cada laboratório tem uma "teaching wall" branca e com portas altas deslizantes, preenchendo toda a parede oposta à sala de apoio, com arrumação interior. As mesas, espaçosas, são para três alunos, com tampo à altura das bancadas e com bancos altos com apoio lombar permitindo trabalho em pé.
6. **Ubiquidade** das tecnologias de informação: computador portátil "tablet PC" por cada grupo de três alunos e para o professor, com ligação à Internet sem fios e possibilidade de projecção a partir de qualquer dos computadores.
7. **Funcionalidade:** há espaços previstos para todas as necessidades de arrumação, incluindo malas e casacos (na antecâmara de entrada nos laboratórios).
8. **Segurança:** todas as salas são construídas respeitando as normas de segurança de laboratórios e incluem equipamento activo de segurança.

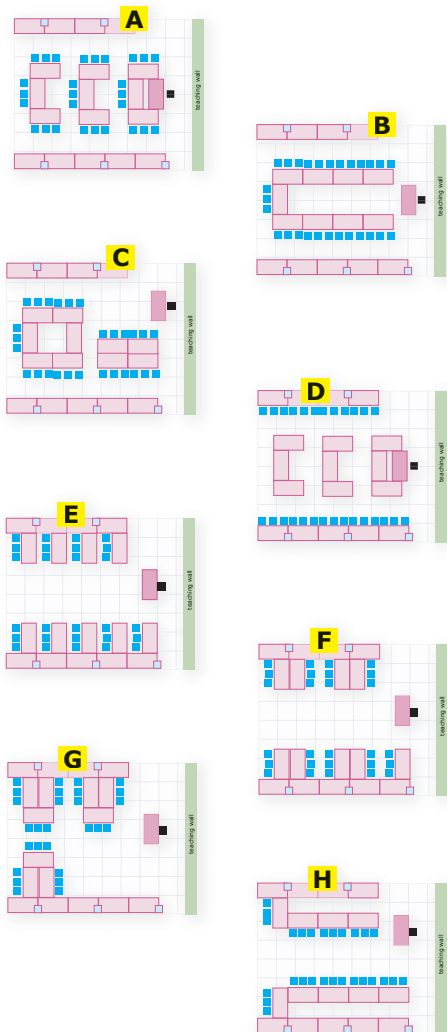
Condições funcionais

1. Paredes laterais com bancadas fixas com cinco pontos de água, calha técnica e prateleira a toda a extensão.
2. Nove + uma mesas de 0,80 m x 1,80 m, permitindo o trabalho em grupo de três alunos, à altura das bancadas laterais, com bancos elevados, com duas posições de apoio de pés, sem rodas e com apoio lombar. Tampo resistente aos principais produtos químicos e ao fogo. As mesas e as bancadas permitem o trabalho em pé.
3. Mesas e bancos com pés com calços de borracha, possibilitando o rearranjo rápido e silencioso. Uma das mesas está adaptada para alunos em cadeira de rodas.
4. Equipamento sempre que possível baseado em conjuntos para várias experiências, utilizando preferencialmente materiais não quebráveis e resistentes.
5. Alguns equipamentos como, por exemplo, a hotte móvel, são deslocáveis da sala de apoio para qualquer dos laboratórios. No caso da hotte, o seu interior é visível de qualquer das faces laterais.
6. Acesso à Internet sem fios em todas as salas, para os dez computadores portáteis de cada laboratório e, ou, dos alunos, bem como conexão flexível para projecção a partir de qualquer computador.
7. Pontos de corrente nas bancadas laterais e suspensos do tecto do laboratório, permitindo a ligação de computadores portáteis e a ligação de equipamento científico.
8. Extensa área de arrumação, atrás da "teaching wall", por baixo das bancadas laterais e na sala de apoio, com portas e caixas de equipamento transparentes.



