

Gazeta de

Física

Sociedade Portuguesa de Física

UNIVERSIDADES PORTUGUESAS: POR QUE NÃO AS MELHORES?

Michael Athans

A FÍSICA NO FIM DO SÉCULO XIX

Um artigo de Manuel Fernandes Thomaz

"A SITUAÇÃO DA FÍSICA MÉDICA EM PORTUGAL É DRAMÁTICA"

Entrevista com Maria do Carmo Lopes, física no Centro
Regional de Oncologia de Coimbra



GAZETA DE FÍSICA VOL. 25 FASC.2,2002

DIRECTOR Carlos Fiolhais

EDITOR Carlos Pessoa

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

COLABORAM AINDA NESTE NÚMERO

Florbela Meireles, Graciano Neves de Oliveira, Luís Lemos
Alves, João Ferreira, José Carvalho Soares, Maria Alexandra
Pais, Manuel Fernandes Thomaz, Michael Athans, Pedro Vaz

SECRETARIADO Maria José Couceiro (Lisboa)
e Carolina Borges Simões (Coimbra)

DESIGN

MediaPrimer - Tecnologias e Sistemas Multimédia Lda

Rua Simões de Castro, 132,1º Esq.

3000-387 Coimbra

E-mail info@mediaprimer.pt

PRÉ-IMPRESSÃO E IMPRESSÃO

Carvalho & Simões, Artes Gráficas, Lda

Estrada da Beira 479 / Anexo

3030-173 Coimbra

TIRAGEM 2500 exemplares

PREÇOS Número avulso 4,00 € (inclui IVA).

Assinatura anual 15,00 € (inclui IVA).

A assinatura é grátis para os sócios da SPF.

PROPRIEDADE DA SOCIEDADE PORTUGUESA
DE FÍSICA

ADMINISTRAÇÃO E REDACÇÃO

Avenida da República 37-4º 1050-187 Lisboa

Tel 217 993 665 Fax 217 952 349

E-mail secretariado@spf.pt

ISSN 0396-3561

REGISTO DGCS nº 107280 de 13.05.80

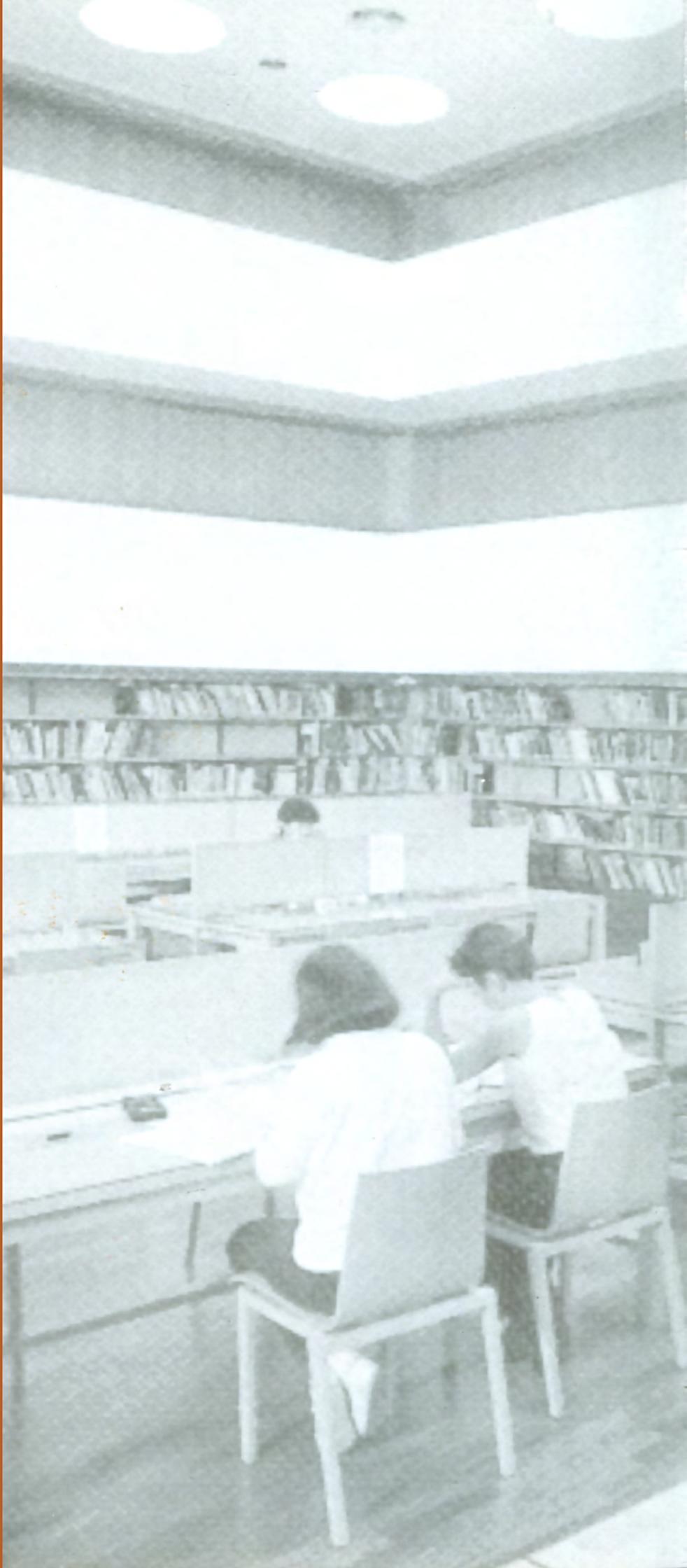
DEPÓSITO LEGAL nº 51419/91

PUBLICAÇÃO TRIMESTRAL

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

Os manuscritos devem ser submetidos em duplicado, dactilografados em folhas A4 a dois espaços (máximo equivalente a 3500 palavras ou 17500 caracteres, incluindo figuras, sendo que uma figura corresponde em média a 140 palavras). Deverão ter sempre um curto resumo, não excedendo 130 palavras. Deve(m) ser indicado(s) o(s) endereço(s) completo(s) das instituições dos autores, assim como o endereço electrónico para eventual contacto. Agradece-se o envio dos textos em disquete, de preferência "Word" para PC. Os originais de figuras devem ser apresentados em folhas separadas, prontas para reprodução, e nos formatos electrónicos jpg, gif ou eps.

PUBLICAÇÃO SUBSIDIADA



COINCIDÊNCIAS...

Mesmo quem não abre exceções ao velho preceito que “determina” que nada acontece por acaso tem, nesta edição da “Gazeta”, uma boa razão para admitir que, de vez em quando, ocorrem coincidências curiosas: referimo-nos, à publicação de um artigo sobre a Física do século XIX, assinado pelo novo Secretário de Estado da Ciência e Tecnologia, **MANUEL FERNANDES THOMAZ**, programado muito tempo antes de este físico assumir as presentes responsabilidades governativas. Neste mesmo número, outra significativa conjugação de situações diz respeito ao extenso e importante artigo de **MICHAEL ATHANS**, professor convidado do Instituto Superior Técnico, sobre o que há a fazer, na sua perspectiva, para transformar as universidades portuguesas. Com a criação, na estrutura do novo governo, de uma pasta ministerial que integra a ciência e o ensino superior, dificilmente tal publicação seria tão oportuna. Estamos certos que a profundidade e audácia de muitas das propostas contidas no artigo irão dar que falar.

Do mesmo modo, constata-se que o Manifesto para a Educação da República continua a suscitar reacções e a gerar polémica – o que é bom sinal num país tradicionalmente propenso às “meias tintas” –, como dá testemunho o artigo de opinião do Matemático **GRACIANO NEVES DE OLIVEIRA**.

O interesse desta edição não se esgota nas matérias referidas. Assim, permitimo-nos chamar a atenção dos leitores para a entrevista com **MARIA DO CARMO LOPES**, física no Centro Regional de Coimbra do Instituto Português de Oncologia, sobre Física Médica, em que nos fala do muito que ainda está por fazer em Portugal neste domínio. Por outro lado, os leitores encontrarão ainda neste número noticiário alargado sobre o Instituto Tecnológico e Nuclear e o que nele se faz, incluindo uma curta entrevista com o seu director, **JOSÉ CARVALHO SOARES**.

As habituais secções completam o miolo deste número de Primavera, no qual se encontrará, como sempre muita informação oportuna e útil.

Voltamos no Verão. Até lá, boas leituras!

ÍNDICE

ARTIGOS

UNIVERSIDADES PORTUGUESAS: POR QUE NÃO AS MELHORES?	4
Michael Athans	

A FÍSICA NO FIM DO SÉCULO XIX	16
Manuel Fernandes Thomaz	

ENTREVISTA

"A SITUAÇÃO DA FÍSICA MÉDICA EM PORTUGAL É DRAMÁTICA"	24
Entrevista com Maria do Carmo Lopes	
Carlos Pessoa	

NOTÍCIAS

FÍSICA EM PORTUGAL	28
FÍSICA NO MUNDO	34
SOCIEDADE PORTUGUESA DE FÍSICA	38

SECÇÕES

LIVROS E MULTIMÉDIA	42
OPINIÃO	47

Apresentam-se algumas ideias controversas e sugestões para ajudar a fortalecer a capacidade das universidades portuguesas de efectuar investigação de alto nível no panorama internacional da engenharia e aumentar a visibilidade dos investigadores portugueses e suas instituições entre os seus parceiros internacionais.

A concretização destas sugestões requer mudanças radicais nas regras e procedimentos universitários correntes, como sejam as cargas horárias, os procedimentos de avaliação, a política universitária de contratos e promoções, os mecanismos de recompensa e os padrões de responsabilidade. Essas mudanças necessitam de acções de cooperação entre os Ministérios da Educação e da Ciência e Tecnologia.

MICHAEL ATHANS

Professor e Investigador Convidado,

Instituto de Sistemas e Robótica (ISR)

Instituto Superior Técnico (IST), Lisboa

e

Professor de Engenharia Electrotécnica e Ciências

Computacionais (emérito)

Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT),

Cambridge, Mass., USA

athans@isr.ist.utl.pt

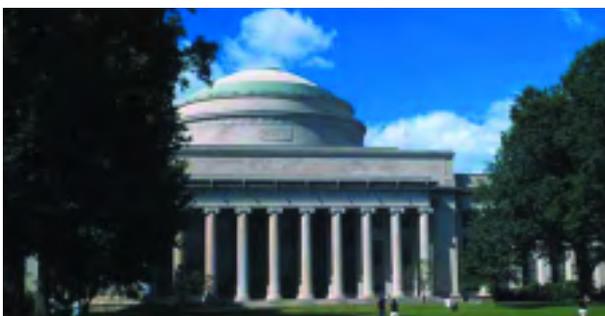
UNIVERSIDADES POR POR QUE NÃO AS

Depois de 38 anos como professor no MIT, tive a sorte de conseguir uma posição de professor visitante no ISR/IST durante três anos. Neste período tenho tido inúmeros debates com professores e estudantes de engenharia de várias universidades portuguesas. Através destas conversas cheguei à conclusão de que *há uma necessidade urgente de reformas estruturais quer no sistema educativo na área das engenharias quer na investigação universitária* nas principais universidades portuguesas. Estas mudanças são, a meu ver, imperativas para apoiar o forte desejo dos professores universitários e estudantes de pós-graduação de empreender investigação avançada e realizar esforços de desenvolvimento do mesmo calibre e impacto dos seus colegas americanos e europeus.

Acredito firmemente no axioma *é um crime desperdiçar uma mente fértil*. Contudo, parece que as políticas, procedimentos e tradições portuguesas que fixam a educação universitária e a investigação criaram uma atmosfera que impossibilita, frequentemente, um ambiente intelectual apropriado à investigação, que é absolutamente essencial para obter excelência na educação e na investigação. O meu passado no MIT, como professor de disciplinas de licenciatura e de pós-graduação, como supervisor de teses de vários alunos, como director de um laboratório de investigação e como co-fundador de uma empresa de consultadoria em tecnologia avançada, influenciou, seguramente, a minha avaliação do clima educativo e de investigação nas universidades portuguesas. *As minhas sugestões baseiam-se na forte convicção de que as universi-*

PORTUGUESAS: MELHORES?

As portuguesas podem fazer muito mais para melhorar radicalmente a sua excelência académica, a sua investigação, a sua produtividade e eficácia, bem como as interações entre a universidade e a indústria.



MIT - Cambridge, Mass.

Não tenho qualquer dúvida de que os investigadores portugueses de ciência e tecnologia que trabalham no sistema universitário são absolutamente capazes de efectuar investigação e desenvolvimento de primeira qualidade; e também de que merecem reconhecimento internacional. No entanto, actualmente, faltam ainda esses resultados e esse reconhecimento. A questão-chave é: porquê?

Coloquei a mim mesmo as seguintes questões:

- *Serão os alunos portugueses estúpidos?* Claro que não! De facto, conheci numerosos alunos de pós-graduação que têm as mesmas qualidades intelectuais dos que conheci no MIT.

- *Serão as faculdades portuguesas incompetentes?*

Certamente que não! A maior parte delas possui um excelente historial académico e de investigação.

- *Serão os investigadores portugueses preguiçosos?* De forma alguma! Os meus colegas portugueses trabalham muito a sério.

- *Haverá falta de fundos para a investigação?* Não! Em abono da verdade, na minha opinião, é muito mais fácil aos investigadores portugueses obter fundos, incluindo generosos apoios para bolsas internacionais e licenças sabáticas, do que nos EUA.

Então, qual é o problema?

No ano de 2000, apresentei as minhas ideias e sugestões em três palestras ¹. Recebi então diversos comentários favoráveis de muitos professores portugueses e alunos. É evidente que as pessoas que ensinam, realizam e supervisionam investigação se sentem frustradas com o sistema burocrático mais ou menos arcaico que rege em Portugal a educação e a investigação universitária.

Para "sermos os melhores" temos de promover a emergência de talentos e de referências portuguesas, modificando procedimentos e regras que estrangulam a criatividade e a iniciativa individuais. Estas mudanças devem obedecer à regra evidente:

A excelência gera a excelência, enquanto a mediocridade alimenta a mediocridade.

Espero, sinceramente, que as minhas sugestões controversas constituam uma base para um debate nacional sobre a reforma do sistema educativo e de investigação universitário, pelo menos nas áreas das engenharias e tecnologias.

AS MINHAS IMPRESSÕES SOBRE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA NAS UNIVERSIDADES PORTUGUESAS

Existem:

1. Alunos bem formados e empenhados em pós-graduação;
2. *Staff* com excesso de trabalho e stress que:
 - a) luta por criar um ambiente apropriado de investigação;
 - b) tem demasiados deveres docentes e administrativos;
 - c) tem de preparar e gerir demasiados exames;
 - d) se sente frustrado pela falta de incentivos e apoios institucionais;

e) e sofre de falta de disponibilidade para uma investigação séria.

3. Muito poucos professores catedráticos, alguns tecnicamente obsoletos, que:

- a) muitas vezes usam, indevidamente, a sua posição de poder, sem arcar com as responsabilidades inerentes;
- b) decidem frequentemente procedimentos de promoção arbitrários e injustos;
- c) e encorajam a parcialidade nos contratos, uma prática corrente muito perigosa.

Ora, claramente, poucas pessoas conseguem ser investigadores de qualidade. A boa investigação tem de ser feita por grupos de elite sendo absurdo pensar-se em "igualdade entre os investigadores". Mas mesmo os melhores investigadores necessitam de longos períodos de tempo para pensar. Uma concentração intensa e "bem-estar" são essenciais para libertar e despoletar o processo criativo. A investigação de alta qualidade não pode ser feita nos tempos livres! *E não nos esqueçamos que mesmo investigadores de qualidade e dedicados necessitam de trabalhar num ambiente em que os seus esforços são apreciados e recompensados.* É importante, também, lutar por estabelecer e administrar grupos de investigação de alta qualidade, uma vez que os grupos de investigação funcionam como "multiplicadores de ideias" e servem de incubadoras para a aprendizagem da investigação por alunos de pós-graduação, que iniciam a sua carreira de investigação. Também os melhores centros de investigação promovem discussões que conduzem, e definem, direcções para uma "investigação estratégica" de qualidade, direcções essas que exploram ao máximo os recursos intelectuais da equipa. Mais ainda, nesta era de rápidos progressos tecnológicos, os bons investigadores têm também a responsabilidade de traduzir o "supra-sumo" da sua actividade para cursos avançados, a fim de maximizar o tempo da obsolescência técnica dos seus alunos. Assim, a investigação de qualidade e o ensino eficaz estão intimamente ligados.

Infelizmente, na minha opinião, a situação actual em Portugal é caracterizada por demasiada igualdade e pouca promoção da excelência.

É inevitável que em universidades onde se faz investigação, a educação e a investigação estejam intimamente relacionadas. Numa universidade onde se faz investigação, a perfeição no ensino e na investigação andam de mãos dadas, reforçando-se mutuamente. Comparemos os estudantes universitários de engenharia do MIT e do IST (as duas instituições que melhor conheço), embora esteja convencido da validade destas comparações para outras instituições:

1. Os alunos do IST são tão dotados intelectualmente e empenhados quanto os seus colegas do MIT.
2. Em cinco anos os alunos do IST frequentaram quase o dobro de disciplinas técnicas em comparação com a média das de um estudante do MIT num currículo de quatro anos.
3. Os conhecimentos tecnológicos dos alunos do MIT são mais profundos que os dos seus colegas do IST.
4. Os alunos do MIT salientam-se na resolução de problemas e pensamento independente, enquanto os alunos do IST têm a "papinha feita".
5. Os alunos do MIT são mais expostos a questões industriais, comentando-as mais habilmente, e são bastante mais sofisticados no conhecimento da natureza dos processos de investigação em engenharia do que os seus colegas do IST.



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Na minha opinião, enquanto os alunos de engenharia do IST se movimentam mais no domínio de disciplinas científicas e de engenharia, as suas capacidades para compreender profundamente e aplicar conceitos fundamentais, para conduzir um estudo independente e para resolver problemas complexos são inferiores às dos seus colegas do MIT. Este estado de coisas parece ser um prolongamento do que acontece nas escolas secundárias portuguesas². Assim, embora os alunos do IST e do MIT tenham à partida o mesmo quadro intelectual, os alunos do IST não têm tempo para alcançar uma verdadeira compreensão e domínio do grande volume de material técnico que lhes é ensinado.

O Ministro da Ciência e Tecnologia instituiu diversas inovações que beneficiam o clima de investigação em Portugal. Estas incluem a concessão de fundos para a investigação a professores universitários e a estudantes de pós-graduação, apoio financeiro a visitas e colaborações internacionais e prémios para investigação de alta qualidade. No entanto, estas iniciativas não podem por si mesmas conduzir às melhorias necessárias. Parece-me que o Ministro da Educação tem de levar a cabo inovações semelhantes que tenham impacto no ambiente de investi-

gação português de modo a formular e a concretizar um conjunto nacional e coordenado de políticas académicas e de investigação.