2. Modelo 3D de par de laboratórios com sala de apoio

3. Múltiplas disposições do laboratório



flexíveis

adaptáveis

sustentáveis

inclusivos

seguros

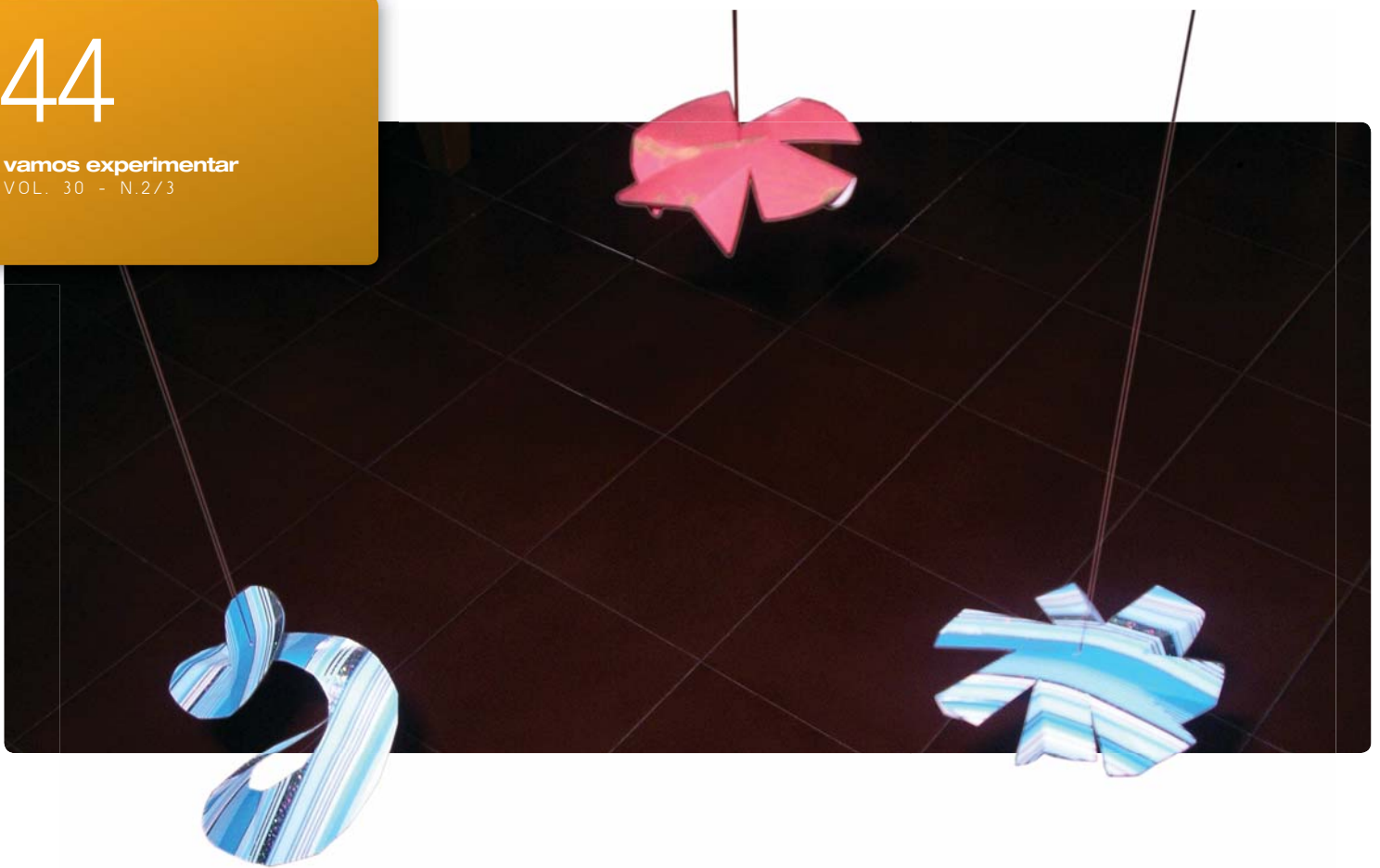
confortáveis

científicos

naturais

tecnológicos





Porque rodopia o móbile?

MOVIMENTOS DE CONVECÇÃO

Constança Providência

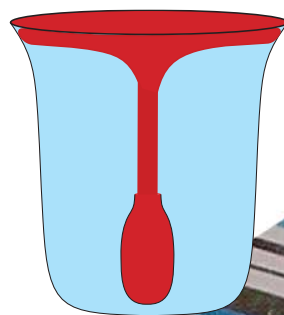
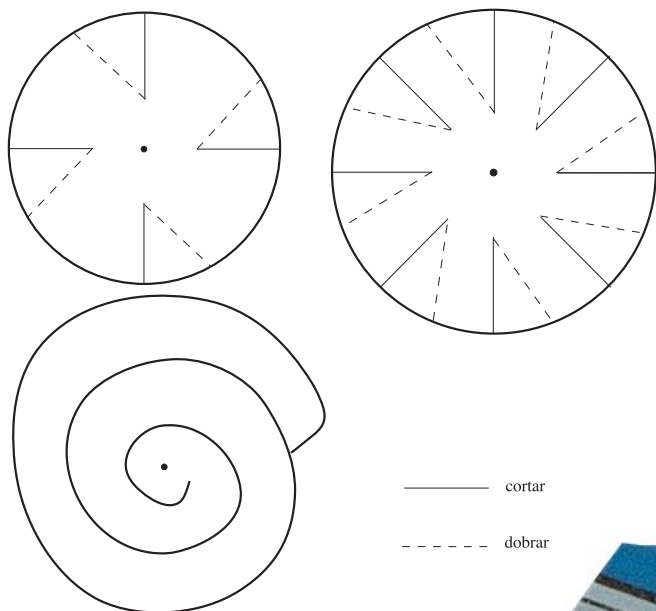
NO INVERNO OS DIAS SÃO CURTOS E FRIOS E FREQUENTEMENTE CHOVE. É A ALTURA IDEAL PARA FAZERES ESTA EXPERIÊNCIA EM CASA OU NA TUA SALA DE AULAS. E SERÁ UMA ÓPTIMA IDEIA PARA ENFEITARES A SALA!

Material:

- papéis variados (branco, metalizado ou decorado)
- aquecedor ligado
- tesoura, linha, agulha, missangas e cordel comprido
- frasco de vidro alto e largo, pequeno frasco de vidro e corante alimentar

Fotocopia as formas ao lado, uma espiral e dois círculos com golpes para formares duas hélices, uma com quatro pás e outra com oito. Amplia-as se o desejares e transpõe-nas para um papel de que tu gostes: pode ser metalizado, branco ou papel para embrulhar prendas. Corta estas formas pelos traços a cheio e dobra os cantos das pás das hélices pelos traços a tracejado de modo a ficarem perpendiculares à hélice. Com a ajuda de uma agulha passa uma linha de cerca de 50cm pelo ponto central indicado a cheio, não esquecendo de dar um grande nó na ponta de linha para ela ficar presa ou, se preferires, de enfiar uma missanga na ponta do fio. Aproxima de um aquecedor a tua espiral ou hélice pendurada na linha de modo a fica por cima do aquecedor a cerca de 20cm. Observa o que se passa! Porque será que a espiral e as hélices rodopiam formando lindos móveis? O que é que as empurra? E será que o mesmo sucede a todas as formas? Experimenta inventar outras formas que também rodem bem.

Constança Providência é professora da Universidade de Coimbra e tem prestado especial atenção à educação científica durante a infância, através da realização de experiências. É co-autora e impulsionadora dos livros da série "Ciência a Brincar" (Bizâncio).



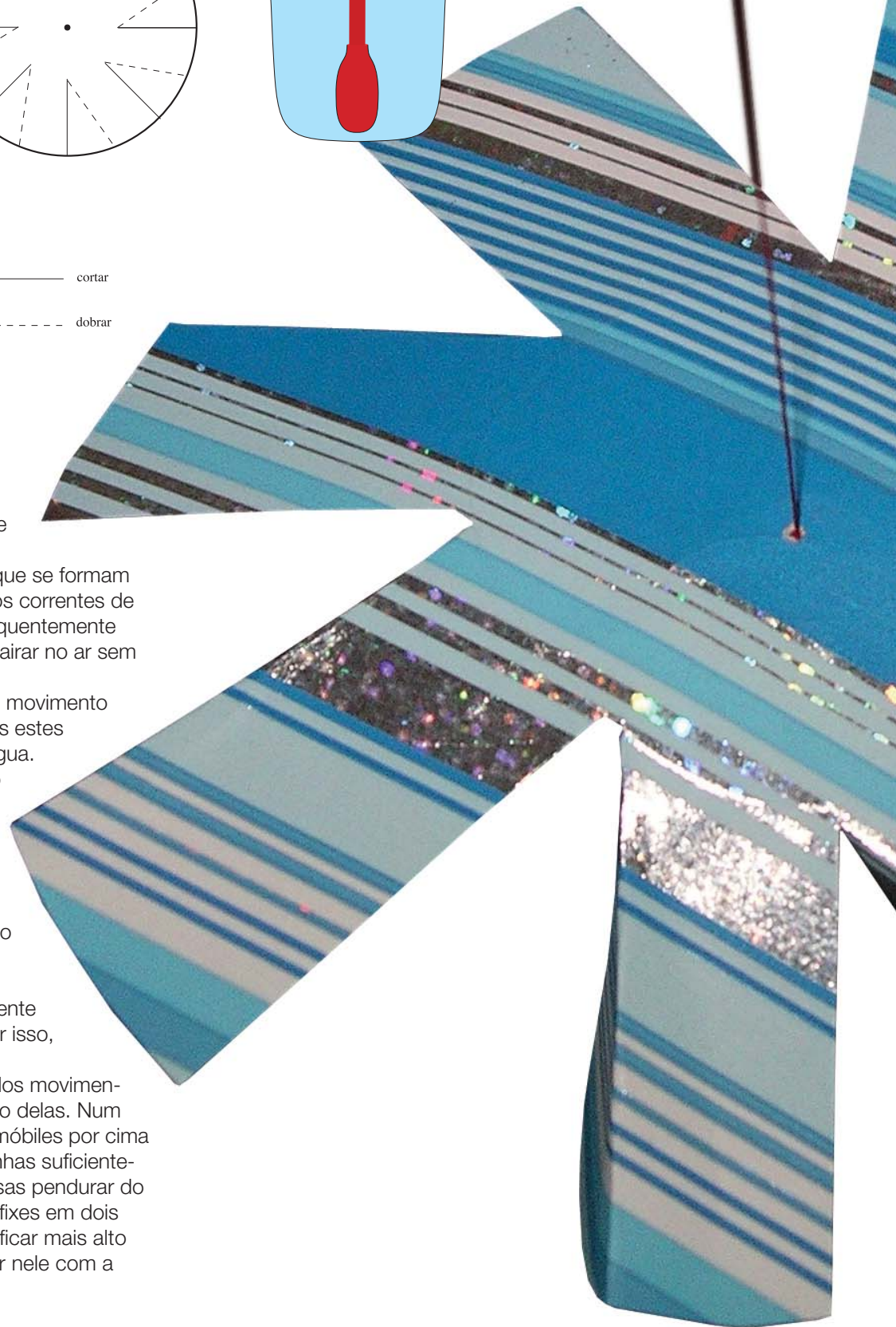
O ar aquecido pelo aquecedor que sobe e empurra o papel. Se a sua forma for adequada ele roda. O ar quente sobe porque é mais leve que o ar frio, comparando o peso de iguais volumes de ar. Às correntes que se formam quando o ar quente sobe chamamos correntes de convecção. Estas correntes são frequentemente aproveitadas pelos pássaros para pairar no ar sem precisarem de bater as asas!

Com água poderás facilmente ver o movimento de uma corrente quente a subir, pois estes movimentos também ocorrem na água.

Precisas de um frasco de vidro, alto e largo cheio de água fria e um pequeno frasco cheio de água bem quente com umas gotas de corante ou tinta. Coloca o frasco pequeno com cuidado no fundo do frasco cheio de água fria e observa o que se passa.

Acabaste de fazer o modelo de um vulcão no fundo do mar! A água quente é mais leve do que a água fria e, por isso, sobe e flutua na água fria.