SUMÁRIO DE RECOMENDAÇÕES

Realço aqui os elementos essenciais das minhas sugestões. A motivação inicial provém da necessidade de criar mais tempo para realizar uma investigação sem interrupções e de melhorar o ambiente universitário para realizar investigação séria. Contudo, essas mudanças não podem ser separadas da necessidade de outras mudanças no processo educativo, nem serão atingidas sem estas. Além disso, estas mudanças requerem alterações nas políticas e procedimentos correntes que colidem com a formação de grupos de investigação, a introdução de sangue e ideias novas no processo de investigação, e a transferência ordenada e atempada da tecnologia para a indústria.

Objectivo 1: Criar períodos ininterruptos para investigação:

- a) reduzindo a exigência de um certo número de disciplinas no currículo de cinco anos de engenharia;
- b) conduzindo toda a actividade docente e de avaliação de *15 de Setembro a 15 de Junho*;
- c) e eliminando a prática corrente de vários exames no final de cada semestre para cada disciplina.

Objectivo 2: Fornecer melhores incentivos de carreira e prémios justos para investigadores portugueses:

- a) aumentando o número de professores catedráticos e associados (inversão da presente pirâmide académica);
- b) estabelecendo a promoção regular de horários e métodos, seguindo uma avaliação exigente mas justa da qualidade do ensino e da investigação;
- c) e melhorando as recompensas financeiras para investigadores de melhor qualidade.

Objectivo 3: Melhorar os mecanismos de avaliação e responsabilidade no processo educativo e de investigação:

- a) utilizando comissões internacionais (compostas por visitantes) para avaliar centros de investigação,
- b) iniciando a utilização de comissões internacionais (compostas por visitantes) para avaliar práticas e políticas de departamentos e faculdades,
- c) e fortalecendo a administração universitária.

Objectivo 4: Melhorar a colaboração universidade-indústria.

CRIAR PERÍODOS ININTERRUPTOS PARA INVESTIGAÇÃO.

Como salientei, a investigação de qualidade requer períodos ininterruptos para uma reflexão aprofundada. Os professores portugueses não têm esse tempo, devido à pesada carga horária de aulas e à prática insana do sistema corrente de exames. Para criar mais tempo é necessário mudar a prática presente relacionada com o sistema educativo universitário e de pós-graduação.

ALTERAÇÕES SUGERIDAS NO ENSINO UNIVERSITÁRIO:

1. As aulas e exames devem ter lugar apenas entre meados de Setembro e Junho, sem aulas nem exames durante o Verão.
2. Os alunos só devem ter três a quatro disciplinas técnicas em cada semestre. Actualmente, há demasiadas aulas e "laboratórios sem *hardware*".
3. Eliminar a prática infrutífera de repetição de exames no final de cada semestre.
4. Expor os alunos ao ambiente de investigação tão cedo quanto possível.
5. Fornecer aos alunos aconselhamento sério sobre as carreiras académicas e profissionais.
6. Encorajar os alunos a trabalhar na indústria durante o Verão.

As minhas sugestões para criar mais tempo para investigação reflectem as melhores práticas de conhecidas universidades americanas (como o MIT, Califórnia, Berkeley, Stanford, Michigan, Illinois, Carnegie-Mellon, etc.). O actual ensino universitário em Portugal é uma continuação do sistema do secundário. Durante cinco anos, esperase dos estudantes universitários que se matriculem em cinco a sete disciplinas técnicas, por semestre, e que passem 25 a 30 horas na sala de aula com disciplinas de "laboratório sem *hardware*" que constam da resolução de problemas. Resta, portanto, muito pouco tempo para uma aprendizagem séria durante o semestre e não existe nenhum mecanismo de *feedback* (como, por exemplo, trabalhos de casa regulares e classificados e exames a meio do semestre), quer para os alunos quer para os professores, para avaliar a qualidade da aprendizagem durante o semestre. Assim, os alunos são forçados a aprender e assimilar os conteúdos técnicos de todo o semestre durante o período de um mês e meio a dois meses de exames, e têm ainda duas a três oportunidades de passar no exame final. *Daí decorre que se ressentem a qualidade da aprendizagem, a assimilação adequada de pré-requisitos antes de conceitos mais avançados e o pensamento independente.*

Contrastemos o sistema português com o das melhores escolas de engenharia dos Estados Unidos. Num currículo típico de quatro anos de engenharia ou ciências, os alunos têm apenas três a quatro disciplinas por semestre, acompanhadas de um curso da área das humanidades. Para monitorizar e avaliar, durante todo o semestre, a qualidade da aprendizagem dos alunos são usados trabalhos de casa com classificação, questionários, testes a meio do período e um único exame final. O facto de serem exigidas menos disciplinas técnicas permite ao aluno americano assimilar os conteúdos de uma forma ordenada, encoraja o pensamento e o estudo independente, e alivia o "pânico dos exames" antes do exame final.

Sou favorável a um currículo universitário de cinco anos, com uma redução drástica do número de cadeiras técnicas para três ou quatro por semestre. O aluno não deve passar mais do que 12 a 15 horas por semana nas aulas e a prática corrente de resolução supervisionada de problemas deve terminar. Devem ser instituídos trabalhos de casa com classificação e testes a meio do período. Ao aproximar-se o final do semestre, o aluno deve ter uma semana de estudo e, na semana seguinte, fazer um único exame a cada disciplina, sem haver uma segunda ou terceira tentativas. Essas mudanças possibilitarão ao aluno uma aprendizagem mais profunda dos conteúdos de uma forma atempada, estimularão o estudo e o pensamento independentes e melhorarão a qualidade do processo educativo.



Universidade de Coimbra.

Com um semestre de 14 a 15 semanas para as actividades lectivas e de avaliação, é possível libertar três meses no Verão para os alunos e para os professores. Assim, *sugiro que todas as actividades académicas tenham lugar; digamos, de 15 de Setembro a 15 de Junho, libertando os três meses de Verão para investigação.*

A eliminação da prática corrente de repetição de exames resultará numa economia de tempo para os professores. Um docente típico que ensina três disciplinas tem de elaborar nove exames diferentes cada semestre! *Isto representa uma enorme perda de tempo, porque é quase impossível escrever três exames de qualidade diferentes para cada disciplina.* Este tempo podia ser mais proveitoso para melhorar a qualidade do ensino e/ou fazer investigação séria.

Em Ciência e Tecnologia, e especialmente em Engenharia, a obsolescência técnica pode ocorrer num período curto, como dez anos. Para nos salvaguardarmos dela, os alunos universitários têm de "aprender a aprender" e "aprender a pensar", de forma a estarem preparados para as inevitáveis e recorrentes exigências de uma formação constante. É, sem dúvida, mais importante aprender o fundamental bem e em profundidade do que bombardear os alunos com uma miríade de detalhes técnicos, muitos dos quais podem vir a ficar obsoletos na altura em que os alunos se formem. Em suma, parem com a prática comum de "espelhar" o ensino do secundário no ensino universitário; isso apenas encoraja a mediocridade.

Sugiro, também, que os alunos universitários possam candidatar-se a um "projecto de oportunidade para investigação" no qual serão encorajados a interagir com grupos de investigação activos e a misturar-se com estudantes em pós-graduação, professores e investigadores num projecto de investigação. Uma tal experiência educativa contribui para uma melhor apreciação, pelo aluno, da relevância das disciplinas, expõe-no ao ambiente e práticas da investigação e encoraja-o a pensar ainda mais aprofundada e independentemente ³.

Com os três meses de Verão livres, os alunos poderão trabalhar na indústria, aplicando e aperfeiçoando os seus conhecimentos técnicos, além de ganharem algum dinheiro. Outros alunos poderão querer continuar o seu projecto durante o Verão, talvez com um pequeno salário. Outros poderão simplesmente escolher a praia e isso também estará bem. Será muito proveitoso se as universidades portuguesas tomarem a iniciativa de aliar os estudantes e a indústria e assim criarem eventuais empregos de Verão.

SUGESTÕES PARA O ENSINO E INVESTIGAÇÃO NA PÓS-GRADUAÇÃO:

1. Os alunos de pós-graduação são um elemento essencial do processo de investigação. Devem ter um salário adequado (condicionado pelo progresso satisfatório do processo de investigação) e alternar entre o ensino e o trabalho de investigação.
2. Uma boa tese de mestrado em engenharia é essencial. Porém, o grau de mestrado não deve prolongar-se para além de um ano e meio a dois anos. Além disso, o sistema actual do júri para o grau de mestre deve ser eliminado uma vez que é uma perda de tempo e de recursos. A avaliação da tese de mestrado deve ser confiada ao seu supervisor.
3. A tese de doutoramento deve ser finalizada em três ou quatro anos; presentemente, um doutoramento em engenharia leva demasiado tempo. Deve haver critérios rigorosos de qualificação (exames orais e escritos) para o grau de doutor. Deve estabelecer-se previamente uma comissão de tese de doutoramento e o candidato deve apresentar, a essa mesma comissão, relatórios frequentes sobre o progresso da tese, assim como planos de investigações futuras. Isto simplificará e melhorará a defesa da tese final para o júri.
4. Os candidatos a um doutoramento não devem ter expectativas em relação à garantia de uma carreira académica, especialmente na mesma universidade, evitando-se, assim, o problema sério do favorecimento.
5. Todas as teses de mestrado e doutoramento em engenharia devem ser escritas em inglês. A defesa da língua portuguesa a este nível é de todo contraproducente.

Sem dúvida que a educação e a investigação pós-graduada é um elemento crucial em todo o processo de investigação universitária. Os alunos de pós-graduação, e especialmente aqueles que pretendem o grau de doutor, são, provavelmente, o recurso intelectual mais importante do país. Actualmente, penso que demora demasiado tempo a concluir um doutoramento, pelo que se devem fazer esforços para simplificar todo o processo. Os candidatos ao grau de doutor têm de ser encorajados a desenvolver e exercer a sua criatividade, a tornar-se verdadeiros peritos no tema da sua investigação, a publicar o seu trabalho em conhecidas revistas internacionais e a cultivar, tão cedo quanto possível, laços fortes com colegas estrangeiros e grupos de investigação na respectiva área. Mais importante, os candidatos a doutoramento não devem ser tratados como "escravos" nas mãos de "ditadores académicos" poderosos, como acontece, por vezes, em alguns departamentos portugueses.

FORNECER MELHORES INCENTIVOS DE CARREIRA E RECOMPENSAS JUSTAS DOS INVESTIGADORES

Muitos dos meus colegas portugueses, especialmente os mais novos, trabalham 80 horas por semana com um reconhecimento profissional mínimo por parte da instituição para a qual trabalham e sem recompensas financeiras significativas. Não é, pois, de admirar que se sintam frustrados. *É tentador para eles considerar a hipótese de desistir do trabalho árduo e das muitas e difíceis horas que a investigação exige, e degenerar num estatuto de "mediocridade aceitável", que consiste em ensinar os mesmos assuntos de sempre, sem se envolver na supervisão de teses e no trabalho de investigação.* Afinal, o salário deles será o mesmo e o sistema administrativo não parece importar-se com a excelência nem com recompensá-la.

As universidades portuguesas onde se faz investigação têm de encorajar "estrelas da investigação" e provê-las com os recursos intelectuais, administrativos e financeiros de forma a promover a produtividade da investigação.

SUGESTÕES DE INCENTIVOS PARA A INVESTIGAÇÃO:

1. Providenciar um salário extra, até três meses de Verão, pago por contratos de investigação (sem contratos, não há salário!). Tratar o actual salário de 14 meses como um de nove;
2. Facultar um dia por semana para consultadoria paga na indústria, sem perder o estatuto de tempo inteiro na faculdade;
3. Promover essa possibilidade de acordo com um horário fixo, com critérios restritos mas justos de qualidade, e estabelecer categorias docentes múltiplas para recompensar a qualidade no ensino e na investigação;
4. Reduzir a carga horária docente de investigadores qualificados; duas a três disciplinas por ano (não por semestre), perfazendo uma média de seis horas por semana, devem ser a carga horária normal. Deve ser concedido crédito pela supervisão de teses;
5. Estabelecer prémios anuais para departamentos e institutos, dando destaque a trabalhos de qualidade na investigação, no ensino e na supervisão de teses, para os professores e alunos;
6. Oferecer apoio técnico, secretarial e contabilístico adequado para administrar e executar contratos de investigação. Os investigadores não são, felizmente, bons contabilistas! A sugestão de um "pagamento extra" durante os três

meses de Verão (libertos pelas alterações recomendadas ao calendário escolar) poderá parecer uma sugestão radical. *Os fundos para estes meses de Verão deverão advir de bolsas e contratos de investigação externos.* Se o investigador ou a sua equipa não conseguirem obter esses fundos, não haverá recompensa financeira. Os professores que não sejam bons investigadores e não consigam angariar apoios para a investigação não serão penalizados, uma vez que recebem um salário de catorze meses. Podem, também, aproveitar os meses de Verão para tentar melhorar a sua investigação e/ou o seu ensino, ou trabalhar na indústria, ou ir à praia, como acharem melhor. *Creio que a igualdade salarial é a causa principal para a mediocridade na educação e na investigação.*

O maior problema, especialmente para os docentes mais novos de uma universidade portuguesa, é o facto de as promoções se basearem em "aberturas" de lugares e não no mérito, e não respeitarem um calendário estabelecido. Penso, também, que há poucos professores catedráticos e demasiados professores auxiliares no presente sistema português. A Fig. 1 ilustra este aspecto, mostrando que nas universidades americanas onde há investigação a "pirâmide académica" é invertida. Há, aproximadamente, o mesmo número de membros do departamento de DEEC/IST e no EECS/MIT. No MIT, há mais catedráticos (65) em comparação com os aos 18 do IST, enquanto o número de professores auxiliares no MIT (20) é menor do que no IST (75). Estes padrões são comuns a quase todas as universidades com investigação nos EUA.

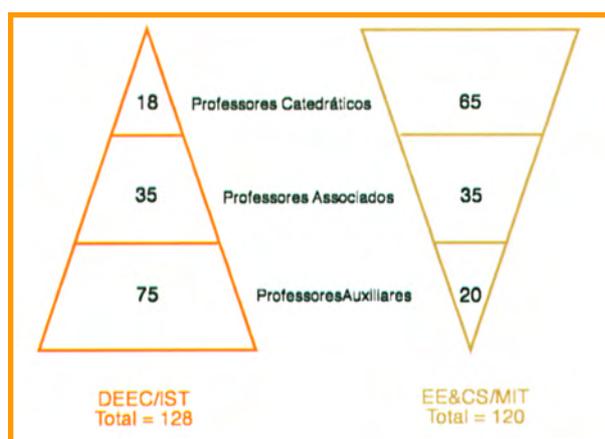


Fig.1. Uma comparação das categorias de professores no Departamento de Engenharia Eléctrica e Informática (DEEC) do IST e no Departamento de Engenharia Electrotécnica e Informática (EE&CS) do MIT.

O sistema de contratação e promoção das universidades americanas é definido de forma a evitar favorecimentos

personais ou nepotismo e para recompensar excelência bem documentada. Geralmente, cada departamento tem uma comissão de pessoal composta por cerca de uma dúzia de *Full Professors*. Para obter um lugar no departamento são necessárias cartas de recomendação confidenciais, quer do próprio departamento, quer de colegas estrangeiros (quanto mais alta for a promoção maior deve ser o número de cartas "externas"). Um membro da comissão de pessoal é designado "advogado" do candidato, mas há uma discussão profunda das virtudes e defeitos do mesmo, chegando-se, finalmente, a uma decisão por voto secreto. Em seguida, são discutidos e votados todos os casos de promoções, numa comissão de pessoal da Escola de Engenharia, composto pelo reitor e pelos representantes dos vários departamentos. Finalmente, todos os casos são apreciados por uma comissão de pessoal de toda a universidade, composta pelo reitor, presidentes de faculdade, etc. para a decisão final. É evidente que o sistema apenas recompensa o desempenho e a qualidade comprovados. A possibilidade de favorecimento é praticamente nula.

Lamentavelmente, a situação em Portugal é muito diferente. Os professores auxiliares e associados têm de esperar muitos anos por uma "abertura de lugares" e por uma oportunidade de promoção. Frequentemente, e apesar do sistema (ineficaz) de júris, a promoção deles depende dos caprichos de poderosos "ditadores académicos" e do passado de obediência e subserviência para com estes. Esses "ditadores académicos" manipulam frequentemente o júri, especialmente porque a confidencialidade das cartas de recomendação não é muito corrente. Os aumentos de salários baseados no mérito são, para todos os efeitos, inexistentes. Esses aumentos são baseados em anos de serviço e não na qualidade documentada da actividade de ensino e investigação.

O sistema de nomeação definitiva em Portugal não implica a avaliação exaustiva do desempenho do candidato no ensino e na investigação. Parece que a nomeação definitiva é concedida rotineiramente⁴, muitas vezes a candidatos que a não merecem. O processo de nomeação definitiva não parece requerer resultados comprovados nem cartas de recomendação confidenciais externas. Este procedimento tem de ser alterado drasticamente. De outra forma, os professores mediocres dominarão o sistema do ensino e da investigação nas próximas décadas e prevalecerá, inevitavelmente, o axioma "a mediocridade gera a mediocridade".

O actual procedimento de agregação requer que o candidato produza um resumo exaustivo de um curso, numa

base de aula-a-aula e problema-a-problema. Um docente promissor despende cerca de dois meses a escrever um relatório pormenorizado – um procedimento completamente destituído de compromisso intelectual, não dando credenciais de investigação ou de ensino (há aqui mais semelhanças com a mentalidade do ensino no secundário). Estes dois meses poderiam ter sido devotados à melhoria da qualidade do ensino e da investigação.

A inversão da pirâmide académica que foi sugerida trará valiosos incentivos a docentes mais jovens e, além disso, ajudará a enfraquecer o poder político de alguns professores catedráticos. A presença de vários catedráticos da mesma área impede que um só deles recompense a mediocridade. Mais importante, se o número de professores auxiliares for pequeno, os catedráticos irão defender os mais novos incitando-os a cumprir os seus deveres de docentes e investigadores. Tal reconhece o facto indiscutível de que, em engenharia e tecnologia, são os docentes e investigadores mais jovens que dominam o "estado da arte" e que estão na fase mais produtiva da sua carreira de investigadores. A amabilidade para com os professores auxiliares, em vez de os tratar como escravos dos catedráticos, é um poderoso mecanismo para lutar pela excelência e evitar a mediocridade. Encoraja, também, a formação de equipas de investigação, com uma variedade de talentos e de idades, o que é essencial, nesta era de tecnologia moderna, para fornecer "multiplicadores de ideias", para servir como campo de ensaio para estudantes de licenciatura e de pós-graduação iniciarem os seus trabalhos de pesquisa, definindo direcções estratégicas de investigação de longo alcance, estabelecendo espírito de equipa e lealdade, e assegurando apoios financeiros de longo prazo para os projectos de investigação.

Os custos financeiros da "inversão da pirâmide", aumentando o número de professores auxiliares e a tempo inteiro, é mínimo. Há um diferencial reduzido entre os salários dos professores auxiliares e catedráticos nas universidades públicas portuguesas. O custo financeiro será mais do que justificado pela produtividade e qualidade acrescidas do ensino e da investigação.