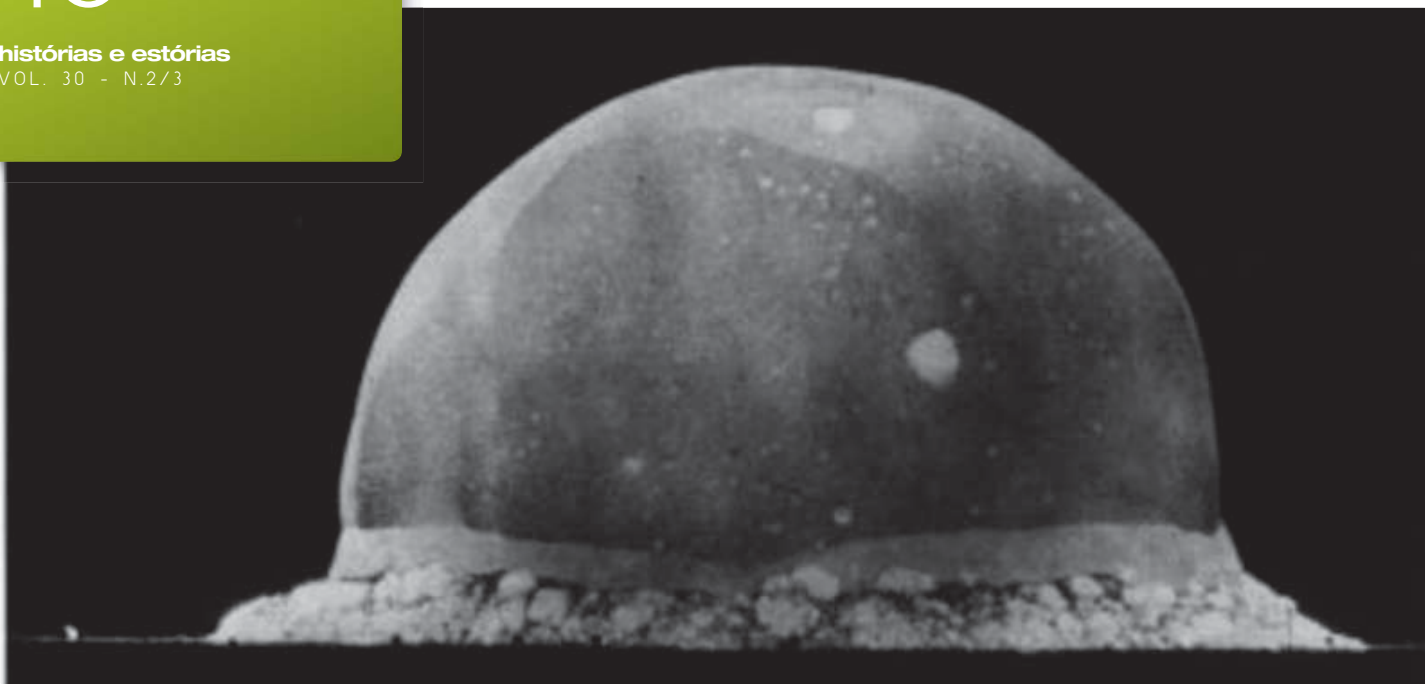
Agora que já percebeste a origem dos movimentos de convecção podes tirar partido delas. Num dia de festa enfeita a tua sala com móveis por cima dos aquecedores. Basta cortares linhas suficientemente longas de modo que os possas pendurar do tecto da sala, ou de um cordel que fixes em dois pontos da sala. Este cordel deverá ficar mais alto que as pessoas para ninguém tocar nele com a cabeça.



Bibliografia

François Cherrier, Física recreativa, Editorial Verbo, 1977.

Constança Providência, Benilde Costa e Carlos Fiolhais, Ciência a Brincar 3: descobre a água, Editorial Bizâncio, 2003.



O cogumelo e a maçã

Gonçalo Figueira

NO DIA 16 DE JULHO DE 1945 UM GRUPO RESTRITO DE CIENTISTAS ASSISTIU AO NASCIMENTO DA ERA NUCLEAR, COM A DETONAÇÃO DA PRIMEIRA BOMBA ATÓMICA NUM LUGAR REMOTO DO DESERTO DO NOVO MÉXICO.

Entre estes, o físico J. Robert Oppenheimer, líder do projecto Manhattan, e responsável máximo pelo sucesso técnico da demonstração. À medida que se erguia um imenso e tenebroso cogumelo de fumo, Oppenheimer recordou-se de um verso do poema hindu Bhagavad Gita: “Tornei-me a morte, destruidora de mundos”. Além de apropriada, a famosa citação não foi acidental. Ele admitiu que o antigo poema teve uma profunda influência na sua filosofia de vida – chegou a aprender sânscrito para o poder ler no original – e dele conseguiu obter a determinação para completar o desenvolvimento da bomba, sem vacilações morais.

Este carácter forte e seguro contrasta radicalmente com o jovem Oppenheimer de duas décadas antes. Em 1926, depois de uma brilhante licenciatura em Harvard, rumava à Europa – então a Meca da física – e estudava em Cambridge no grupo de J. J. Thomson. A trabalhar num laboratório, a sua inaptidão experimental colidia com os seus sonhos de grandeza, deixando-o amargamente deprimido, ao ponto de se rebolar pelo chão a chorar em desespero. Numas férias outonais na Córsega, após uma conversa filosófico-literária sobre crime e castigo, confessou a dois estupefactos colegas que, antes de partir, tinha envenenado uma maçã com produtos tóxicos e posto-a na mesa de Peter Blackett, um professor no mesmo laboratório. Este futuro Prémio Nobel era um experimentalista exímio, reputado, e um homem ele-

gante – personificando tudo o que Oppenheimer ambicionava, e germinando neste a frustração e o ódio. Arrependido, regressou a correr a Cambridge, para descobrir Blackett são e salvo – quer porque o plano tinha sido descoberto, quer porque nunca tinha passado de um delírio edipiano... certo é que o (rico) pai Oppenheimer teve que intervir para livrar o filho de um processo judicial, e este acabou “condenado” a sessões de psiquiatria, onde lhe foi diagnosticada esquizofrenia e vaticinado um futuro nada promissor. Pelo contrário, o incidente serviu para que descobrisse a sua verdadeira vocação – a física teórica – e, depois de outras paragens pela Europa, regressou aos Estados Unidos, onde teve um papel preponderante no crescimento e afirmação mundial do país como líder em física.

Este terá sido, sem dúvida, o episódio mais bizarro de uma vida notável e agitada – à parte, claro, do desenvolvimento da bomba. Entre um e outro, o homem que admitiu não sentir remorsos pela morte de centenas de milhares de japoneses, foi um dia um rapaz que sentiu culpa por uma maçã envenenada.

Referências:

James A. Hijiya, “The Gita of J. Robert Oppenheimer”, Proc. Am. Phil. Soc. 144, 123-167 (2000)

ERA ASTROFÍSICA E INVESTIGADORA DO INSTITUTO DE INVESTIGAÇÃO ESPACIAL EM MOSCOVO. FOI DEPOIS PRESIDENTE DO PARLAMENTO ESTÓNIO, ENTRE 2003-2006, TENDO SIDO ELEITA DE NOVO PRESIDENTE EM 2007. VISITOU LISBOA A 20 DE SETEMBRO, OCASIÃO EM QUE SE REALIZOU ESTA ENTREVISTA.



Entrevista a Ene Ergma

Por Gonçalo Figueira

e Teresa Peña (Tradução: Ana Sampaio)

P. Numa entrevista recente, afirmou que «a vida no século XXI está muito intimamente ligada à ciência e esta é uma tendência crescente. É por isso que precisamos de cientistas no parlamento.» Quais lhe parecem ter sido os seus maiores sucessos, enquanto cientista no Parlamento Estónio?

R. Talvez a primeira coisa que eu fiz, a adesão à ESA, a Agência Espacial Europeia. Há um ano, eu presidia ao chamado grupo especial de investigação espacial e tivemos de trabalhar muito para aderir rapidamente à ESA, porque não é muito fácil convencer os nossos dirigentes de que a Estónia deve também participar nos grandes projectos. Por um lado, a ESA é um projecto de investigação, mas, por outro lado, é também um projecto que envolve comunicações e muitas outras coisas que podem ajudar a melhorar a vida das pessoas. E evidentemente eu, que agora sei um pouco mais de política, mas também tenho uma formação científica, tenho de tentar explicar como poderemos utilizar a ESA em benefício da Estónia. Nunca se pensa, por exemplo, na importância das telecomunicações. Ninguém pensa sobre isso – usamos os nossos telemóveis e ficamos muito satisfeitos com isso, mas também temos de tentar estar ao nível da alta tecnologia. Houve um outro projecto meu que foi muito importante – tentei aumentar o interesse dos jovens pela

física, pela matemática, pelas ciências naturais, pela engenharia... Não sei como é em Portugal, mas na Estónia, os jovens acham que é melhor enveredarem pelos negócios e ganharem dinheiro rapidamente. Mas nós criámos um curso de física especial para alunos da Estónia. Trata-se de ensinar coisas muito interessantes e muito simples e eles assim percebem que a física não é tão difícil quanto parece.

P. O que lhe parece mais fascinante: as leis da física ou as leis do parlamento?

R. (risos) Não me faça essa pergunta... A resposta é as leis da física, porque são algo que não podemos mudar! Mas, por exemplo, se estamos a fazer uma experiência e os resultados se afastam muito das previsões teóricas, isso significa que ou vamos receber o Prémio Nobel ou estamos completamente enganados!

P. Publicou artigos e fez conferências quando era já Presidente do Parlamento Estónio – como é que consegue conciliar as suas carreiras científica e política?

R. A verdade é que neste momento não estou a fazer investigação científica. É impossível. Mas mantenho-me informada sobre as questões. É impossível conciliar a investigação e a política: ambas exigem uma dedicação total.

P. Sabemos que esteve envolvida num grupo de trabalho para estudar o papel das mulheres na ciência. Na sua opinião, a situação das mulheres melhorou (por exemplo, o número relativo de mulheres em certas áreas)? E os decisores políticos estão a tomar medidas adequadas?

R. Parece-me que todos os nossos colegas homens devem recordar uma coisa. As nossas colegas mulheres, enquanto criam os filhos, estão a perder algum tempo útil para o seu trabalho. E têm de ser trazidas para o mesmo nível de possibilidades, talvez concedendo-lhes mais bolsas ou qualquer outro encorajamento para as incentivar a prosseguir a investigação.



Fonte: <http://ensinofisicaquimica.blogspot.com>

Videos para o Ensino da Física e da Química

Gonçalo Figueira

SE OS ADOLESCENTES PASSAM MUITO TEMPO A NAVEGAR NA INTERNET, POR QUE NÃO APROVEITAR PARA OS INCENTIVAR A APRENDER FÍSICA E QUÍMICA ATRAVÉS DESSE MEIO?

É esse o desafio empreendido pelo sítio web português Vídeos para o Ensino da Física e da Química*. O autor, Carlos Portela, é professor do Departamento de Ciências Físico-Químicas da Escola Secundária c/ 3º CEB Dr. Joaquim de Carvalho, na Figueira da Foz.

Nesta página podemos encontrar dezenas de vídeos recolhidos na internet, a maioria dos quais falados ou legendados em português, sobre temas e demonstrações de física e química. Muitos são trabalhos de estudantes no âmbito de disciplinas escolares. Os vídeos estão organizados de acordo com o ano de escolaridade – do 7º ao 12º – e também por temas, da energia, luz e som, à relatividade geral e física quântica. O autor tem a seu cargo

a selecção, organização e anotação dos vídeos, que faz de forma criteriosa: «Existem actualmente muitos recursos digitais gratuitos disponíveis na Internet, mas encontram-se dispersos num universo cada vez maior e onde é cada vez mais difícil ‘separar o trigo do joio’. Esta página web constitui-se como uma pequena contribuição para a inventariação de alguns desses recursos».

O Prof. Carlos Portela já era adepto de uma aprendizagem apoiada por conteúdos multimédia: «A página surgiu como resultado dos recursos de ensino que utilizo com os meus alunos, quer em contexto de sala de aula quer em actividades em ambiente computacional. Alguns destes vídeos foram utilizados em actividades formativas, sobretudo minitests, que desenvolvi numa plataforma Moodle em que interajo com os meus alunos. A partir de um certo momento considerei que seria bom partilhar esses recursos com a comunidade educativa».

A página registou mais de 6000 visitas nos primeiros três meses (desde Junho de 2007), sobretudo de Portugal e do Brasil.

Na Gazeta de Física *online*, www.gazetadefisica.spf.pt encontrará uma entrevista com o Prof. Carlos Portela.

* <http://ensinofisicaquimica.blogspot.com>

Cartoons

Cortesia da European Physical Society (EPS).