Fiquei chocado ao notar a ausência de prémios académicos institucionalizados para a qualidade do ensino e da investigação em universidades portuguesas. É comum, nas universidades americanas, haver uma variedade de prémios no final de cada ano académico. São atribuídos quer a nível de departamentos quer a nível das universidades. Estes prémios reconhecem a qualidade do desempenho no ensino e/ou na investigação de alunos de licen-

ciatura ou de pós-graduação e de professores. São apresentados em encontros especiais, com grande audiência e ampla publicidade, dos departamentos ou universidades e reforçam os imprescindíveis mecanismos de reconhecimento da excelência.

MELHORAR OS MECANISMOS DE AVALIAÇÃO E RESPONSABILIDADE NO PROCESSO EDUCATIVO E DE INVESTIGAÇÃO

A concretização bem sucedida das alterações ao ensino e à investigação acima discutidas requer mudanças a nível local da universidade, assim como a nível nacional. As universidades portuguesas gozam de autonomia, mas não é claro o modo como são monitorizadas as responsabilidades e assegurada a qualidade.

POLÍTICAS UNIVERSITÁRIAS:

1. As comissões internacionais de avaliação dos Departamentos/Centros de Investigação devem ter um impacto maior e um poder mais real na avaliação da excelência na educação e investigação ⁵. Essas comissões formadas por visitantes devem reunir de dois em dois anos.
2. As comissões exteriores devem ser constituídas por líderes académicos conceituados e da indústria (e não por políticos!). Devem realizar sessões confidenciais, individuais e colectivas, com estudantes e membros juniores do Departamento; avaliar a justeza dos critérios de controlo de qualidade no que respeita a contratações e promoções; ajudar a isolar "ditadores académicos" do processo normal e promulgar uma declaração pública das avaliações e recomendações.
3. Os administradores têm de levar em conta as recomendações das comissões exteriores e actuar com base nelas;
4. Afastem a política da gestão das universidades! Só os professores devem decidir sobre a política educativa e de investigação, porque os alunos e os funcionários não têm a visão a longo prazo necessária (comissões de alunos podem e devem contribuir para as decisões universitárias). Os administradores das universidades (reitores, presidentes de faculdade e de departamento) têm de ser responsáveis, no que diz respeito a inovações na educação e na investigação, apenas por medidas que beneficiem a Faculdade, em vez de tentar agradar a alunos e ao *staff* para serem eleitos ou reeleitos.
5. Reforçar procedimentos de nomeação definitiva e de promoção justos, rigorosos e imparciais. Promovê-los com base num calendário fixo, e não com base em

"vagas". Documentar a reputação internacional da investigação.

6. O favorecimento de docentes deve ser desencorajado: contratem apenas os melhores.

7. Lutar por uma melhor relação universidade-indústria. Estabelecer mecanismos que conduzam a uma aprendizagem ao longo da vida.

Um dos melhores mecanismos para reforçar a responsabilidade é o uso de "comissões exteriores" ou comissões de avaliação. Em qualquer universidade americana com investigação, cada departamento e cada centro de investigação tem uma comissão exterior. Os membros destas comissões são professores de outras universidades (incluindo estrangeiras) e pessoas destacadas da indústria. A composição destas comissões é controlada pela administração da universidade com a contribuição dos departamentos ou centros de investigação.

As comissões exteriores monitorizam e avaliam o grau de conformidade e de mudança, nos departamentos e/ou centros de investigação, de acordo com as recomendações da comissão do ano anterior. Nos últimos anos, o Ministro da Ciência e Tecnologia português instituiu, com êxito, o uso dessas comissões para avaliar e classificar numerosos centros de investigação. Os membros destas comissões são investigadores internacionais (alguns de origem portuguesa) cujos conhecimentos correspondem aos dos centros de investigação. As suas avaliações e classificações são publicadas e os seus pareceres formam a base para o ministro distribuir os fundos de investigação aos centros de investigação. Assim, os centros de investigação melhores recebem mais incentivos do que os piores ⁶.

Infelizmente, não foi instituído um sistema paralelo de comissões exteriores para os departamentos académicos pelo Ministro da Educação. Sugiro que se proceda a tal o mais breve possível. As comissões exteriores deviam consistir de académicos nacionais e internacionais, incluindo representantes da indústria, e deviam ser integrados (ou, pelo menos, coordenados) com os que avaliam os centros de investigação. *Estas comissões deviam avaliar as virtudes e defeitos de cada departamento académico, incluindo práticas de contratação e favorecimento, justiça e qualidade de casos de nomeação definitiva e promoção, ouvir as preocupações de alunos tendo em consideração a qualidade do ensino e exames e ouvir as preocupações dos professores (especialmente os mais novos).* Os pareceres, avaliações e recomendações destas comissões deviam ser publicadas e comunicadas ao presidente do departamento, ao Presidente da Faculdade, ao Reitor e ao Ministro da Edu-

cação. *Estes administradores universitários deviam ter a vontade e o poder para agir em concordância para assim concretizar as recomendações da comissão exterior.*

Um produto importante da interação e coordenação entre a investigação e as comissões será a definição (e disseminação) de políticas e procedimentos universitários relacionados com as exigências de qualidade no ensino e na investigação, em casos de contratação, nomeação definitiva e promoção. Desta forma, as políticas ligadas a interesses pessoais, perpetradas por "ditadores académicos", serão mitigadas, senão mesmo completamente eliminadas. E, *as universidades tornam-se responsáveis perante essas comissões exteriores.* É por isso que o Ministro da Educação deve ser o receptor final das recomendações académicas dos comissões.

Na minha opinião, *um dos problemas mais sérios que as universidades portuguesas enfrentam é a "endogamia".*

Muitos dos professores mais velhos das faculdades de engenharia portuguesas fizeram o seu doutoramento nos EUA ou noutros países europeus. Isso trouxe uma diversidade positiva de temas de investigação e de assuntos técnicos ao ambiente educativo e de investigação. Actualmente, existe um grande número de alunos em pós-graduação que, em breve, obterão o seu doutoramento e, pelo sistema corrente, continuarão como professores auxiliares no mesmo departamento. *Esta "endogamia" é altamente indesejável, porque poucas ideias novas serão introduzidas no sistema.* Devem ser encontradas medidas urgentes para desencorajar este tipo de práticas. Por exemplo, a geração actual de jovens investigadores portugueses devia ser encorajada a passar uma licença para investigação (de seis a doze meses) numa reputada universidade fora de Portugal. Na ausência de decisões rigorosas de nomeação definitiva e promoção, poderá haver uma grande mediocridade no sistema educativo português nos próximos 30 ou 40 anos. Deve ainda ser referido que as práticas correntes que encorajam os favorecimentos impossibilitam alunos talentosos, presentemente a trabalhar no seu doutoramento no estrangeiro, de conseguir um lugar numa universidade portuguesa! *A continuação deste costume tornar-se-á, infelizmente, uma prova viva do axioma "a mediocridade gera mediocridade"*⁷.

MELHORAR A COLABORAÇÃO UNIVERSIDADE-INDÚSTRIA

De momento, existe uma interacção mínima entre a universidade e a indústria portuguesa. Uma cooperação mais estreita seria benéfica para ambas as partes. O benefício potencial seria o de aumentar a capacidade de alta tecnologia da indústria portuguesa, melhorar a produtividade através da tecnologia e expandir a quota no mercado internacional de produtos e serviços portugueses.

Claramente, a cooperação as universidades e a indústria centra-se no fluxo de pessoas e de ideias. Presentemente, os alunos universitários não são expostos às práticas e necessidades industriais antes da licenciatura. As mudanças sugeridas ao calendário académico permitirão a esses alunos obter empregos de Verão na indústria, invertendo a situação actual. Talvez alguns professores queiram também trabalhar na indústria durante o Verão. Esta exposição às necessidades da indústria pode ser muito positiva para os professores e para os alunos, ao formular mais tarde projectos de investigação.

A Fig. 2 resume a natureza das interacções desejadas. Para elas serem eficazes tem de haver um fluxo bidireccional de pessoas e ideias. Algumas dessas ideias são discutidas a seguir.

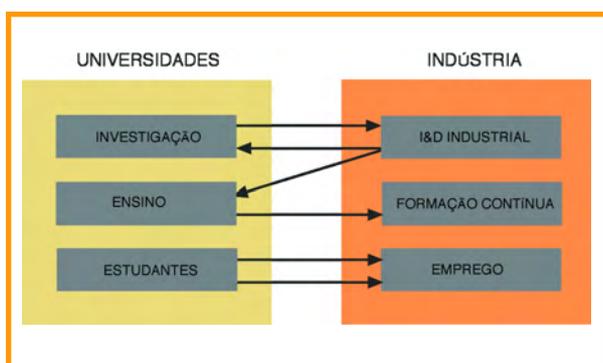


Fig.2. Uma melhor cooperação entre as universidades e a indústria produzirá benefícios financeiros para a economia nacional.

Além da vantagem dos empregos de Verão, as necessidades da indústria são, geralmente, de duas ordens: de curto-prazo e de longo-prazo. Geralmente, a indústria requer a infusão rápida de conhecimentos tecnológicos e de engenharia no desenvolvimento de produtos ou serviços. Estas necessidades a curto-prazo são satisfeitas de forma mais adequada contratando um professor como consultor. Ao permitir-se, como foi sugerido, a

consultadoria por parte de professores, uma vez por semana, muitas necessidades industriais seriam satisfeitas. O professor deve informar o seu departamento sobre tais consultorias (para evitar conflitos de interesses) mas a universidade não deve interferir nos acordos financeiros. Contratos a longo-prazo de investigação e desenvolvimento (I&D) podem também beneficiar certas indústrias. Obviamente, nem todas as necessidades da indústria são adequadas à investigação académica, especialmente a uma tese de doutoramento. Esses contratos da indústria para as universidades devem ser definidos e executados com o maior cuidado. As empresas devem ser sensíveis às exigências de longo-prazo, especialmente se elas fizerem parte de uma tese de doutoramento. Além disso, devem ser estabelecidos procedimentos administrativos adequados para que se alcance um equilíbrio entre a publicação aberta de resultados da investigação e as informações confidenciais da empresa. Apesar destas eventuais dificuldades, os contratos industriais com as universidades podem gerar benefícios mútuos. *Se houver incentivos fiscais de I&D à empresa, seguramente que estes esforços colaborativos de I&D se tornarão mais comuns e produtivos.*

As universidades deviam ainda encorajar os peritos industriais a ensinar, num sistema de *part-time*, uma disciplina ou um seminário na universidade. Os docentes de engenharia não costumam ter conhecimentos programáticos quando ensinam disciplinas orientadas para o *design* ou considerações económicas e análises de custos e lucros; geralmente, esses temas não são simplesmente ensinados. "Professores adjuntos" da indústria em tempo parcial podem preencher essas necessidades académicas, contribuindo para o melhor equilíbrio entre a teoria e a prática na ensino das engenharias.

As rápidas mudanças tecnológicas requerem que os engenheiros e os cientistas activos adoptem um processo de formação contínua, para se manterem produtivos e competitivos. *É responsabilidade da universidade fornecer mecanismos dirigidos às necessidades de formação contínua dos engenheiros e tecnólogos.* Tal pode ser conseguido organizando cursos intensivos, que vão de seminários de um ou dois dias a disciplinas de uma ou duas semanas, durante o Verão, para pessoas da indústria. Essa instrução deverá ser paga, sendo os lucros divididos entre os professores e a universidade.

Recapitulando: as mudanças sugeridas no calendário escolar, libertando o Verão para empregos de alunos e docentes, a liberalização de privilégios de consultoria e o encorajamento de contratos apropriados entre a indústria

da alta tecnologia e as universidades irão melhorar a muito necessária colaboração entre as universidades portuguesas e a indústria. Irão resultar, também, em grandes benefícios financeiros a nível nacional.

COMENTÁRIOS FINAIS

Em Portugal, tem havido melhorias consideráveis no ensino e investigação universitários nos últimos 25 anos. No entanto, aqueles que tomam decisões têm de tomar consciência de que, durante aquele período, se desenvolveram práticas perigosas (frequentemente, sob o disfarce de liberdade académica) que, a menos que sejam alteradas, comprometerão seriamente o futuro da qualidade do ensino tecnológico em Portugal e inibirão os melhores esforços dos investigadores produtivos.

Baseado em conversas com colegas portugueses, estou convencido de que a maioria dos educadores e investigadores responsáveis apoia o "espírito" das minhas sugestões e concorda com a necessidade de uma reforma urgente. Os alunos beneficiarão de um ensino tecnológico mais ordenado e equilibrado e menos frenético. Os opositores serão os "ditadores académicos", professores mais velhos e administradores com medo de perderem o seu poder e expor a sua mediocridade como professores e investigadores com a alteração do actual *status quo*. Provavelmente, os sindicatos opor-se-ão, já que eu não defendo a "igualdade de todos". Alguns dirão que as mudanças sugeridas não estão de acordo com a "tradição". Esses devem ser lembrados que "tradições medíocres" não devem ser a imagem de marca de uma sociedade que pretende progredir!

Espero que o governo português, especialmente os Ministros da Educação e da Ciência e Tecnologia, tomem a iniciativa de formar um "painel de luxo", com uma representação ampla e abrangente, para discutir as reformas necessárias e fazer recomendações específicas para mudar as leis que hoje se aplicam. É imperativo que este painel não seja dominado pelos actuais gestores universitários; deve incluir, antes, membros mais novos e alunos de pós-graduação com reconhecidas qualificações no ensino e na investigação. O painel deve também incluir conhecidos professores portugueses a trabalhar no estrangeiro.

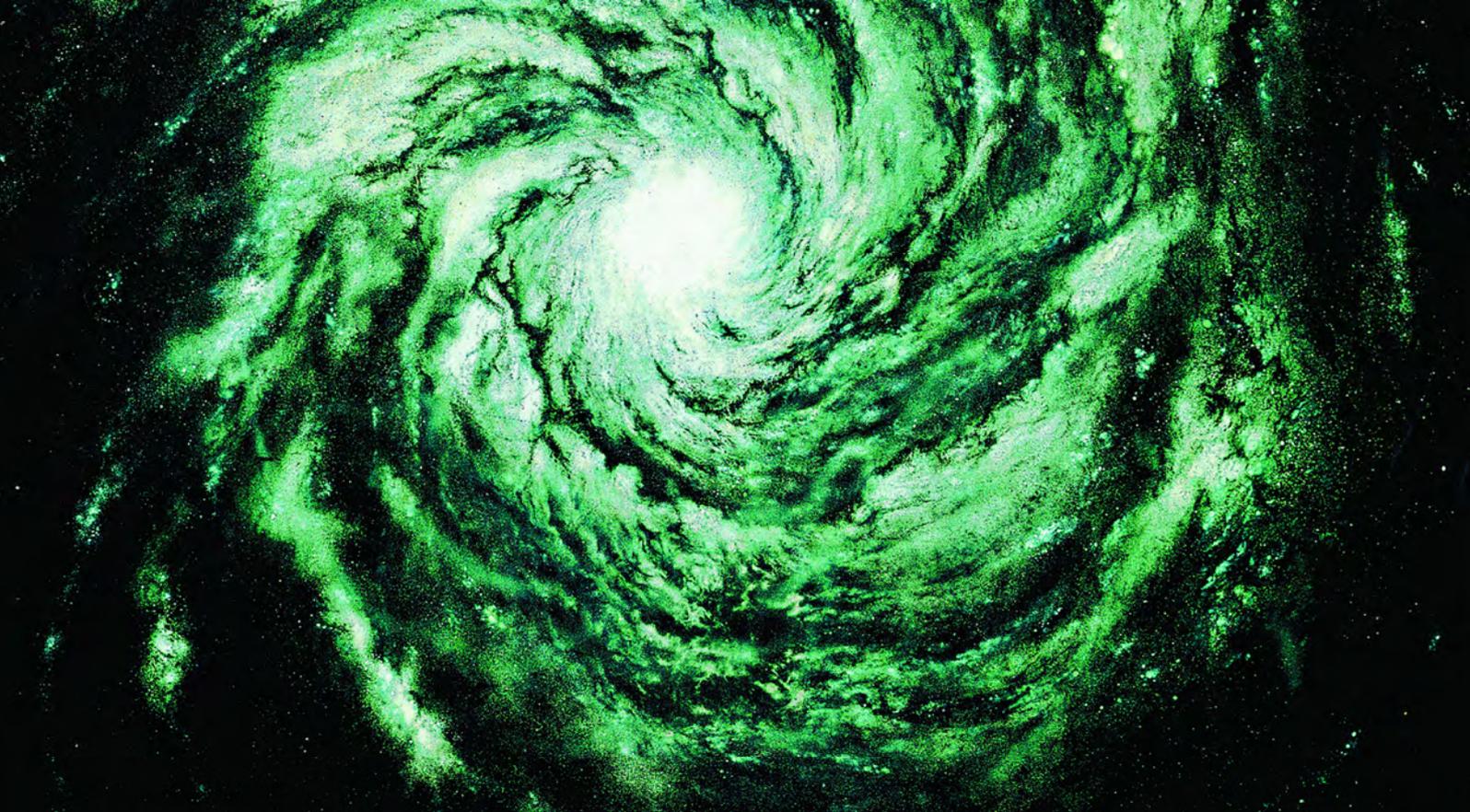
Finalmente, o painel deve solicitar opiniões e conselhos de outros educadores, investigadores e administradores reconhecidos, tanto europeus como americanos.

Nada é pior do que uma mente fértil desperdiçada!

(Tradução de Florbela Meireles, com revisão de Carlos Fiolhais e Carlos Pessoa. O texto original foi ligeiramente editado; mantiveram-se no entanto referências a estruturas do governo que entretanto foi substituído).

NOTAS

1. Em 11 de Abril 2000 no Instituto Superior Técnico, em 25 de Janeiro na Universidade do Porto e em 9 de Abril de 2001 no Forum na Universidade do Algarve. Encontram-se cópias dos meus slides em <http://isr.ist.utl.pt/~jpc/portresuniv/>
2. Um exemplo é a prática comum de "disciplinas laboratoriais" sem *hardware*, onde os problemas são resolvidos pelo instrutor. Isto representa, na minha opinião, uma perda de tempo, um mecanismo de aprendizagem inferior, e é representativo de uma mentalidade de "papinha feita". Os alunos portugueses merecem melhor.
3. Estas actividades foram introduzidos no MIT nos anos 70 e depressa foram copiadas pelas maiores universidades de investigação dos Estados Unidos. Os alunos do MIT referem a experiência no projecto como um dos mais importantes aspectos da sua educação universitária!
4. Soube que, no Departamento de EEC do IST, foi negada a nomeação definitiva a apenas um docente, nos últimos 15 anos!
5. Estas comissões de visitantes são diferentes das que fazem a acreditação dos currículos.
6. A prova da eficácia destas comissões exteriores reside no facto dos administradores dos centros de investigação pior classificados se queixarem de que os membros das comissões são "influenciados".
7. Infelizmente, alguns "ditadores académicos" encorajam a contratação dos seus alunos medíocres e utilizam a sua influência como um meio de esconder a sua incompetência académica e as suas inferiores capacidades de investigação.



POTÊNCIAS de DEZ o mundo às várias escalas

Exposição

Estendida até 30 de Junho

Galeria de Exposições Temporárias da Sede



FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN



Na segunda metade do século XIX, com relevância especial para as três últimas décadas, assistiu-se a uma explosão fulgurante de aplicações técnicas da ciência, particularmente da Física, mas também da Química. Pode caracterizar-se esta fase como uma "segunda revolução industrial", em seguimento da revolução baseada na máquina a vapor. É a era da tecnologia da electricidade a iluminar as casas e as ruas, a substituir a força dos motores a vapor, a invadir os transportes públicos, a dar origem às comunicações "instantâneas", com o telefone, a telegrafia sem fios, etc.

A FÍSICA NO FIM D

As mudanças de século são sempre acompanhadas de reflexões, de análises retrospectivas e prospectivas e até, por vezes, de leituras de cariz místico ou ocultista acerca da evolução dos acontecimentos. Também na ciência se verifica essa tendência para a reflexão através de análises da sua evolução. Lucien Poincaré ¹, autor de textos de Física e Inspector Geral da Instrução Pública de França, na sua obra "*La Physique Moderne: son évolution*" ², publicada em 1906, diz:

Ouve-se vulgarmente repetir que a Física, particularmente, sofreu nos últimos anos uma verdadeira revolução, que todos os princípios foram renovados, que todos os edifícios construídos pelos nossos pais foram derrubados e que, sobre o campo assim tornado livre, cresceu a colheita mais abundante que jamais veio enriquecer o domínio da ciência.

Mais adiante Poincaré procura temperar algum exagero daquelas vozes, compreensível aliás, afirmando:

Olhando-se de perto, apercebemo-nos que os nossos antepassados teriam podido também, em diversos períodos da história, conceber, tão legitimamente como nós, sentimentos de orgulho científico análogos aos nossos e experimentarem também a sensação de que o mundo lhes iria aparecer transformado em aspectos até então absolutamente desconhecidos.

Toma então como exemplo o que se tinha passado cem anos antes, isto é, na transição do século XVIII para o XIX. Imagina um observador inteligente e atento que assiste em 1800 à descoberta da pilha de Volta e, em consequência dessa descoberta e por ter sido educado nas

MANUEL FERNANDES THOMAZ

Departamento de Física e Centro de Estudos de História e

Filosofia da Ciência e da Técnica

Universidade de Aveiro

mftomaz@fis.ua.pt

O SÉCULO XIX

ideias de Coulomb e de Franklin, presente que aquele dispositivo inteiramente original vai fazer nascer aplicações de interesse primordial e provocar a eclosão de teorias de um alcance filosófico imenso.

Haüy³, contemporâneo da descoberta de Volta, apresentava isso mesmo e escrevia nessa altura:

A electricidade enriquecida pelos trabalhos de tantos físicos distintos parecia ter chegado ao termo em que uma ciência não tem já passos importantes a dar e não deixa aqueles que a cultivarão a seguir senão a esperança de confirmar as descobertas dos seus predecessores e de espalhar maior luz sobre as verdades reveladas.

(...) Enquanto a ciência parecia tender assim para o repouso, os fenómenos dos movimentos convulsivos observados por Galvani nos músculos duma rã em contacto com metais, vieram oferecer-se à atenção e espanto dos físicos.

(...) Volta, situado no seio dessa mesma Itália que tinha sido o berço dos novos conhecimentos, descobriu o princípio da sua verdadeira teoria, através de um facto que conduz a explicação de todos os fenómenos ao simples contacto de duas substâncias de natureza diferente, e esse facto tornou-se nas suas mãos como o germe do admirável aparelho, ao qual as propriedades e a fecundidade consignam um dos primeiros lugares entre aqueles com que o génio humano enriqueceu a Física.

O nosso observador atento assiste também à descoberta da decomposição da água por meio da pilha e à extracção de metais a partir de substâncias terrosas por Davy, usan-

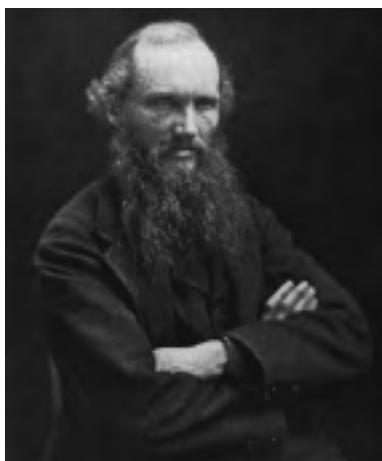
do a mesma pilha. Observa a recuperação por Young, em 1802, da teoria ondulatória da luz e, em 1808, a descoberta da polarização por Malus. Ouve falar de um certo Rumford que surge com a ideia de que a substância "calórico" não existe e que prova que o calor é criado pelo atrito. Presencia a edição dos volumes III e IV da "Mecânica Celeste" de Laplace (1804, 1805) e pensa que a Matemática vai permitir à Física um desenvolvimento e uma segurança imprevisíveis.

Mais ou menos pela mesma altura em que Poincaré escrevia o seu livro, realizava-se em St. Louis, nos Estados Unidos, por ocasião da Exposição Universal de 1904, o *Congress of Arts and Science*, cujas actas se desdobram por 8 volumes, sendo o quarto dedicado à Física, Química, Astronomia e Ciências da Terra. Em subtítulo de algumas das várias edições das actas, escreve: *Conferências universitárias internacionais proferidas pelos mais distintos representantes das mais importantes universidades do mundo*, o que traduz o espírito pretendido para o congresso. Numa das conferências da Secção de Ciências Físicas, Carl Barus procura descrever os progressos da Física no século XIX, percorrendo 33 subdomínios, desde a mecânica, passando pela termodinâmica, electricidade, magnetismo e óptica, até à radioactividade, teoria do electrão e outras áreas mais recentes, usando uma classificação por ele escolhida⁴. Reconhece que a tarefa é demasiado pesada para qualquer pessoa, mas diz ser seu objectivo *coligir os artigos mais importantes na história da física*, traduzindo a ideia de que, como ele diz, *a ciência ganharia se as investigações de importância decisiva fossem canonizadas por algum augusto tribunal, para beneficio da sociedade.*

USO GENERALIZADO DA MEDIÇÃO

Uma das evoluções de maiores consequências a que a Física do século XIX assistiu foi o uso generalizado da medição. É certo que ela foi preparada e iniciada no século anterior, mas neste quase não havia experimentação planeada, incluindo medições das grandezas físicas. Havia, sim, medição de grandezas com o fim de coligir dados sobre temperaturas, pressões, altitudes, latitudes e longitudes, posições dos astros, tempo, etc. Caracterizavam-se efemérides de fenómenos naturais. Experimentação, no sentido que hoje lhe é dado, quase não existia, mesmo em Física. Havia observação e descrição qualitativa de fenómenos físicos. Porém, em geral, a grande maioria dos fenómenos eram estudados e analisados qualitativamente, sem se efectuarem verdadeiras medidas.

No século XIX, começa-se a perceber que, para estabelecer relações entre as grandezas físicas e para verificar ou corrigir leis expressas por equações, é indispensável medir essas grandezas e fazê-lo com precisão cada vez maior. Para a física experimental chegar à física matemática (ou física teórica, como se diria hoje), é necessário medir tudo com a máxima precisão. O valor da medição pode traduzir-se pela afirmação de Lord Kelvin, ao dizer *que se se puder medir aquilo de que se fala e exprimi-lo por um número, sabe-se qualquer coisa a respeito do assunto, mas, se não se puder medir, se não se puder exprimi-lo em números, então os conhecimentos são pobres e pouco satisfatórios...*⁵.



Lord Kelvin, ou William Thomson, físico britânico co-autor da segunda lei da termodinâmica.

As medidas das grandezas físicas fundamentais e derivadas, assim como a fixação das constantes básicas da física, como, por exemplo, a constante de gravitação ou a velocidade da luz, conheceram os maiores progressos. Os instrumentos eram usados até aos limites das suas potencialidades e novos instrumentos eram projectados para aumentar a precisão das medições, independentemente de ter sido ou não explicitada qualquer base racional teórica que exigisse informação mais precisa.

O fim do século assiste à criação dos primeiros laboratórios nacionais, como os de Sèvres (1872), Berlim (1887), Londres (1900) e Washington (1901), reflexo da necessidade de cooperação em projectos de grupo, envolvendo cada vez mais cientistas⁶.

ENERGIA E ENTROPIA

Admitido como certo o princípio de conservação da massa estabelecido por Lavoisier no fim de século XVIII, foi-se ao longo do século XIX construindo a ideia da con-

servação da energia, enunciada em 1842 por Julius Robert von Mayer, a qual, sob a forma de princípio, entrou na termodinâmica pelos trabalhos de Helmholtz, Clausius e Lord Kelvin, entre outros. No fim do século, era geralmente aceite que a energia assume diferentes formas (mecânica, eléctrica, calorífica, química) capazes de se converterem umas nas outras, mas de modo que o seu valor quantitativo fique sempre o mesmo. A forma mais antiga, o trabalho, ficaria como referência.

A importância do conceito de energia foi ao ponto de se chegar a admitir que a matéria não existia na realidade e que a energia era suficiente para se ter uma compreensão completa do universo. A matéria não seria mais do que o conteúdo que enche a energia cinética; a sua impenetrabilidade seria a sua energia de volume; o seu peso a energia de posição; o próprio espaço só nos seria acessível através do gasto de energia necessário para o penetrar. Apesar de algumas tentativas de dispensar a noção de massa na física (Helmholtz), não foi possível construir um sistema inteiramente sólido que dela prescindisse. O princípio da entropia é também uma conquista do século XIX devida a Sadi Carnot e a Julius Clausius. *A entropia de um sistema termicamente isolado só pode crescer ou manter-se.* Esta regra comanda a evolução dos sistemas onde se pode definir entropia. Para os partidários das teorias cinéticas da matéria, Gibbs, Boltzmann e Planck, o princípio da entropia traduz-se pela tendência dos sistemas evoluírem para a configuração de máxima probabilidade. A entropia passa mesmo a ser o logaritmo dessa probabilidade.

As concepções sobre a constituição e comportamento da matéria, designadamente dos gases, líquidos e sólidos em função da temperatura e da pressão, mudaram muito com o suporte teórico da mecânica analítica e o desenvolvimento da hidrodinâmica e da elasticidade, tendo como pano de fundo as novas concepções corpusculares que se corporizavam na teoria cinética dos gases e suas extensões aos outros estados e respectivas mudanças. As interpretações e teorias acerca da difusão, escoamento de fluidos, viscosidade, hidrodinâmica, acústica, elasticidade são aquelas que ainda hoje constituem parte integrante de uma sólida formação em Física.

OMNIPRESENÇA DO ÉTER

Outra faceta característica da Física do século XIX é a omnipresença da noção de éter⁷ (inicialmente, vários éteres), especialmente a partir de Fresnel, e do triunfo da

teoria ondulatória da luz, que veio destronar a teoria da emissão corpuscular de Newton. Tratava-se do chamado éter luminoso, ou luminífero, um meio menos fundamental do que o éter proposto por Descartes. Este concebia-o como o receptáculo da energia universal, que permitia explicar os fenómenos físicos que as propriedades da matéria não conseguiam explicar.

Eram as vibrações do éter que explicavam a natureza da luz e os fenómenos luminosos. O físico-matemático Lamé afirma, depois de Fresnel:

A existência do fluido etéreo está incontestavelmente demonstrada pela propagação da luz nos espaços planetários, pela explicação tão simples, tão completa dos fenómenos da difracção na teoria das ondas.

E acrescenta:

As leis da dupla refracção provam, não com menos certeza, que o éter existe em todos os meios diáfanos.

O éter deixa de ser uma hipótese para, de algum modo, se tornar uma realidade tangível. Era invocado como necessidade intelectual, pois as forças só podiam explicar-se por meio de pressões exercidas entre partículas contíguas de um meio subjacente. No final do século, a ideia de éter estava firmemente estabelecida e tinha-se entretecido nas malhas da teoria do electromagnetismo ⁸.



Paul Langevin, físico francês autor do “paradoxo dos gémeos” da teoria da relatividade.

Paul Langevin ⁹, em conferência proferida no citado Congresso de St. Louis ¹⁰, faz uma excelente revisão do estado da Física no final do século e defende que a situação era então diferente do século anterior, já que *a ideia da electricidade, a última a ser descoberta, parece hoje dominar o todo, como o lugar de escolha em que o explorador*

sente que pode encontrar uma cidade antes de se aventurar em novos territórios. A tendência actual de dar às ideias electromagnéticas o lugar preponderante, continua o jovem Langevin, é justificada, como procurei mostrar, devido à solidez da dupla base em que assenta a ideia de electrão; por um lado, pelo conhecimento exacto do éter electromagnético que devemos a Faraday, Maxwell e Hertz, e, por outro, pela evidência experimental proveniente das recentes pesquisas sobre a estrutura granular da electricidade. (...) O éter é a sede de duas formas distintas de energia, a eléctrica e a magnética, capazes de transformação uma na outra, mas apenas através da matéria como intermediária, isto é, por meio dos centros electrizados que contém (...) É necessário, às duas formas precedentes de energia, adicionar a gravitação, que corresponde provavelmente a um terceiro modo de acção do éter, cuja ligação com as outras duas é ainda obscura (...) É o éter imóvel o meio electromagnético que serve de suporte aos eixos com respeito aos quais o princípio da inércia é aplicável...

A questão do movimento absoluto, ou seja, o movimento em relação ao éter, ou do éter em relação à matéria, é abordada por Larmor e por Lorentz, que deduzem a mudança de variáveis que preserva as equações do meio para um sistema em movimento, na forma exacta que possuem para um sistema em repouso. Os dois sistemas diferem porque o que se move está contraído em relação ao outro, na direcção do movimento, por um factor muito pequeno, proporcional ao quadrado do quociente da velocidade de movimento pela velocidade da luz. Diz Langevin: *Encontra-se assim uma explicação para os resultados negativos de experiências realizadas para mostrar o movimento absoluto da Terra, por Michelson e Morley, Lord Rayleigh, Brace, Trouton e Noble, se se admitir que todas as forças internas da matéria são de origem electromagnética e que a energia está inteiramente dividida entre os dois campos, eléctrico e magnético.*



Em 1883 Albert A. Michelson aceitou o lugar de professor de Física no Case School of Applied Science, em Cleveland, EUA, onde se dedicou ao desenvolvimento do seu interferómetro. Em 1887 com a colaboração de Edward Morley realizou os trabalhos de investigação hoje conhecidos por experiências de Michelson-Morley.

Subsiste porém o problema da gravitação, não obstante a diminuta intensidade desta acção em comparação com a electromagnética. Nas suas palavras: *A gravitação mantém-se obstinadamente à margem da síntese electromagnética.* No estado actual das coisas era *mais razoável considerar a gravitação como uma força distinta da acção electromagnética, que actua no interior dos electrões para lhes assegurar estabilidade, sem ser possível imaginar de que maneira poderemos obter um conhecimento mais profundo do éter e dos electrões que contém.*

Compatibilizar a teoria electromagnética com a ideia recente do electrão, ou seja, dar corpo a uma teoria dos electrões, é tarefa a que Langevin lança mãos no seu artigo, tratando a radiação resultante do movimento acelerado do electrão, a sua inércia electromagnética em função da velocidade, a sua massa transversal e longitudinal, a estabilidade eléctrica do electrão, requerendo uma acção que mantenha a sua unidade e impeça a sua carga de se dissipar por repulsão mútua dos elementos que o constituem, etc.

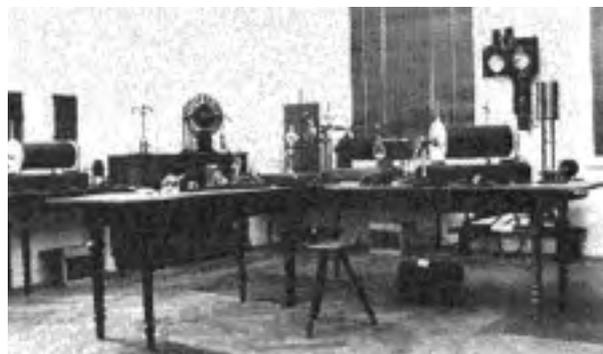
O ELECTRÃO E OS NOVOS RAIOS

A teoria do electrão tornar-se-ia crença e obrigação no início do século vinte. Nenhum fisico que desprezasse a fisica do electrão poderia estar em concordância com a disciplina ¹¹. A teoria do electrão não surge apenas como uma teoria fisica mas, principalmente em França, tem profundas implicações filosóficas. O electrão era uma estrutura do éter, um intermediário entre o éter e a matéria ponderável, um estado na evolução para a desmaterialização da matéria. *O electrão é o éter disfarçado, uma singularidade no oceano de éter que tudo permeia.*

O electrão constituía um elemento de uma filosofia anti-materialista e espiritualista, com algum cariz religioso, que estava em sintonia com o "fracasso da ciência", apreçoado por muitos, inclusivamente cientistas. Em oposição a esta corrente dominante, encontravam-se alguns físicos e químicos, como Mendeleev, Ramsay, Rydberg e outros que pretendiam trazer o electrão à categoria de elemento químico ¹².

Tal como a luz visível, também os raios X, descobertos por Röntgen em 1895, são considerados por Sir George G. Stokes como *devidos a uma sucessão de pulsações independentes do éter partindo dos pontos onde as moléculas projectadas pelo cátodo da ampola de Crookes, encontram o anti-cátodo. Essas pulsações não são vibrações contínuas como*

*as radiações espectrais; são isoladas, extremamente breves; são transversais como as ondas luminosas e a teoria mostra que se propagam com velocidade igual à da luz...*¹³.



O laboratório do Instituto de Física da Universidade de Würzburg, Alemanha, onde Roentgen estava a trabalhar com um tubo de Crookes quando descobriu os raios X.

A descoberta dos raios urânicos por Henri Becquerel em 1896, não obstante o conhecimento, desde 1867, de que impressionavam a chapa fotográfica, constitui o ponto de partida do estudo do fenómeno da radioactividade. Os nomes de Marie e Pierre Curie, Ernest Rutherford, Frederick Soddy, entre outros, são os mais invocados no estudo das radiações provenientes das substâncias radioactivas, bem como na dedução das leis que regem os fenómenos da radioactividade. A conservação da massa parecia ser posta em causa pela radioactividade. Falava-se ainda de violação do princípio de conservação da energia, considerado justamente a maior conquista do pensamento da época.

A origem da energia que se manifestava nas partículas emitidas espontaneamente pelos corpos radioactivos era pois uma questão da maior importância. Rutherford e Soddy propõem uma explicação satisfatória da desintegração radioactiva pelo mecanismo das pequenas explosões dos átomos radioactivos que, em consequência, emitem uma ou mais partículas (, ou):

*A energia radiada é obtida, segundo esta perspectiva, à custa da energia interna dos próprios átomos radioactivos. Não contradiz o princípio de conservação da energia, pois se supõe que a energia interna dos produtos das transições, quando o processo chegar ao seu termo, diminuiu da quantidade de energia emitida durante as transições. Esta teoria supõe que existe uma grande reserva de energia nos átomos*¹⁴.