Veja as respostas em:

WWW.GAZETADEFISICA.SPF.PT

A **Gazeta de Física** *online* irá publicar regularmente cartoons que desafiam os leitores com uma pergunta. Na semana seguinte à publicação dos cartoons as respostas correspondentes estarão disponíveis também *online*.



O que é o rasto branco deixado por um avião em pleno voo?



Após a marcação de um livre no futebol, por que é que às vezes a bola se desvia para um dos lados?



50

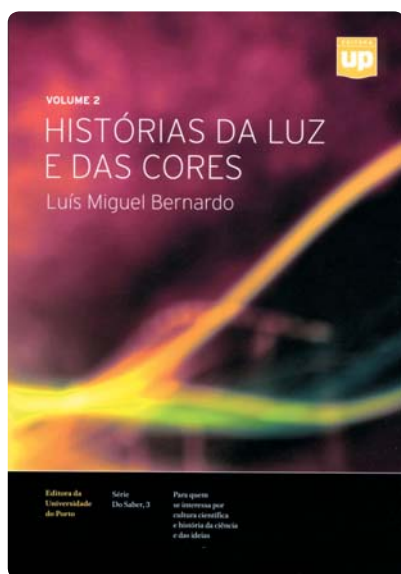
livros e multimédia

VOL. 30 - N.2/3

Histórias da Luz e das cores

LUÍS MIGUEL BERNARDO – EDITORA DA UNIVERSIDADE DO PORTO, 2007

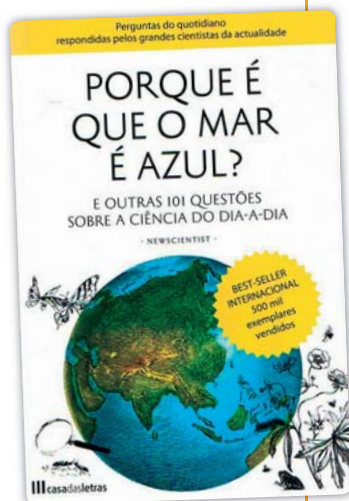
Gonçalo Figueira



O século XIX foi uma era dourada para a óptica. Do ponto de vista do estado dos conhecimentos, podemos enquadrar rigorosamente o período entre dois acontecimentos-chave, de certo modo complementares: a descoberta da interferência da luz (Young, 1801),

que inclinou a balança a favor da teoria ondulatória, e a proposta de quantização da emissão luminosa (Planck, 1900), que equilibrou os conceitos, ao demonstrar que a luz podia também exibir uma natureza corpuscular. Pelo meio ficou um grande número de descobertas e desenvolvimentos que, ainda hoje, definem esta ciência: a descoberta das riscas espectrais, a interpretação da difracção com base na teoria ondulatória, a expansão do espectro electromagnético ao infravermelho, ultravioleta e raios-x, a unificação dos fenómenos ópticos e electromagnéticos por intermédio de Maxwell, e o efeito fotoeléctrico, entre outros. O número e variedade de instrumentos científicos inventados ou aperfeiçoados e baseados em fenómenos ópticos foram igualmente amplos, salientando-se os grandes telescópios, o binóculo, espectrómetros, interferómetros, e a disseminação da iluminação eléctrica. Também data desta época a invenção da fotografia, que conheceria um êxito sem precedentes junto do público, bem como pequenos aparelhos de diversão, como o caleidoscópio e o estereoscópio, que contribuíram para o deslumbramento novecentista com as maravilhas da ciência. A sensação de progresso foi tal que um comentador afirmava no final do século que “para o saber humano, na sua globalidade, nenhuma área da ciência contribuiu mais do que a Óptica”. É deste progresso que nos dá conta o segundo volume das Histórias da Luz e das Cores, da autoria de Luís Miguel Bernardo, e editado em Setembro pela Editora da Universidade do Porto, alma mater do autor, onde é Professor Ca-

tadrático e especialista em óptica contemporânea. O primeiro volume, já comentado nestas páginas (ver Gazeta de Física Vol. 28, Nº 4 de Outubro de 2005), abarca o período desde a antiguidade até ao século XIX, e o último da trilogia, a lançar em breve, será integralmente dedicado ao século XX. Não é de mais reforçar as mesmas ideias que já tinham sido expressas a propósito do primeiro volume: esta obra, de uma dimensão e profundidade raras entre nós, quer pelo mero tamanho (500 páginas), quer pela diversidade dos temas abrangidos, quer pela imensidão de fontes consultadas e referências (mais de 1300 notas!), quer, enfim, pela genuína capacidade de inspirar e despertar a curiosidade aos leitores, é uma adição indispensável à biblioteca de todos aqueles que se interessam por ciência e cultura, de um modo geral. A escolha do plural para o título da obra não é acidental; mais do que uma narração linear e convencional através da qual desfilam nomes, acontecimentos e datas, estes volumes são, sobretudo, uma colectânea de histórias, organizadas por temas unificadores – se tal é possível, tendo em conta a imensa variedade do assunto. No presente volume, temos a sexta (Desenvolvimentos e inovações nas técnicas e tecnologias ópticas durante o século XIX) e sétima (As tecnologias ópticas da imagem e da comunicação no século XIX) partes do todo, cada uma ainda subdividida em capítulos. O conteúdo é, pois, fortemente orientado para as aplicações, mais do que para as teorias. Os protagonistas são os instrumentos e as técnicas, os seus criadores, e o seu impacto junto dos cientistas, das pessoas e das sociedades. Para quem não conhece o primeiro volume, será certamente uma surpresa agradável constatar que se pode pegar em qualquer capítulo ao acaso e lê-lo de forma independente – mas convém advertir que a elegância da escrita do autor e o impulso da curiosidade do leitor são suficientes para tornar