Ao contrário de muitos domínios da Física antes mencionados, o da radioactividade era manifestamente aquele que se apresentava com maior dinamismo. Em 1902,

Rutherford escrevia à mãe dizendo:

Estou ocupadíssimo a escrever artigos para publicar e a fazer trabalho novo. Tenho de andar para a frente, pois há sempre gente no meu encalço. Tenho de publicar o meu trabalho presente tão cedo quanto possível se me quero manter na corrida ¹⁵.



Após a morte trágica do marido, Marie Curie substituiu-o em 1906 como professor de Física Geral na Faculdade de Ciências na Sorbonne, tendo sido a primeira mulher a exercer este cargo. Também foi nomeada directora do Laboratório Curie no Instituto do Rádio da Universidade de Paris.



Ernest Rutherford no seu Laboratório na McGill University, no Canadá, 1903.

Entre os muitos tópicos que constituíam temas de discussão e que dominavam as reflexões dos físicos, são de referir ainda a teoria da radiação térmica e a interpretação dos espectros de riscas. O estudo da radiação térmica, ou radiação do corpo negro, tinha conhecido um grande progresso com o aperfeiçoamento da termopilha e, mais tarde, do bolómetro. A identidade desta radiação com a luz ficou estabelecida e o estudo do espectro da radiação térmica atingira, com os Becquerel (Edmond e Henri), Kirchhoff, Stefan e Boltzmann, o estado quase definitivo. A explicação definitiva seria dada por Planck em 1900. Surpreendentemente, os trabalhos de Planck, decisivos para explicar os espectros da radiação térmica, não são sequer mencionados na literatura de revisão da época. Nem o exaustivo trabalho de Carl Barus do Congresso de St. Louis (1904)¹⁶, nem a obra já citada de L. Poincaré (1906), fazem qualquer referência a essa contribuição de Planck, não obstante os seus trabalhos sobre potenciais termodinâmicos serem citados no respectivo contexto.

CIÊNCIA, FILOSOFIA E SOCIEDADE

Uma das facetas da ciência no início da última década do século XIX é que se nota uma tendência a retomar um conjunto de questões filosóficas acerca da sua natureza e do seu sentido. As novas ideias sobre a constituição da matéria e o papel enquadrador da mecânica em relação a toda a Física eram então abordadas por alguns autores com preocupações filosóficas.

Porém, a última década do século foi de tal modo fértil em novas descobertas que a sensação de fim de percurso manifestada por alguns físicos se desvaneceu dando lugar a um fervilhar de novas hipóteses e teorias explicativas dos novos fenómenos encontrados. A descoberta dos raios X, com o seu potencial de aplicações de interesse directo para o homem, do electrão e da radioactividade vieram colocar os desafios que estimularam os físicos a abrir os novos caminhos que se impunham.

Na segunda metade do século XIX, com relevância especial para as três últimas décadas, assistiu-se a uma explosão fulgurante de aplicações técnicas da ciência, particularmente da Física, mas também da Química. Pode caracterizar-se esta fase como uma "segunda revolução industrial", em seguimento da revolução baseada na máquina a vapor. É a era da tecnologia da electricidade a iluminar as casas e as ruas, a substituir a força dos motores a vapor, a invadir os transportes públicos, a dar origem às comunicações "instantâneas", com o telefone, a telegrafia sem fios, etc.

É certo que essas realizações, que traduziam um futuro promissor, eram divulgadas ao nível das grandes exposições industriais e demonstrações públicas. Por muito pouco plausível que pareça, não se pode demonstrar que *a física por volta de 1900 devesse o seu estado de exaltação às realizações práticas(...)*. *O prestígio da física (...) está mais claramente ligado com o atractivo intelectual por aquilo que é mais fundamental e básico...*¹⁷. Por outro lado, *a importância prática e proeminência da química era, indubitavelmente, mais evidente, pelo menos ao nível do reconhecimento público de vários produtos e processos*.

Também no que respeita às implicações éticas da ciência, os grandes debates que ocorreram no final do século XIX estiveram centrados nas aplicações da Química e, quando se falava no fracasso da ciência, era o exemplo da Química que servia de mote. Os orçamentos da ciência, com as suas componentes de promoção da máquina de guerra (novos explosivos e armas mais eficazes), por um lado, e a situação por vezes miserável em que viviam grandes sectores das populações, por outro, não puderam deixar de alertar a consciência social de muitos e trazer para a praça pública o debate sobre o controlo do desenvolvimento da ciência e das suas aplicações¹⁸.

Este debate de natureza ética e social, mas também de fundo filosófico e religioso, não deve ser separado do debate filosófico sobre a matéria e o éter, a matéria sendo a bandeira dos materialistas e advogados de uma "ciência-só-ciência", e o éter o símbolo do anti-materialismo e espiritualismo daqueles que transportavam para a interpretação da física a sua ânsia de uma ciência subordinada a uma filosofia de base espiritual com laivos de religioso. O papel social da ciência e o incumprimento das expectativas criadas despertaram uma consciência crítica que veio a tornar-se cada vez mais acutilante durante o século seguinte.

(Subtítulos, figuras e legendas da responsabilidade da redacção)

NOTAS

1. Lucien Poincaré (1862-1920),irmão do mais célebre Raymond Poincaré (Presidente da República Francesa) e primo do famoso matemático e físico Jules Henri Poincaré, foi autor de textos de física,professor do Liceu Louis Le Grand,da Escola Normal de Sèvres,da Faculdade de Ciências de Paris e, mais tarde, Inspector Geral da Instrução Pública.
2. Lucien Poincaré, *La Physique Moderne – Son Évolution*, Flammarion, Paris,s.d.
3. René-Just Haüy (1743-1822),eminente mineralogista e físico francês,investigador e professor no Museu de História Natural de Paris,escreveu o *Traité de Minéralogie* (1801) e o *Traité Élémentaire de Physique* (1803).
4. Carl Barus,"The Progress of Physics in the Nineteenth Century", in *International Congress of Arts and Science*, Ed.H.J.Rogers,Vol.IV, The Riverside Press,Cambridge, 1906,pg.29-65.
5. Citado em:L. Poincaré, *ob. cit.*
6. Erwin N.Hiebert,"The State of Physics at the Turn of the Century",in *Rutherford and Physics at the Turn of the Century*,Ed. Mario Bunge and William R.Shea,Dawson and Science History Publications,New York,1979.
7. E.Hiebert,*ob. cit.*,pg.13,14.
8. E.Hiebert, *ob. cit.*,pg.13,14.
9. Paul Langevin visitou Coimbra em 1929,a convite de Mário Silva.Nesta visita proferiu uma conferência sobre a teoria da relatividade.
10. P.Langevin,"The Relations of Physics of Electrons to Other Branches of Science", in *International Congress of Arts and Science*, Ed.H.J.Rogers,Vol.IV,The Riverside Press, Cambridge, 1906,pg.121.
11. E.Hiebert, *ob. cit.*,pg.13,14.
12. Sobre este aspecto, veja-se o excelente artigo de Helge Kragh: "The New Rays and the Failed Anti-Materialistic Revolution",em *The Emergence of Modern Physics*, Eds. D. Hoffmann, F. Bevilacqua and R.H.Stuewer, Università degli Studi di Pavia, Pavia,1996.
13. L. Poincaré, *ob. cit.*,pg.188,189.
14. Ernest Rutherford,"Present Problems of Radioactivity", in *International Congress of Arts and Science*, Ed.H.J. Rogers,Vol.IV, The Riverside Press,Cambridge, 1906,pg.157.
15. E.Hiebert, *ob. cit.*,pg.3.
16. Carl Barus, *ob. cit.*,pg.29.
17. E.Hiebert, *ob. cit.*,pg. 6
18. Pierre Thuillier, "Un débat fin de siècle:la faillite de la science", *La Recherche* 22,950-957,1991.

FÍSICA 2002

Évora, 6 /10 de Setembro de 2002

13ª Conferência Nacional de Física
[A Física tal qual se faz no dealbar do séc. XXI]

12º Encontro Ibérico para o Ensino da Física
[Ensinar a aprender, ensinar a fazer]

Áreas Temáticas (comunicações e posters)

Astronomia e Cosmologia

Física de Partículas

Ensino da Física

Física dos Plasmas

Física Atómica e Molecular

Física da Terra e Ambiente

Física Computacional

Física Tecnológica / Materiais

Física Médica e Biofísica

História e Filosofia da Ciência

Física da Matéria Condensada

Instrumentação / Técnicas de Medida

Física Nuclear

Óptica e Optoelectrónica



Está tudo por fazer em Portugal no domínio da Física Médica. Esta é a conclusão mais brutal que pode ser extraída da leitura do relatório produzido por um grupo de trabalho criado pela Sociedade Portuguesa de Física para estudar a situação. Maria do Carmo Lopes, física e investigadora do Centro Regional de Oncologia de Coimbra que desde há 10 anos vem trabalhando neste sector, assume essa perspectiva na entrevista que concedeu à "Gazeta de Física" e explica porquê.

Para quem conhece bem o terreno que pisa, os resultados de um inquérito às unidades hospitalares feito pelo grupo de trabalho não surpreendem e, pelo contrário, confirmam preto no branco o que já sabia. Carmo Lopes não hesita em afirmar: em Portugal, a Física Médica vive completamente à revelia da Física Médica na Europa, de cujo estatuto está cada vez mais afastada.

Maria do Carmo Lopes, física no Centro Regional de

"A SITUAÇÃO DA FÍSICA É DRAMÁTICA"

Gazeta de Física — Quando se fala de Física Médica, de que estamos rigorosamente a falar?

Maria do Carmo Lopes — É a área que envolve a compreensão, definição e resolução dos problemas que se colocam na Medicina, mas que têm o seu fundamento na Física. Estamos a falar da área de radiodiagnóstico, da radioterapia e da medicina nuclear. Ou seja, do lado da Física Médica estão as aplicações em segurança das radiações ionizantes, que têm tradição mais profunda, e também das radiações não ionizantes. Há ainda a considerar a grande área da radioproteção, infelizmente muito esquecida no nosso país.

P. — Quem é que se movimenta nessa área?

R. — Por definição, é uma área multidisciplinar, onde trabalham engenheiros, informáticos, físicos, médicos, técnicos... Os problemas começam logo aqui, pois não há, em Portugal, muita tradição de trabalhar em equipas num plano de igualdade.

P. — O grupo de trabalho sobre Física Médica criado pela Sociedade Portuguesa de Física (SPF) reflecte essa multidisciplinaridade?

R. — Não. O grupo surgiu dentro da SPF, sendo formado por físicos. É nisso que reside o interesse da iniciativa — uma sociedade científica reconhece que esta área deve ter maior expressão social e promove a criação de uma equipa para a estudar.

Oncologia de Coimbra

MÉDICA EM PORTUGAL



P. — Em que circunstâncias surgiu o grupo de trabalho e que conclusões retira da sua participação como coordenadora?

R. — Quem assumiu que eu era coordenadora foi o presidente da SPF, Prof. José Urbano. De facto, nós trabalhamos sempre em equipa e o meu papel foi sobretudo o de reunir os documentos e "espicaçar" as pessoas a darem os seus contributos para o relatório final produzido. Queria realçar que o documento que elaborámos reflecte um permanente trabalho colectivo.

Tudo começou por ocasião da última Conferência Nacional de Física, em 2000, na Figueira da Foz. Constituiu-se este grupo, cujo mandato era fazer o mapa da situação da Física Médica em Portugal...

P. — Isso significa que este é o primeiro estudo alguma vez realizado entre nós para tentar conhecer o que existe neste domínio?

R. — Penso que sim. A Física Médica é uma realidade muito bem definida a nível europeu e mundial. A evolução da Medicina ao nível dos meios de diagnóstico e de terapia foi feita – desde os finais do século XIX, com a descoberta dos raios X, e ao longo de todo o século XX –, com base nos conceitos da Física. Há pelo menos 50 anos que a disciplina está muito bem definida na Europa, o que não acontece em Portugal.

P. — Qual é o panorama nacional?

R. — Estamos completamente à revelia da evolução da Europa. A Física Médica, em Portugal, é um domínio

praticamente inexistente. E, como não há tradição de considerar os físicos como parceiros e profissionais da saúde, tal como os médicos, quando se fala, por exemplo, em legislação ou na mera criação de um grupo de trabalho para estudar a transposição das directivas comunitárias, ninguém pensa que a presença dos físicos é indispensável.

P. — Qual foi o percurso realizado?

R. — O que nos pareceu mais interessante foi elaborar um inquérito, que foi distribuído ao maior número de hospitais possível – restringimo-nos aos hospitais públicos, em número de 90, tendo recebido 32 respostas válidas.

O nosso objectivo era duplo: saber, por um lado, quantos físicos existem a trabalhar e onde, e, por outro lado, qual o equipamento instalado. O passo seguinte era cruzar essa informação com as disposições das recomendações europeias, fazendo rácios do equipamento instalado, do número de doentes tratados e do número de físicos existentes, assim como das necessidades.

P. — A percentagem de respostas permite que se fale de uma amostra representativa da situação?

R. — Temos um conhecimento pleno de todos os hospitais que dispõem de radioterapia. Ao nível da medicina nuclear, a amostragem é razoável no que se refere aos hospitais públicos com essa valência, mas é preciso não esquecer que existem muitas unidades privadas. Quanto ao radiodiagnóstico, o número de respostas não é significativo, pois todos os hospitais dispõem de pelo menos uma unidade de raios X.

P. — A realidade que encontraram apresentou surpresas?

R. — Não. No fundo, foi uma constatação do que já conhecíamos, mas é a base objectiva das situações que confere credibilidade às análises e aos retratos. Confirmámos que a situação da Física Médica em Portugal é dramática. Peguemos no exemplo do radiodiagnóstico que, como se sabe, não se cinge, actualmente, à radiologia convencional, mas remete para toda a evolução da imagiologia nas últimas décadas. A facilidade com que se prescrevem e executam hoje estes exames não tem paralelo num apoio que permita a compreensão de, por exemplo, que níveis de dose os doentes estão a levar quando fazem um determinado exame. Acontece que a preocupação subjacente às directivas comunitárias é a protecção do doente, a quem tem de ser garantida uma boa prática. Será preciso acrescentar mais alguma coisa depois de lhe dizer que, em todo o país, existe um só físico a trabalhar em radiologia?...

Em radioterapia, onde a presença dos físicos é imprescindível – sob pena de não se saber como calcular as doses que podem curar – o panorama é este: existem seis hospitais onde se tratam 11 mil doentes por ano, tendo havido um esforço de reequipamento dos hospitais. O drama é que pode ser fácil obter nalgum programa um financiamento de um milhão de contos para um departamento de radioterapia, mas depois não há a mesma preocupação com os recursos humanos. Estes têm que incluir os físicos que, como já disse, são imprescindíveis. Acontece que, geralmente, são contratados recém-licenciados com vínculo precário. Por muito boa vontade que tenham em desenvolver trabalho com um equipamento de última geração, de certeza que nunca tiram todo o partido das suas potencialidades, porque a formação em Física Médica requer um *background* de conhecimentos que não é fornecido por um curso de Física só por si. Ou seja, não havendo formadores instalados, as pessoas são autodidactas que põem a funcionar os aparelhos com um mínimo de requisitos. Provavelmente, ninguém irá fiscalizar.

P. — Quais são as consequências de não estarem presentes físicos nos hospitais?

R. — O problema é distinto, consoante a área. Na área de radiodiagnóstico, por exemplo, o facto de não haver programas de controlo de qualidade instalados tem como consequência que nenhum médico em Portugal sabe qual é a dose que administra aos seus doentes quando faz uma exposição normal de diagnóstico. Ora, essa é uma das grandes preocupações na Europa, que tem produzido manuais de boas práticas para os diversos sectores.

Convém nunca esquecer que as radiações ionizantes são potencialmente perigosas para a saúde – são riscos que não têm um limiar –, havendo um aumento da probabilidade de indução de cancro por exposição, o que é particularmente dramático ao nível de pediatria.

No capítulo da radioterapia, ainda se tratam hoje os doentes com as mesmas curvas de rendimento em profundidade – que permitem expor a radiação que actue à profundidade pretendida – que eram próprias dos tratamentos com cobalto há 30 anos atrás! A característica actual da radioterapia é o seu carácter curativo, actuando com uma precisão elevada sobre os tumores, poupando, tanto quanto possível, os tecidos sãos.

Nesta situação, cabe ao médico prescrever a unidade de dose necessária a um dado tumor, mas é o físico quem conhece as características das máquinas produtoras de radiação e quem sabe como é que esta se vai depositar no corpo humano. A execução do tratamento obedece a um conjunto de regras que permite ao físico ter um controlo correcto do tratamento e da sua aplicação. Sem físicos,

ou com físicos sem uma base de formação sólida, um tratamento nunca terá a qualidade que a tecnologia actual potencia. No campo da medicina nuclear o cenário é muito semelhante.

P. — Foi contabilizada a quantidade de físicos necessários para que o sistema funcione?

R. — Fizemos o mapa da situação portuguesa e confrontámo-la com as recomendações europeias. Isso permitiu-nos chegar a números.

Na radioterapia, três quartos das pessoas estão em situação laboral precária. Há 27 unidades instaladas e o próprio Ministério da Saúde já reconheceu que eram poucas, estimando as necessidades em quase o dobro.