Porque é que o mar é azul? E outras 101 Questões sobre a Ciência do dia-a-dia

MICK O'HARE (EDITOR), NEW SCIENTIST
- CASA DAS LETRAS, 2007

Gonçalo Figueira

contagiar todo o livro. De facto, além dos assuntos que seria de esperar encontrarmos neste tipo de obra, como os que enumerei no início, não demora muito a percebermos que a erudição de Luís Miguel Bernardo se estende para além da óptica: por exemplo, ao discutir as limitações dos telescópios, encontramos aqui uma descrição do episódio dos ilusórios canais de Marte, que causou grande excitação ao ser a primeira “prova” de vida inteligente fora da Terra; ou então, quando são discutidas as primeiras aplicações de efeitos especiais fotográficos, encontramos várias páginas dedicadas à fraude da fotografia espírita, que causou idêntica excitação (mesmo em mentes supostamente iluminadas...) por motivos afins. Tais temas, provavelmente não se encaixando num livro de história da ciência de formato linear, são aqui justamente enquadrados pelo impacto cultural não desprezável que tiveram na época, tendo subjacente a óptica. É igualmente de realçar a meritória recuperação de cientistas portugueses que tiveram contributos notáveis para o seu tempo, vindo depois a cair no esquecimento histórico. Este livro pode assim servir de ponto de partida para a descoberta dos fantásticos pirelióforos do Pe. Himalaya, ou para desvendar, não certamente sem espanto para muitos, os trabalhos precursores de Adriano de Paiva no domínio da televisão, por volta de 1880. Permitam-me terminar com uma comparação tomando palavras emprestadas ao autor, quando elogia a forte componente cultural dos cientistas do século XIX, que os coloca “num lugar privilegiado entre os filósofos escolásticos ou naturais – que sabiam quase nada de quase tudo – e os cientistas contemporâneos – que sabem quase tudo de quase nada”. Creio que este livro, fruto de um imenso trabalho e inserido num espírito idêntico, atinge o mesmo elegante equilíbrio, e é a melhor homenagem a esses cientistas e às suas obras.

Há muitos e felizes exemplos de livros de divulgação científica, tanto portugueses como estrangeiros, que partilham o formato de diálogo ou pergunta-e-resposta, para ilustrar os princípios científicos presentes nas pequenas e grandes coisas do dia-a-dia. O nosso Rómulo de Carvalho assim fez o seu dedicado à Física, o qual, passados quarenta anos, continua a encantar gerações de leitores. Nesta perspectiva, podemos legitimamente perguntar-nos que contributo original poderá trazer mais este livro, cujo título pouco auspicioso parece condená-lo a ser uma mera revisitação de explicações de meia dúzia de linhas, de pouco interesse para o leitor mais informado.

Ora parece-me que esta impressão se poderia ter evitado caso tivesse havido o bom senso de manter o título do original inglês (ou o seu espírito): “Does anything eat wasps?” (“Há alguma coisa que coma vespas?”). Mais invulgar e inesperado, e mais de acordo com os conteúdos. Porque, por exemplo, não encontramos aqui explicado o conceito da impulsão dos líquidos, mas temos várias propostas razoáveis para averiguar se é possível surfar numa encosta de lava. A propósito, adverte o livro, uma chuva de cinzas vulcânicas é uma excelente opção (entre várias outras) para os leitores interessados em tornarem-se fósseis. Já aqueles que alguma vez se perguntaram se é possível viver apenas à base de cerveja também têm aqui a resposta – bem como uma útil análise da química da ressaca e conselhos sobre como contorná-la. Por fim, no que respeita a ilusões ópticas, será decerto do agrado das leitoras perceber porque é que as calças pretas as fazem parecer mais magras... Estas breves amostras deverão ser suficientes para transmitir o tom geral, entre o sério e o ligeiro, o intrigante e o insensato, mas sempre abordado duma perspectiva científica. De facto, o livro tem a chancela da revista New Scientist, e as perguntas, feitas pelos leitores da coluna The Last Word, são respondidas por peritos conceituados, que certamente tiveram que pensar muito “fora-da-caixa” para lidar com algumas delas – ou, como bem sintetizou o jornal Scotland on Sunday, “faça uma pergunta estúpida e receba uma resposta inteligente”. E aqui reside o mérito desta obra: na capacidade de provocar, e também de revelar que, muitas vezes, as preocupações das pessoas comuns com a ciência do dia-a-dia não são as mesmas dos cientistas...

Nova Lei, novo Futuro?

Teresa Peña

NO PASSADO MÊS DE SETEMBRO FOI PUBLICADA EM DIÁRIO DA REPÚBLICA A LEI Nº 62/2007, PROMULGADA A 23 DE AGOSTO, CONTENDO 185 ARTIGOS QUE ESTABELECEM UM NOVO REGIME JURÍDICO PARA AS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR.

Numa só lei integram-se os princípios e regimes aplicáveis a instituições do ensino superior público, particular e cooperativo, as universidades e institutos politécnicos. A lei define um novo sistema de funcionamento destas instituições, com intervenções profundas nas suas estruturas, atribuições e competências orgânicas, bem como nos respectivos processos de fiscalização.

A lei veio partir a louça. No mínimo, aqueceu o último Verão nas instituições de ensino superior portuguesas. É impossível não concordar que a lei traz maior leveza, pelo menos em número de pessoas envolvidas, e maior responsabilização, para a gestão das universidades. Mas no resto as opiniões dividiram-se. Para uns, a lei, de forma inovadora, pode permitir flexibilizar e dinamizar, tornar as instituições mais ágeis e autónomas no que respeita à sua gestão financeira, patrimonial e de pessoal. Outros, ao contrário, desconfiam dos resultados da lei. Neste campo há subdivisões: uns vêem mais os vícios do mercado e os riscos de desinvestimento estatal, outros, as ameaças de controlo governamental. Será possível ver mais depois de cada universidade concretizar os seus estatutos.