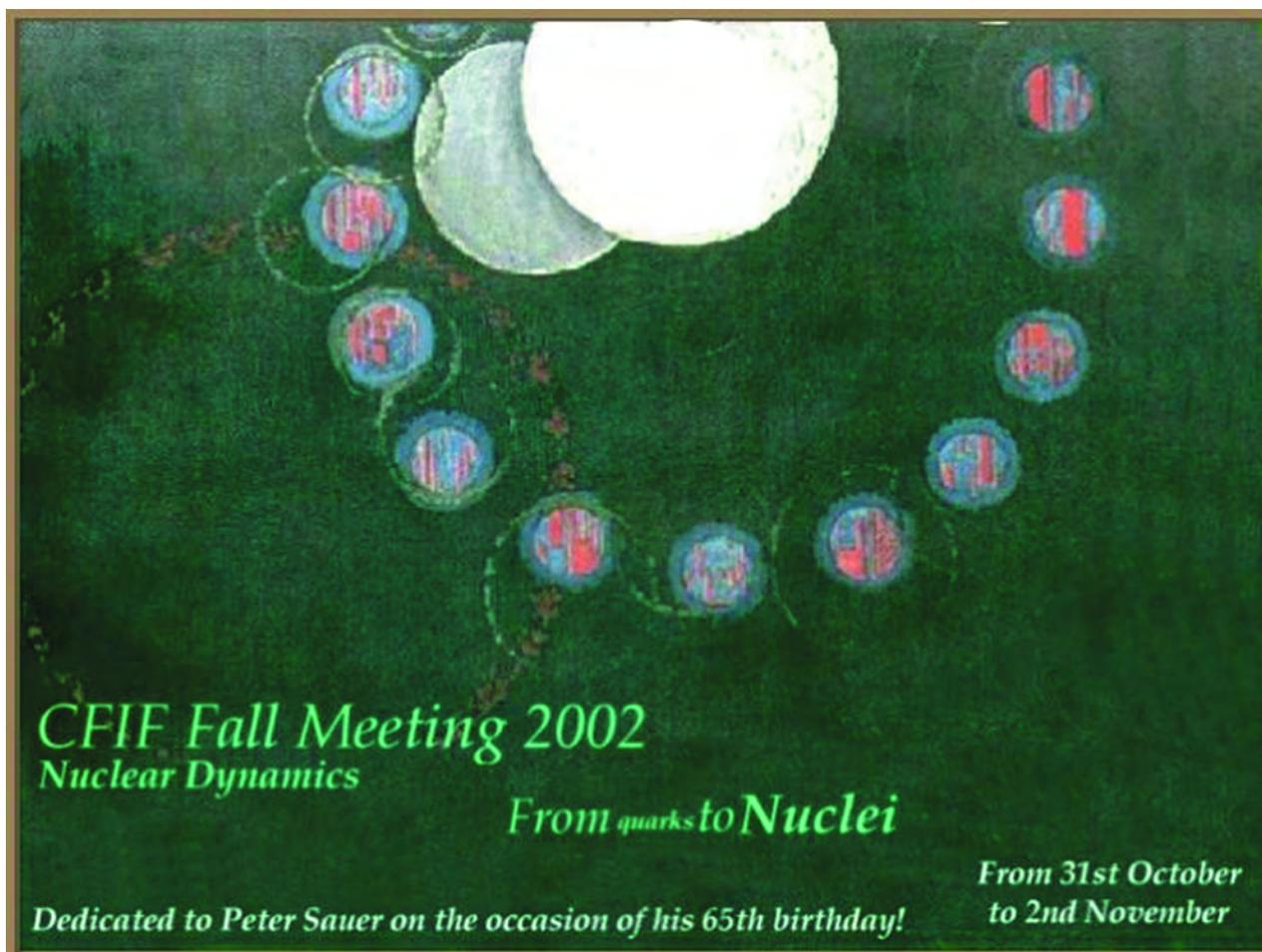
Em radiodiagnóstico, onde apenas encontramos um físico, pode dizer-se que faltam todos e estimámos esse número em cerca de três dezenas.

Para além dos recursos humanos necessários, a Física Médica deveria ter uma estrutura completamente dife-

rente. Na Europa, os hospitais têm departamentos de Física Médica que suprem todas as necessidades ao nível das diferentes áreas e, provavelmente, em Portugal ela deveria ser pensada com base numa estruturação racionalizada a nível regional.

P. — Face ao retrato que apresenta, o que é que o grupo de trabalho recomenda que se faça prioritariamente?

R. — A primeira grande batalha é a da formação. De que vale ter legislação, que até pode ser muito actualizada, se não tivermos físicos qualificados? Precisamos de físicos nessa área cuja qualificação corresponda ao quadro de formação, qualificação e certificação europeu.



Pedro Lynce é o novo Ministro da Ciência e Ensino Superior

IV Encontro de Estudantes de Física

Dinâmicas nucleares

Novos mundos em Física de Astropartículas

Optimização de geometria molecular

"Workshops" sobre matéria condensada e hadrões

Seminário sobre formação de professores

XX Encontro Juvenil de Ciência em Lisboa

1ª Escola de Astrofísica e Gravitação

Instituto Tecnológico e Nuclear

Difractómetro de dois eixos no ITN

ITN participa na experiência n-TOF...

... e no projecto PDS-XADS

"ITN está nas mãos dos seus jovens e criativos investigadores"

(Entrevista com José Carvalho Soares)

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

FÍSICA EM PORTUGAL

PEDRO LYNCE É O NOVO MINISTRO DA CIÊNCIA E ENSINO SUPERIOR

Pedro Lynce é o novo titular da Ciência e Tecnologia que, na estrutura do XV Governo Constitucional, agrega também o Ensino Superior. Sucede no cargo a José Mariano Gago, físico (e sócio da Sociedade Portuguesa de Física).

Pedro Lynce, 59 anos, é professor catedrático do Instituto Superior de Agronomia de Lisboa, tendo sido director-geral e Secretário de Estado do Ensino Superior entre 1992 e 1995, no governo dirigido por Cavaco Silva.

O novo ministério dispõe de uma Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia que tem como titular Manuel Fernandes Thomaz, 63 anos, que, recorde-se, é físico (e também sócio da Sociedade Portuguesa de Física, da qual foi Presidente), tendo-se recentemente jubilado de professor da Universidade de Aveiro. Fernandes Thomaz já tinha ocupado o mesmo lugar num governo de Cavaco Silva.

IV ENCONTRO DE ESTUDANTES DE FÍSICA

Cerca de 90 estudantes de Física, Engenharia Física, Física e Química (Ensino) de universidades de todo o país reuniram-se nos passados dias 22, 23 e 24 de Março na Universidade do Minho no IV Encontro Nacional de Estudantes de Física (ENEF).

Do programa da reunião destacam-se três palestras, um debate sobre o tema "Física e Sociedade" e várias comunicações apresentadas por alunos de

licenciatura, mestrado e doutoramento. Um júri composto por professores de várias universidades premiou os trabalhos "Buracos negros com carga electromagnética: curiosidades e utilidade", de Tiago Pereira (Instituto Superior Técnico) e "Deposição de filmes finos de SnO₂ dopados para aplicações em sensores de gases", de Hugo Pinto (Universidade do Minho).

JOÃO FERREIRA
jferreira@fisica_uminho.pt

DINÂMICAS NUCLEARES

Subordinado ao tema genérico "Dinâmicas nucleares: dos quarks aos núcleos", realiza-se entre 31 de Outubro e 2 de Novembro deste ano o já tradicional "workshop" do Centro de Física das Interações Fundamentais (CFIF, consultar <http://cfif.ist.utl.pt>) do Instituto Superior Técnico (IST). O encontro deste ano é dedicado ao Prof. Peter Sauer, da Universidade de Hannover, por ocasião do seu 65º aniversário.

Entre os temas em discussão destacam-se os referentes à estrutura nuclear microscópica com graus de liberdade sub-bariónicos; correntes electromagnéticas e reacções; e dinâmica relativista hamiltoniana e teorias de campo.

Já confirmaram a sua participação no encontro os seguintes oradores: G. Baym (Urbana-Champaign); S.A. Coon (NMSU e NSF); A.C. Fonseca (Lisboa); H. Garcilazo (Cidade do México); F. Gross (Jefferson Lab.); J.M. Laget (Saclay); T.-S. H. Lee (Argonne); L. Marcucci (Pisa); G. Miller (INT, Seattle); W. Plessas

(Graz); D. O. Riska (Helsínquia); R. Schiavilla (ODU e Jefferson Lab.); R. Timmermans (KVI); e A. Valcarce (Salamanca).

A comissão organizadora é composta por Teresa Pena (presidente, IST), Jiri Adam (Rez, Praga), Ana Eiró (Universidade de Lisboa) e Alfred Stadler (Universidade de Évora).

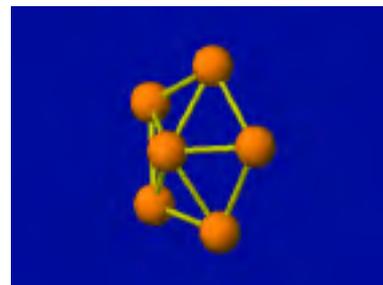
Para obter mais informações e esclarecimentos, contactar o secretariado do encontro através dos seguintes meios: telefone 21.841.90.92; fax 21.841.91.43; "e-mail" sandra@fif.ist.utl.pt ou <http://cfif.ist.utl.pt/lisbon2002>.

NOVOS MUNDOS EM FÍSICA DE ASTROPARTÍCULAS

Realiza-se de 5 a 7 de Setembro próximo na Universidade do Algarve, em Faro, o 4.º "workshop" Internacional sobre "Novos Mundos em Física de Astropartículas". Entre os membros do comité científico e organizador encontra-se o físico Pedro Gil Ferreira, professor na Universidade de Oxford, que, segundo dados recentemente anunciados, foi um dos 15 físicos mais citados no ano passado em todo o mundo. Para mais informações sobre o "workshop" ver <http://www.fct.ualg.pt/fct/fisica/centra/a2002.html>.

OPTIMIZAÇÃO DE GEOMETRIA MOLECULAR

Promovido pelo Centro Internacional de Matemática e contando com a colaboração do Centro de Física Computacional da Universidade de Coimbra, vai realizar-se em Coimbra de 1 a 3 de Julho próximo um "workshop" sobre "Optimização de Geometria Molecular". Para mais informações ver <http://cfc.fis.uc.pt/events/MGO2002/> ou contactar Fernando Nogueira (fnog@teor.fis.uc.pt).



"WORKSHOPS" SOBRE MATÉRIA CONDENSADA E HADRÕES

Vai realizar-se no Luso, de 2 a 7 de Setembro o "26º International Workshop on Condensed Matter Theories"

Vai também realizar-se em Coimbra, de 24 a 29 de Setembro, a "Second International Workshop on Hadron Physics: Effective Theories of Low Energy QCD". Os encontros são organizados pelo Centro de Física Teórica da Universidade de Coimbra, contando o primeiro com a colaboração do Centro de Física Computacional.

Informações: João da Providência (providencia@teor.fis.uc.pt).

SEMINÁRIO SOBRE FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Um debate sobre "O ensino da Física e a escolha de uma carreira tecnológica", moderado pelo Dr. Jorge Valadares, foi realizado no passado dia 10 de Abril na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa (FCTUNL, Monte da Caparica). Esta iniciativa inseriu-se num seminário, promovido pela mesma instituição, sobre "Acções de formação para professores de Física e Química", que reuniu cerca de 100 docentes do ensino secundário do centro e sul do país, docentes e alunos universitários. O encontro foi seguido de uma feira didáctica em que se procedeu à apresentação de cerca de 40 experiências cujo objectivo era estimular os alunos à aprendizagem da Física.

XX ENCONTRO JUVENIL DE CIÊNCIA EM LISBOA

Promovido pela Associação Juvenil de Ciência (AJC), decorre entre 2 e 14 de Setembro do corrente ano em Lisboa o XX Encontro Juvenil de Ciência. Esta iniciativa conta com os apoios da Fundação Calouste Gulbenkian, Instituto Português da Juventude e Câmara Municipal de Lisboa.

Promovida por jovens e destinada também a jovens, a reunião acolherá 100 participantes com idades compreendidas entre os 15 e os 22 anos. Para participar basta elaborar um trabalho de carácter científico sobre qualquer tema à escolha do interessado, com tratamento e extensão livres, e enviá-lo até 25 de Julho próximo para XX EJC – Associação Juvenil de Ciência (Rua dos Baldaques, n.º 17 S/C, 1900-083 Lisboa, tel. 21.816.25.07/08, ou "mail" xxejc@ajc.pt). Mais informações e esclarecimentos em <http://www.ajc.pt>.

1ª ESCOLA DE ASTROFÍSICA E GRAVITAÇÃO

Promovida pelo Centro de Astrofísica (CENTRA) do Instituto Superior Técnico (IST) de Lisboa, decorre entre 29 de Agosto e 3 de Setembro no campus do IST a 1ª Escola de Astrofísica e Gravitação de 2002. Apoiam financeiramente a iniciativa a Fundação para a Ciência e a Tecnologia, a Fundação Calouste Gulbenkian e o BPI.

O objectivo da Escola é formar e incentivar novos talentos, promovendo simultaneamente a actualização dos interessados nas áreas em causa. Por isso, a iniciativa é dirigida a alunos universitários na área de Ciências (Física, Matemática ou Biologia) e de Engenharia; professores de Física ou Matemática do 12.º ano do Ensino Secundário; e alunos do 12.º ano que frequentaram a disciplina de Física e obtiveram aproveitamento excelente em Física ou Matemática.

O número de participantes está limitado a 23, assim distribuídos: 13 alunos uni-

versitários; 7 professores do Secundário; 3 alunos do 12.º ano.

A lista dos participantes e outras informações de carácter geral sobre a iniciativa e seus promotores encontram-se em <http://centra.ist.utl.pt/EscolasdeVerao>.

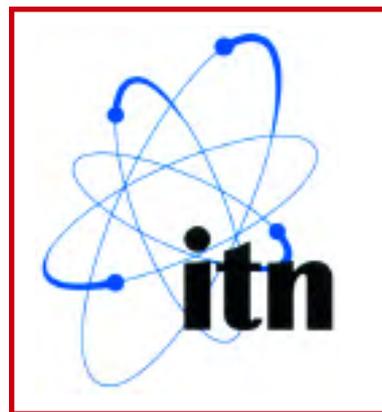
INSTITUTO TECNOLÓGICO E NUCLEAR

O Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN), reorganizado na base do Decreto-Lei n.º 324-A/94, de 30/12/94, e do Decreto Regulamentar n.º 32/95, de 30/11/95, completou seis anos em 31 de Dezembro de 2001 sob a égide do Ministério da Ciência e da Tecnologia como laboratório de Estado.

Foi alvo de avaliações internacionais e tem em funcionamento a Unidade de Acompanhamento, que se reuniu pela terceira vez de 6 a 8 de Março passado. O relatório de actividades de 2001 apresenta informações que introduzem e resumem o que é hoje o ITN em números. O leitor interessado poderá consultá-lo e extrair desses números conclusões sobre a situação deste laboratório.

Aconselha-se a releitura dos artigos dos investigadores Henrique Machado Jorge e António Sá Fonseca, publicados na "Gazeta de Física", Vol. 23, Fasc. 2 (2000), p.18 e Vol. 23, Fasc. 4 (2000), p. 43, bem como das publicações "O Reactor Português de Investigação no panorama científico e tecnológico nacional 1959-1999" e "Reactor Português de Investigação – 40 anos ao serviço da ciência e da tecnologia – Publicações 1961-2001", que podem ser solicitadas ao ITN.

O ITN está aberto à colaboração com as Universidades, com as diferentes Direcções Gerais (em particular, as da Saúde e Ambiente e Energia), e com os outros laboratórios de Estado nos domínios que lhe são específicos.



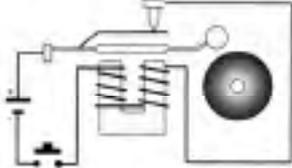




VIDROS E EQUIPAMENTOS, LDA.

Telefs.: 21 9588450/1/2/3/4 Telefax 351 21 9588455
Rua Soeiro Pereira Gomes; 15 - R/C Frente
BOM SUCESSO - 2615 ALVERCA
PORTUGAL

MATERIAL DIDÁCTICO



FÍSICA

DIFRACTÓMETRO DE DOIS EIXOS NO ITN

Está concluída a instalação de teste do difractómetro de dois eixos (DIDE) – o novo difractómetro de neutrões do Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN). O difractómetro destina-se à investigação de amostras policristalinas. O instrumento, que foi fruto de uma colaboração entre o ITN e o Laboratoire Léon-Brillouin (CEA/CNRS, Saclay, França), foi projectado para poder ser utilizado quer em estudos de cristalografia convencional quer na investigação de materiais magnéticos. No arranjo inicial do DIDE privilegiou-se a intensidade em detrimento da resolução.

O instrumento está instalado num tubo de feixe do Reactor Português de Investigação. O feixe de neutrões que o alimenta é extraído por um colimador equipado com um obturador rotativo. A divergência horizontal do feixe incidente no monocromador é de 30', mas divergências de 20' e de 15' são possíveis através da inclusão de colimadores. Antes de atingir o monocromador, e aproveitando a protecção que o envolve, os comprimentos de onda que constituiriam contaminação do feixe monocromático pretendido são removidos por filtro adequado. O DIDE está equipado com um monocromador que foca verticalmente o feixe, e cujo sistema de suporte permite incluir dois conjuntos distintos de cristais monocromadores. Na instalação inicial do DIDE apenas está disponível um conjunto de cristais de grafite pirolítica, prevendo-se a instalação futura de um conjunto de cristais mais adequado a estudos de cristalografia convencional. São possíveis ângulos de saída do monocromador $2\theta_M$ nas gamas 25°–65° e 85°–105°. A distância entre o monocromador e a amostra pode ser variada entre 1,4 m e 2,5 m, e a divergência horizontal do feixe incidente na amostra pode ser reduzida através da inclusão de colimadores. O difractómetro está equipado com um detector multifilar de BF3 com 800 canais que cobre uma gama angular de 80°. A gama de valores de $Q = 2\pi/d_{hkl}$ acessível com o *set-up* inicial do DIDE é $0,4 \text{ \AA}^{-1} - 5 \text{ \AA}^{-1}$.

Na zona da amostra o nível do fundo devido a neutrões epitérmicos e rápidos é baixo, não estando prevista a inclusão de filtros específicos. Por outro lado, as doses de radiação gama e de neutrões medidas na zona experimental mostraram ser compatíveis com valores de segurança.

O fluxo de neutrões de $2,5 \text{ \AA}$, medido na posição de uma amostra que dista 2 m do monocromador, é da ordem de 6×10^5 neutrões $\text{cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ em geometria de feixe aberto. Nessas condições, a largura a meia altura dos picos de Bragg recolhidos no detector é equivalente à obtida com um difractómetro de tempo de voo existente (o ETV) – $\sim 0,01$, sendo a intensidade cerca de três ordens de grandeza superior.

As Fig. 1 e 2 mostram o DIDE instalado e um espectro obtido a partir de um composto intermetálico ao fim de 15 minutos de aquisição.

Os resultados dos testes efectuados abrem excelentes perspectivas para trabalho futuro, embora seja necessário melhorar a filtragem de componentes do feixe monocromático e eliminar interferências electromagnéticas.

O difractómetro será em breve disponibilizado à comunidade científica.



Fig.1. Linha de feixe do DIDE e pormenor da protecção cilíndrica.

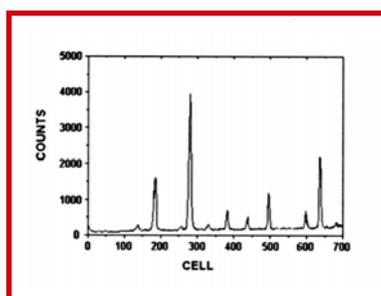


Fig.2. Espectro recolhido durante a fase de testes.

ITN PARTICIPA NA EXPERIÊNCIA N-TOF ...

Uma equipa de investigadores do Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN), em colaboração com físicos teóricos do Instituto Superior Técnico (IST), participa desde Julho de 2001 na experiência n-TOF no CERN (Laboratório Europeu de Física de Partículas), em Genebra.

Essa experiência visa a medição, com uma precisão sem precedentes, das secções eficazes de interacção de neutrões em diversos elementos e isótopos. A determinação destas secções eficazes é muito relevante para a investigação fundamental em Astrofísica (estudos de abundância isotópica) e em Física Nuclear (propriedades físicas do neutrão e compreensão dos mecanismos nucleares). Realce-se também a sua importância em diversas aplicações tecnológicas inovadoras relacionadas com a produção de energia e a transmutação de resíduos radioactivos produzidos em reactores nucleares, assim como em cálculos de dosimetria para aplicações em Física Médica (entre outras).

No espectrómetro TOF (*Time-of-Flight*) do CERN prótons de 20 GeV incidem sobre um alvo de chumbo produzindo por espalção um feixe de neutrões muito colimado. Um fluxo da ordem de 6×10^5 neutrões $\text{cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ incide numa amostra colocada a 185 m do alvo de chumbo. As partículas resultantes das interacções (captura e cisão principalmente) dos neutrões na amostra são medidas por detectores colocados em torno da mesma. A energia dos neutrões é determinada utilizando a técnica de tempo de voo.

A execução do programa experimental é da responsabilidade de um consórcio de cerca de 40 laboratórios europeus, da Rússia e dos EUA. Uma equipa do Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP), de Coimbra, participa também na experiência.

...E NO PROJECTO PDS-XADS

O ITN é membro do consórcio europeu de 25 instituições (sector industrial, laboratórios e universidades) responsável pela execução do projecto PDS-XADS (*Preliminary Design Studies of an Experimental Accelerator Driven System*). Este projecto, com a duração de três anos, é co-financiado pela União Europeia (EU), no âmbito do 5º Programa-Quadro para a Investigação, Tecnologia e Desenvolvimento, e tem como objectivo o estudo e a determinação dos parâmetros de construção, operação e exploração de um sistema "ADS" (*Accelerator Driven System*).

Nos países da UE existem 145 reactores nucleares em funcionamento, produzindo cerca de 127 GW. Estes reactores produzem anualmente cerca de 2500 toneladas de combustível nuclear usado (*spent fuel*). Este combustível usado contém actínidos e produtos de cisão, alguns dos quais de alta actividade e tempos de vida média elevados, que vão desde centenas de anos a dezenas ou centenas de milhares de anos. O combustível nuclear usado é reprocessado ou armazenado em repositórios próprios.

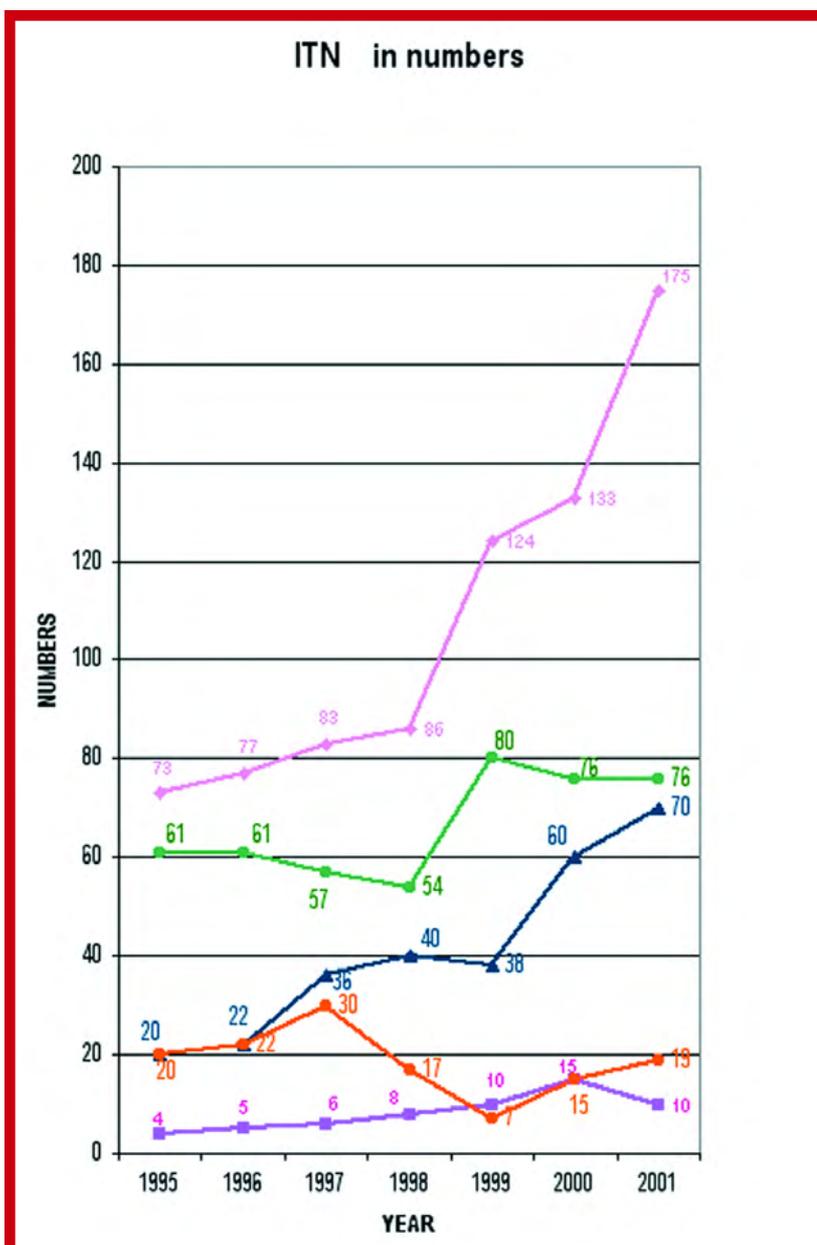
O problema da gestão e armazenamento de resíduos radioactivos (*Radioactive Waste Management and Storage*) produzidos pelos reactores nucleares é, pois, de importância vital para o futuro da energia nuclear. Envolve aspectos científicos, técnicos e económicos e também aspectos éticos, ambientais e jurídicos relacionados com a "herança" deixada às gerações vindouras.

Os sistemas ADS consistem no acoplamento de um acelerador de prótons de alta intensidade (correntes de feixe da ordem das dezenas de mili-ampère) e energia das partículas do feixe da ordem dos 600-800 MeV, a um sistema subcrítico ($k_{\text{eff}} \sim 0,95$). Este sistema subcrítico contém um inventário de resíduos nucleares que se pretendem transmutar. O feixe de prótons incide num alvo constituído por uma mistura líquida de chumbo e bismuto, em torno do qual se encontram armazenados os resíduos previamente referidos. A elevada densidade

do alvo e a alta intensidade do feixe de prótons permitem obter por reacções de espalção um fluxo total da ordem de 10^{16} neutrões $\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$. Este elevado fluxo de neutrões permite transmutar os resíduos nucleares e reduzir a radiotoxicidade do combustível nuclear usado.

PEDRO VAZ

pedrovaz@itn.pt



TN em Números

Extraído de ITN - Annual Progress Report 2001.

Editores A. D. Sequeira, A.R. Paulo, A. P. Gonçalves, M.J. Madruga e N. P. Barradas



"ITN ESTÁ NAS MÃOS DOS SEUS JOVENS E CRIATIVOS INVESTIGADORES"

O presente e, sobretudo, o futuro do Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN), estão no centro desta breve entrevista dada à "Gazeta" pelo Dr. José Carvalho Soares, presidente do ITN.

P. – O último "Annual Report" indica uma expansão notável das actividades do Instituto Tecnológico e Nuclear (ITN). Quer destacar algumas das actividades mais recentes?

R. – O ITN mostrou que foi capaz de conduzir o processo desencadeado à volta do urânio empobrecido com competência e isenção, graças ao saber acumulado no Departamento de Protecção Radiológica e Segurança Nuclear e, em particular, à dedicação dos seus funcionários.

Foi ainda continuado o processo de renovação da equipa do Reactor Português de Investigação (RPI), que constitui o núcleo duro da infraestrutura, designada por ITN.

O ano de 2001 fica na história do RPI como o ano da viragem com a tomada de posse do seu novo director, de novos investigadores doutorados e de nova equipa de competentes e dedicados operadores. Coincidindo com a comemoração do arranque do RPI, a 25 de Abril de 2001, a publicação "O Reactor Português de Investigação no panorama científico e tecnológico nacional 1959-1999", de H. Machado Jorge e Carlos Jorge M. Costa, celebra esta data e atesta que o RPI rejuvenesceu e está ao serviço do país contribuindo decididamente para a reinvenção da "missão do ITN" no enquadramento da política científica do país.

Nos restantes sectores a reorganização está em curso e a produtividade dos grupos mais dinâmicos fala por si.

P. – Persistirão alguns factores de bloqueamento. Quais são os principais obstáculos para um desenvolvimento ainda maior dessa instituição?

R. – Nem tudo foram "rosas" no desenvolvimento iniciado há seis anos. Os factores de bloqueamento estão bem identificados e são bem conhecidos. São os próprios cientistas do ITN, organizados em Conselho Científico, que transmitiram as suas pre-

ocupações a quem legitimamente nos representava no Parlamento. Outra coisa não se esperaria em democracia. A resposta do então Ministro da Ciência e da Tecnologia, Mariano Gago, mostra a obra feita e o muito que ainda há a fazer, nomeadamente quando refere que "tem sido extraordinariamente significativa a evolução operada dentro daquele organismo desde que, em 1996, se iniciou um processo de reestruturação com a adopção de um vasto conjunto de medidas que tiveram como resultados, cinco anos volvidos, o rejuvenescimento do quadro de investigadores, a criação de novos domínios de investigação, o melhoramento das condições de funcionamento e de segurança do Reactor Português de Investigação, ali sediado".

A insatisfação dos investigadores do ITN, hoje, é muito natural perante o muito mais que poderia ter sido feito. Não obstante, o Presidente do Conselho Directivo do ITN pensa que o ITN tem futuro e que ele está nas mãos dos seus jovens e criativos investigadores.

Anunciada fusão por bolhas

Condensados de bosões

Metal supercondutor dopado com lacunas

Heisenberg e Bohr

Diagnóstico computadorizado do cancro da mama

O maior objecto do sistema solar

FÍSICA NO MUNDO

ANUNCIADA FUSÃO POR BOLHAS

Num artigo publicado pela prestigiada revista científica *Science*, a equipa dos físicos Rusi Taleyarkhan (Laboratório Nacional de Oak Ridge, Tennessee, Estados Unidos) e Robert Higmatulin (Academia Russa das Ciências, Ufa, Rússia) afirma ter observado a fusão do deutério, que deu origem a trítio – tal como o deutério, uma forma pesada do hidrogénio – e à libertação de neutrões. Eles provocaram, num recipiente de laboratório e usando ondas de som, a implosão de pequenas bolhas numa solução de acetona com deutério, que terão atingido localmente temperaturas semelhantes às que existem no interior do Sol. Os investigadores usaram detectores muito sensíveis para verificar se ocorreram emissões reveladoras da ocorrência de uma fusão nuclear e, conforme escrevem no citado artigo, encontraram-nas de facto: foram detectados neutrões com uma energia próxima dos 10 milhões de kelvin. Além disso, afirmam ter detectado elevados níveis de trítio em amostras da mesma solução onde se tinham registado mais implosões das bolhas superaquecidas.

A importância desta experiência, recebida com natural cautela e prudência pelos meios científicos – ainda não se dissipou a memória do anúncio, em 1989, da chamada "fusão fria", denunciada como um erro grosseiro poucas semanas mais tarde –, reside no facto de abrir o caminho à produção de uma energia nuclear limpa e inesgotável.

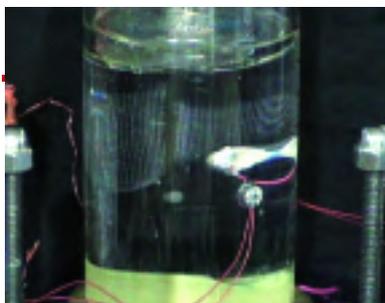
Esse momento, porém, ainda vem longe. Os dados agora divulgados foram submetidos a uma avaliação por outra equipa interna que não conseguiu detec-

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

A "Gazeta" agradece aos seus leitores sugestões de notícias do grande mundo da Física.

gazeta@teor.fis.uc.pt

tar a emissão de neutrões quando tentou reproduzir a experiência de Taleyarkhan-Nigmatulin. Estes últimos, que nunca usaram a expressão "fusão fria" para caracterizar a sua própria experiência, contra-argumentaram, como se pode ler no "dossier" divulgado pela "Science", que os detectores usados pelos outros investigadores não estavam bem calibrados. Como a confirmação dos resultados é um procedimento crucial em ciência, será necessário aguardar por próximos desenvolvimentos antes de poder chegar-se a alguma conclusão sólida e séria.



CONDENSADOS DE BOSÕES

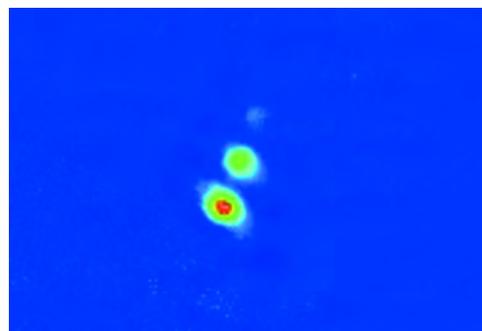
Carl Wieman e colegas conseguiram realizar uma Condensação de Bose-Einstein (*Bose-Einstein Condensation*, BEC) Molecular na Universidade do Colorado, EUA. Wieman relatou no Encontro de Março da Sociedade Americana de Física (APS), em Indianápolis, a observação numa "ratoeira magnética" de uma sobreposição quântica de moléculas diatómicas e átomos dissociados. Depois de ter usado durante muito tempo o Rb-87 nas suas experiências de BEC, Wieman tem estudado o Rb-85 que, embora seja

mais difícil de condensar, possui um conjunto de níveis de energia quântica (níveis hiperfinos) apropriado a que a aplicação de um campo magnético altere as forças entre os átomos, mesmo quando estes estão num estado quântico único – a característica dos condensados de Bose-Einstein. Ajustando o campo magnético de forma a aproximar-se o ponto onde a força interatómica passa de atractiva a repulsiva, ocorre uma "ressonância de Feshbach" e alguns dos átomos formam moléculas. Pensa-se que os átomos e as moléculas fiquem coerentes (partilhem um único estado quântico) pelo menos localmente, mas talvez também em distâncias mais extensas. Neste processo, o condensado parece implodir, primeiro, e, depois, expandir-se como uma supernova, chegando mesmo a lançar jactos de partículas e a deixar atrás um remanescente. A física deste comportamento continua um mistério.

Wolfgang Ketterle, do Instituto de Tecnologia do Michigan, agraciado, tal como Wieman, com o Nobel da Física em 2001 pelos seus trabalhos sobre BEC, falou na mesma sessão da APS e deu conta de algumas conclusões:

1. Usou uma BEC de Na-23 para ajudar a arrefecer um gás de lítio-6. O Li-6 é um átomo fermiónico (com um *spin* total semi-inteiro). O princípio de exclusão de Pauli impede esses átomos de passarem ao estado de energia mais baixa, como acontece com os átomos de Na-23. Na experiência de Michigan foi a primeira vez que um "mar de Fermi degenerado" coexistiu com um grande BEC. Pretendeu-se observar o comportamento de um gás de Fermi a temperaturas da ordem dos nanokelvins e verificar se os átomos podem ser coagidos (manipulando a interacção entre eles) a formar pares de Cooper, transformando-se, assim, num superfluido.
2. É possível propagar um condensado num guia de ondas magnético. Primeiro, o grupo criou um grande BEC (com dois milhões de átomos) pelo processo normal (numa "ratoeira" magnética), depois despejou-a para uma "ratoeira" de 40 cm e, finalmente, carregou-o para um microfiltro, numa placa de circuito

impresso. A micro-viagem ao longo do *chip* foi, em parte, suave, e, noutra parte, acidentada, especialmente quando o BEC, em forma de charuto, chegou a uma junção em Y. (Um separador de feixe deste tipo seria um passo útil para a realização de um interferómetro de ondas atómicas.) Na divisória, o condensado contorceu-se, tomando uma forma serpenteada. Perto da superfície do *chip*, o condensado quebrou-se em vários segmentos. Os futuros *chips* de átomos irão precisar de um melhor controlo da rugosidade da superfície.

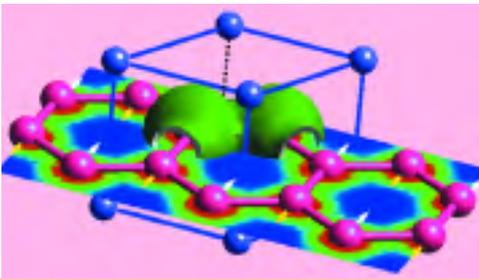


METAL SUPERCONDUTOR DOPADO COM LACUNAS

No ano passado estabeleceu-se um novo recorde para a temperatura de transição de um supercondutor (40 K) para um composto inteiramente metálico (<http://www.aip.org/enews/physnews/2001/split/530-2.html>). Sabe-se hoje muito mais sobre materiais como este, MgB₂. Há, actualmente, esperança de que um composto similar, o LiBC, possa funcionar como supercondutor a temperaturas tão elevadas como 100 K, o dobro da temperatura crítica do MgB₂.

Warren Pickett, da Universidade da Califórnia-Davis, salientou que as interacções essenciais da supercondutividade, formação de pares de electrões devido às interacções entre electrões e fonões na superfície do material, são, potencialmente, duas vezes mais fortes no LiBC do que no MgB₂, especialmente se se conseguirem injectar lacunas (buracos momentâneos deixados por electrões) na amostra através de um efeito de campo.

Este procedimento é comum em transístores, onde um eléctrodo empurra as lacunas para um canal entre outros dois eléctrodos, aumentando a condutividade naquela área, originando um estado metálico e gerando supercondutividade. Em 2001, uma configuração de efeito de campo permitiu aumentar a temperatura crítica de supercondutividade num cristal formado por agregados de carbono-60 até 117 K (<http://www.aip.org/eneews/physnews/2001/split/555-2.html>). A hipótese do MgB_2 encontra-se em Rosner *et al.*, Physical Review Letters, 25/Março/2002 (ver <http://www.aip.org/physnews/select>).



HEISENBERG E BOHR

A visita de Werner Heisenberg a Niels Bohr em tempo de guerra, recentemente encenada na peça de Michael Frayn "Copenhagen", sofreu, 60 anos depois, uma nova reviravolta. Numa carta recentemente tornada pública, Bohr acusa Heisenberg de enganar o público, no rescaldo da Segunda Guerra Mundial, ao alegar ter comprometido, propositadamente, o esforço de produção da bomba atómica da Alemanha. Na carta, escrita por volta de 1957, Bohr afirma que, segundo a sua lembrança do encontro, Heisenberg parecia menos ambíguo (e mais bem informado) sobre a construção de uma bomba do que mais tarde deu a entender. Esta carta, divulgada pelo Arquivo Niels Bohr na Dinamarca (<http://www.nba.nbi.dk>), nunca foi enviada ao seu destinatário, mantendo-se selada desde a morte de Bohr em 1962 e deixando físicos, historiadores e, agora, artistas, a especular sobre as motivações de Heisenberg. Novos eventos relacionados com a peça

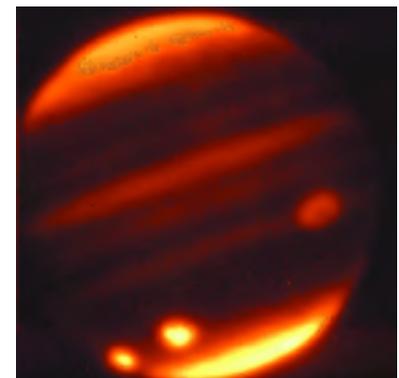
"Copenhagen" incluíram um simpósio a 2 de Março passado no Smithsonian National Museum of Natural History (<http://web.gc.cuny.edu/ashp/nml/artsci>), com a presença de físicos, historiadores, do Conselheiro Científico do Presidente dos EUA (John Marburger), do filho de Heisenberg e do neto de Bohr.