De facto, partida a louça, com o arrefecimento do Outono entrou-se em fase acelerada de (re)construção, ou de pelo menos (re)concepção, de um novo ciclo, pois, segundo o artigo 172º, “no prazo de oito meses a contar da entrada em vigor da presente lei, as instituições de ensino superior devem proceder à revisão dos seus estatutos, de modo a conformá-los com o novo regime legal”.

Nesse sentido foram iniciados, e mesmo já realizados, processos eleitorais em várias universidades para constituir as respectivas Assembleias Estatutárias.

A lei prevê a inserção, estranha até agora nas instituições universitárias e politécnicas em Portugal, da sociedade exterior – intelectuais, empresários... – em órgãos de decisão estratégica. A abertura das instituições universitárias ao mundo exterior permitiu indiscutivelmente realidades notáveis, por exemplo, nos Estados Unidos, onde existe a tradição e cultura optimista de acreditar na inovação e na criatividade e originalidade individuais, e por conseguinte, também a abertura recíproca do mundo exterior às universidades. Esta ideia é inspiradora. Exige em Portugal um caminho a percorrer nos dois sentidos: das universidades para o exterior e do exterior para as universidades.

A lei, no seu artigo 129º, cria a possibilidade de transformação das instituições de ensino públicas em instituições públicas de natureza fundacional, isto é, em fundações públicas com regime de direito privado. O ponto 2 do artigo 134º estabelece que “O regime de direito privado não prejudica a aplicação dos princípios constitucionais respeitantes à Administração Pública, nomeadamente a prossecução do interesse público, bem como os princípios da igualdade, da imparcialidade, da justiça e da proporcionalidade.”

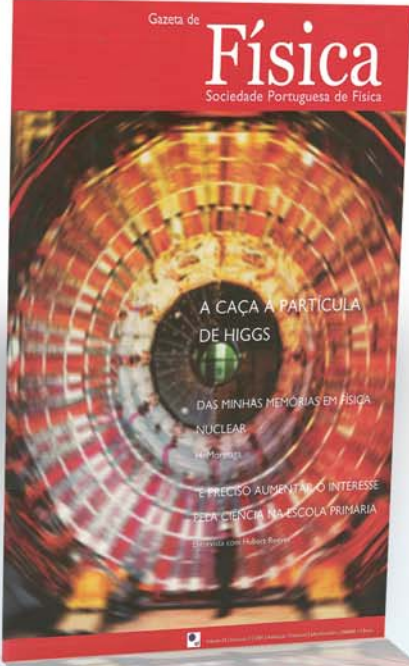
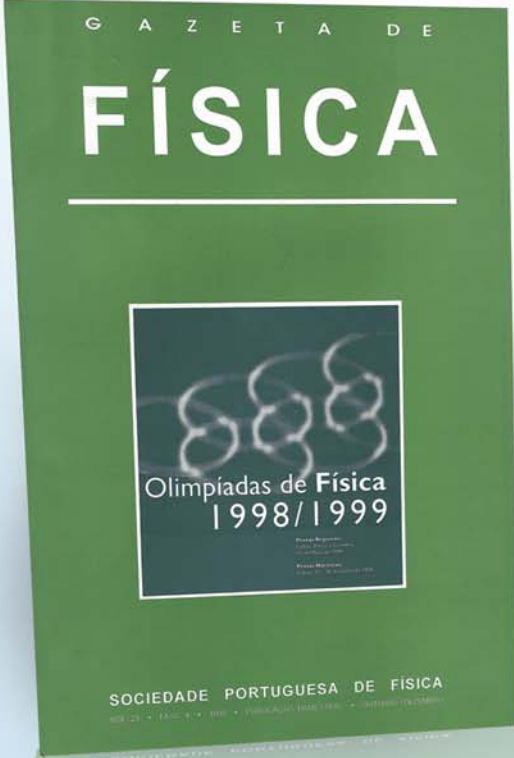
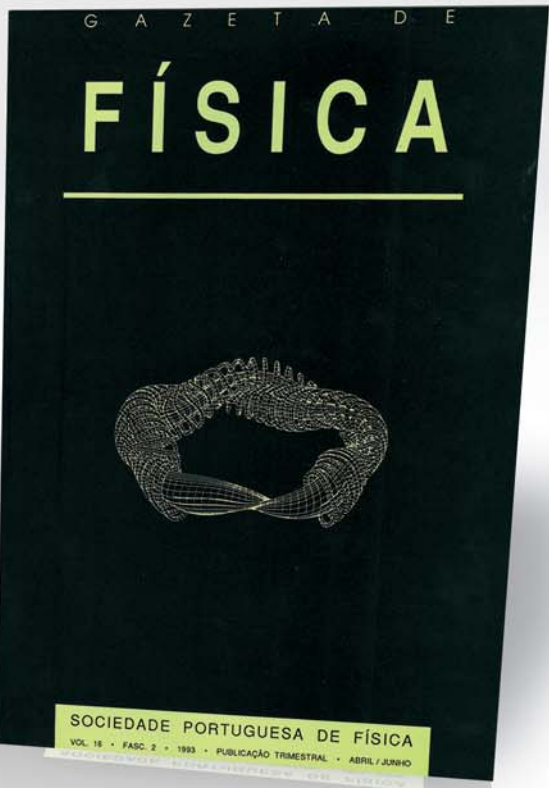
Um dos novos órgãos do governo das instituições universitárias, o Conselho Geral, a quem compete, segundo a alínea b) do artigo 82º, “Aprovar as linhas gerais de orientação da instituição no plano científico, pedagógico, financeiro e patrimonial”, é constituído, em pelo menos 30% dos seus membros, por “personalidades de referido mérito não pertencentes à ou que não se encontrem ao serviço da instituição” (artigo 81º, ponto 2).



Laboratorio Chimico, Museu de Ciência

Museus da Politécnica
Universidade de Lisboa
Rua da Escola Politécnica, 56
Informações: 21 392 18 08
(ver artigo na p. 37)





61anos
de Gazeta de Física