DIAGNÓSTICO COMPUTADORIZADO DO CANCRO DA MAMA

Os ultra-sons são uma das principais ferramentas para diagnosticar lesões na mama, mas a palavra final sobre a natureza maligna de uma lesão particular requer, geralmente, uma biópsia ou uma outra técnica invasiva. Recentemente, alguns investigadores começaram a desenvolver métodos de classificação de lesões com base no seu aspecto nas ecografias. Um grupo da Universidade de Chicago está a levar esses métodos mais longe ao tentar automatizar a classificação de lesões através de um diagnóstico computadorizado (*Computer-Aided Diagnosis*, CAD). Os sinais de uma lesão maligna têm a ver com a sua forma, textura e nitidez da orla, assim como a sua resposta a sinais acústicos emitidos por máquinas de ultra-sons. Como nenhuma destas características isoladas caracteriza uma determinada lesão, quer os peritos humanos quer os computadores têm de ter em atenção um conjunto de características para fazer um diagnóstico correcto. Para testar o seu método de CAD, os investigadores estudaram 400 casos de lesões mamárias, documentadas cada uma delas por uma a seis ecografias. O método identificou correctamente 95 por cento das lesões malignas e 60 por cento das benignas. Num estudo apresentado no encontro de 2001 da Sociedade de Radiologia dos EUA, o grupo de investigação comparou o método de CAD com a aptidão humana de diagnóstico. Embora imperfeito, o desempenho do computador era, sem margem para dúvidas, melhor do que a dos radiologistas que estudaram os

mesmos casos e apenas ligeiramente pior do que um grupo de especialistas em mamografia. No estudo, quer a comunidade de radiologistas (que interpretam imagens mamárias diariamente, mas não são especialistas) quer a de especialistas em mamografia melhoraram a sua precisão depois de terem acesso aos dados do CAD. De facto, os radiologistas auxiliados pelo sistema de CAD tiveram um desempenho ao nível dos especialistas que não recorreram ao sistema. Embora algumas lesões confundam igualmente peritos e sistemas de CAD quando os diagnósticos se baseiam apenas em dados ecográficos, os avanços nos diagnósticos computadorizados prometem reduzir a necessidade de biópsias e outros procedimentos que são muitas vezes dispendiosos e traumáticos. (K. Horsch, M. L. Giger, L. A. Venta e C. J. Vyborny, Medical Physics, Fevereiro/2002).

O MAIOR OBJECTO DO SISTEMA SOLAR



A magnetosfera de Júpiter (que tem dez vezes o tamanho do Sol) foi directamente sondada durante um breve período de tempo por duas naves espaciais, a Galileo (que se encontrava a "patrulhar" o sistema de Júpiter) e a Cassini-Huygens (que está a caminho de Saturno). Quando a nave Cassini se aproximava de Júpiter, em Janeiro de 2001, o Sol obsequiou os cientistas com um furacão do seu vento de partículas, que normalmente já é forte de *per si*. O

efeito deste furacão no ambiente de Júpiter pôde ser monitorizado de dois pontos privilegiados e não apenas de um. A nave observou e mediu, complementada pelas observações dos radiotelescópios no terreno e do telescópio de raios X "Chandra" e óptico "Hubble" em órbita terrestre, uma contracção da magnetosfera, um brilho maior das auroras nos pólos de Júpiter, transmissões de rádio de Júpiter, radiação

sincrotrónica de electrões com energias até 50 MeV e sinais claros de um "vento planetário", e uma chuva de átomos neutros formada a partir de iões lançados pelas erupções vulcânicas de Ió contra o vento solar. Embora a existência desses átomos neutros muito energéticos estivesse prevista, esta foi a primeira prova em seu favor (Science, Fevereiro/2002, vários artigos).

QUESTÕES DE FÍSICA

NOVA QUESTÃO

"A limitação descrita pelo princípio da incerteza de Heisenberg – impossibilidade de medida precisa e simultânea da posição e da quantidade de movimento de uma partícula quântica – é devida à aparelhagem de medida?"

(de um leitor não-físico).

QUESTÃO ANTERIOR

Relembremos a questão colocada no número anterior por um aluno universitário:

"Ouvi dizer que na história geológica ocorreu várias vezes a inversão do campo magnético terrestre. Significou isso que o campo magnético da Terra foi nulo durante algum tempo? Que consequências teve esse facto?"

RESPOSTA

Estando nós à superfície da Terra, podemos explicar cerca de 90 por cento da intensidade do campo magnético observado recorrendo a um modelo simples de barra magnetizada cujo centro se faz coincidir com o centro da Terra e que, em média, se encontra alinhada com o eixo de rotação – é o campo dipolar centrado. Os restantes 10 por cento devem-se a um campo magnético de estrutura muito mais complexa, com um número elevado de pólos. Embora por abuso de linguagem se fale de inversões do campo magnético terrestre, de facto ocorreram com uma periodicidade média da ordem dos 100 000 anos inversões do sinal algébrico da sua componente dipolar. Ou seja, no modelo da barra magnetizada, a troca do pólo Norte pelo pólo Sul da barra. Durante o processo de inversão, a componente dipolar do campo passou por um valor zero de intensidade, ficando o campo magnético reduzido à sua componente multipolar, de intensidade cerca de 10 vezes inferior (mas não nula!).

No período em que a intensidade do campo magnético

terrestre permaneceu reduzida, é provável que a sua função de escudo contra a radiação cósmica (ver figura) se encontrasse francamente diminuída. Quer isto dizer que a Terra ficou globalmente mais exposta ao efeito das partículas carregadas provenientes do Sol e que a exposição a nível do equador tomou valores tão importantes como os que actualmente se observam às latitudes polares. A própria química da atmosfera e o clima global da Terra poderão ter sofrido alterações significativas.

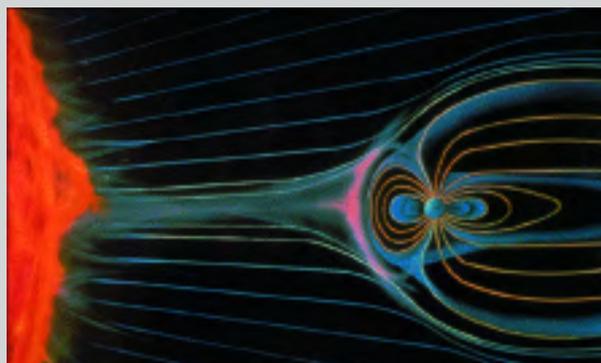
Certas espécies animais, que à semelhança de outras existentes hoje utilizavam o campo magnético para se orientar, viram possivelmente a sua sobrevivência depender da rapidez com que se adaptaram às novas condições...

Estamos, porém, no plano das suposições, não tendo sido possível até ao momento estabelecer qualquer relação entre as evoluções biológica e geomagnética. Com efeito, os períodos de duração das inversões de polaridade contam no máximo alguns milhares de anos, o que significa que se trata de transições muito rápidas à escala de tempo geológico e definidas por muito poucos pontos (se algum há) nas séries de observações existentes.

MARIA ALEXANDRA PAIS

pais@teor.fis.uc.pt

(Departamento de Física da Universidade de Coimbra)



FÍSICA 2002 em Évora

Assembleia Geral da SPF

Reunião do Conselho da EPS

Divisão Técnica de Plasmas tem novo coordenador

Delegação Regional do Centro

- Debate "Mais educação para Portugal"
- Acções e cursos de formação
- Colóquios no Departamento de Física da Universidade de Coimbra

NOTÍCIAS DA SPF

FÍSICA 2002 EM ÉVORA

A FÍSICA 2002 realiza-se de 6 a 10 de Setembro na cidade de Évora, nos espaços do Colégio do Espírito Santo da Universidade de Évora e da Escola Secundária Gabriel Pereira. É a primeira reunião bienal da Sociedade Portuguesa de Física (SPF) no século XXI.

A 13ª Conferência Nacional de Física procurará fazer uma avaliação da situação da Física em Portugal ou feita por portugueses, ao mesmo tempo que, com a ajuda de prestigiados cientistas estrangeiros e nacionais, procurará dar uma panorâmica sobre "A Física tal qual se faz no dealbar do século XXI".

Uma das maiores preocupações actuais da SPF é o da transmissão dos conhecimentos de Física nos vários graus de ensino. Aproveitará, por isso, o 12º Encontro Ibérico para o Ensino da Física para, com a colaboração de especialistas nacionais e internacionais e, em particular, através do confronto de experiências com a Real Sociedad Española de Física, analisar e debater questões como o Livro Branco da Física e da Química 2002; o currículo de formação dos professores de Física licenciados pelas nossas universidades; as formas de cooperação entre as escolas e as faculdades; a forma e o conteúdo do ensino da Física nas universidades; a elaboração de manuais escolares; e o despertar da curiosidade científica ao nível do ensino básico. Em síntese, o Encontro Ibérico pretende ser um espaço privilegiado para desenvolver o lema "Ensinar a aprender, ensinar a fazer".

Insistimos na ideia de que a estrutura paralela do encontro deve ser utilizada para fortalecer os laços entre a comunidade científica, predominantemente universitária, e a dos professores do ensino

secundário e básico. Neste encontro queremos dar particular relevo ao ensino das ciências no básico, com realização de oficinas pedagógicas e actividades experimentais para os professores do primeiro ciclo. Por outro lado, e ao contrário do que é habitual, estão previstas sessões plenárias sobre questões do ensino da Física no ensino superior. Além disso, abordar-se-ão como habitualmente na Conferência temas científicos de "ponta" e questões de grande actualidade como a Computação Quântica, a Astrofísica Nuclear ou a Energia Escura que domina a dinâmica do Universo, até questões de absoluto interesse tanto para cientistas como para professores, das quais destacamos as Alterações Climáticas, a História da Física em Portugal no século XX, e a caracterização da Física Médica em Portugal.

Os pormenores sobre a conferência irão sendo divulgados na Internet (<http://cosmo.fis.fc.ul.pt/~Fisica2002/>), podendo desde já referir-se alguns dos temas e participantes confirmados para as sessões convidadas específicas da Conferência e do Encontro Ibérico.

Sendo o ano de 2002 o do centenário do nascimento de Paul Dirac, um dos maiores físicos do século XX, pareceu-nos adequada a realização de uma palestra a cargo do Prof. Helge Kragh, da Universidade de Aarhus (Dinamarca),

com o título "Paul Dirac and the Concept of Antimatter". Na linha de preocupação com o ensino da Física destacamos ainda "Memorization and Understanding: Are we teaching the right thing?", pelo Prof. Eric Mazur, da Universidade de Harvard, e "Goodbye $F=ma?$ ", pelo Prof. Edwin Taylor do MIT, Estados Unidos.

Nesta 13ª Conferência de Física decidimos realizar, em paralelo com a Conferência, um "workshop" científico que será dedicado à "Astrofísica Nuclear e a Evolução do Universo" e que terá lugar nos dias 9 e 10 de Setembro.

PAULO CRAWFORD

crawford@fc.ul.pt

(Presidente da Comissão Organizadora da FÍSICA 2002)

ASSEMBLEIA GERAL DA SPF

Realizou-se no passado dia 27 de Março em Lisboa a Assembleia Geral ordinária da Sociedade Portuguesa de Física (SPF). A ordem de trabalhos proposta incluía os seguintes pontos: deliberação sobre o relatório e contas da Direcção referente ao exercício de 2001; e aumento do valor das quotas.

Foram apreciados e aprovados o relatório e contas da Direcção referente ao exercício de 2001. As contas de 2001 apresentaram um resultado líquido negativo no valor de 16 499 euros, apesar dos esforços desenvolvidos para diminuir as contas negativas com a publicação da "Gazeta de Física", cujo défice passou de 4229 euros em 2000 para 2702 euros em 2001.

As dívidas para com a SPF cifram-se, por seu lado, em 32 413 euros, dos quais 28 203 euros são dívidas do Estado referentes a IVA a recuperar desde o início da actividade.

No capítulo da situação dos sócios há, infelizmente, um número ainda significativo de associados com quotas em dívida. Para um total de 745 sócios efectivos com a quotização em dia, existem 155 com um ano de dívida à SPF. No

que se refere aos sócios estudantes, é de 129 o número dos que têm os seus compromissos com a SPF em ordem, enquanto 58 devem um ano de quotas. Finalmente, há 16 sócios colectivos com quotas em atraso, contra 142 com quotas em dia.

Considerando que o valor das quotas não era aumentado desde 1996 e que a melhoria significativa da "Gazeta de Física" implicou um aumento dos respectivos custos, a direcção apresentou uma proposta de novos valores das quotas para 2003 – 35 euros para sócios efectivos e 175 euros para sócios colectivos – que foi aprovada pela Assembleia Geral.

No relatório apresentado pela direcção da SPF é feita uma análise detalhada das inúmeras actividades desenvolvidas ao longo do ano no domínio da sua acção editorial; na organização de conferências; na realização das Olimpíadas de Física; na participação no Prémio Mário Silva; nos projectos de apoio ao Ensino Secundário; na representação em organismos internacionais; e na elaboração de um relatório sobre a situação da Física Médica em Portugal.

Finalmente, é evocada a participação desinteressada de inúmeros colaboradores, sem os quais o trabalho desenvolvido pela SPF não teria a mesma qualidade. É ainda feito um agradecimento especial a Maria José Couceiro, pelo empenho e dedicação manifestados no cargo de secretária, e a Sónia Pimenta, pela eficiência com que executa a contabilidade.

REUNIÃO DO CONSELHO DA EPS

Realizou-se em Berlim, nos dias 22 e 23 de Março passado, o Conselho da Sociedade Europeia de Física (EPS). A Sociedade Portuguesa de Física (SPF) esteve representada pelo seu vice-presidente, Dr. Manuel Fiolhais. Os delegados tomaram conhecimento das acções desenvolvidas ao longo do último ano pela comissão executiva, secretariado, divisões, grupos interdisciplinares e



comissões "ad-hoc" da EPS. De entre as actividades planeadas, merece destaque o empenho na EPS para que o ano 2005 seja declarado Ano Internacional da Física, por ocasião do centenário do "ano milagroso" ("annus mirabilis") de Albert Einstein. O Conselho aprovou a criação de duas novas Divisões – "Physics in Life Sciences Division" e "Environmental Physics Division" – e de um grupo, o "Women in Physics Group", na sequência da recomendação da recente "IUPAP Conference on Women in Physics" (Paris, 7-9 de Março de 2002). No Conselho de Berlim foi votado o "Presidente Elect" que será, em princípio, o próximo presidente da EPS. Ocupará o cargo o Prof. M. Huber da ETH, de Zurique.

DIVISÃO TÉCNICA DE PLASMAS TEM NOVO COORDENADOR

O Dr. Luís Lemos Alves é o coordenador da Divisão Técnica de Plasmas (DTP) da Sociedade Portuguesa de Física (SPF) desde Junho de 2001. Doutorado em Física pela UTL, é professor do Departamento de Física do Instituto Superior Técnico (IST).

A DTP conta actualmente com 67 sócios inscritos, dos quais 36 por cento são estudantes, 25 por cento são professores dos ensinos básico e secundário e os restantes 39 por cento pertencem a diversas instituições, na sua maioria universidades e institutos de investigação. Destes últimos apenas 8 trabalham no IST, muito embora seja esta a instituição onde existe a maior comunidade de físicos de plasmas em Portugal. No final de 2001 foi enviado um inquérito aos sócios da DTP com o objectivo de tentar definir os seus perfis e de realizar uma actualização das suas coordenadas. A este inquérito responderam apenas 22 por cento dos inscritos, sendo 80 por cento de respostas provenientes de colegas cuja actividade profissional está de alguma forma ligada à Física de Plasmas.

Em paralelo com este inquérito, o novo coordenador da DTP contactou vários

investigadores dos laboratórios nacionais de Física dos Plasmas a fim de recolher as suas opiniões sobre a definição de dum plano de actividades para a DTP.

Destas iniciativas resultou claro que deve ser feito um esforço de dinamização da DTP, no sentido de incrementar o seu papel na divulgação das actividades de

investigação deste domínio da Física. Parte deste esforço passará por um investimento no recrutamento de novos sócios. Neste sentido, será muito em breve activada a página *web* da DTP, esperando-se que ela venha a constituir um importante suporte de informação e contacto da divisão.

DELEGAÇÃO REGIONAL DO CENTRO

Debate "Mais educação para Portugal"

Realizou-se no passado dia 4 de Maio, em Coimbra (Livraria Minerva) um debate sobre o tema "Mais Educação para Portugal", que contou com as presenças de Manuel Paiva e José Morais (professores na Universidade Livre de Bruxelas, Bélgica). Ao debate, moderado por Carlos Fiolhais (Universidade de Coimbra), seguiu-se uma sessão de autógrafos dos livros "Diálogos sobre Portugal" de Manuel Paiva e Mariana Pereira, e "Gigi e Mr. J" de José Morais (Editora Livros e Leituras).

Acções e cursos de formação

No presente ano lectivo realizaram-se as seguintes palestras de divulgação de temas de Física, dirigidas a alunos e professores do ensino secundário:

- "Atrito: a nosso favor ou contra?", pela Dr^a Maria José de Almeida, na Cooperativa de Ensino de Coimbra (30 de Janeiro) e na Escola Secundária com 3º Ciclo Gonçalo Anes Bandarra, em Trancoso (6 de Março);
- "Física no Desporto", pelo Dr. Adriano Pedroso de Lima, na Escola Secundária Emídio Navarro, em Viseu (11 de Dezembro);
- "Física e Informática – uma relação 'inteligente'", pelo Dr. José Luís Malaquias, na Escola EB 2,3/S Eng^o Dionísio Augusto Cunha, em Canas de Senhorim (7 de Março);
- "A Física do Cérebro Humano", pelo Dr. José Luís Malaquias, na Escola Secundária Emídio Navarro, em Viseu (4 de Fevereiro);

– "Sensores e Interfaces no ensino experimental da Física", pelos Dr. Francisco Gil e Dr. José António Paixão, na Escola Secundária de Seia (10 de Janeiro);

– "Brincar com água, brincar com ciência", pela Dr^a Constança Providência na Escola 1B nº 10 de Coimbra (24 de Janeiro).

A lista das acções e cursos que podem ser solicitados pelas escolas à SPF-Centro estão disponíveis on line no endereço <http://nautilus.fis.uc.pt/spf/ListaAccoesCursos2002.html>.

Colóquios no Departamento de Física da Universidade de Coimbra

Organizadas pela Delegação do Centro da SPF, realizaram-se ou vão-se realizar na Sala de Conferências do Departamento de Física da Universidade de Coimbra as seguintes palestras:

- "O mundo das nano-estruturas", pelo Dr. Carlos Fiolhais, da Universidade de Coimbra, dia 5 de Abril;
- "Uma Viagem ao Coração da Matéria", pela Dr^a Teresa Peña, do IST, Universidade Técnica de Lisboa, dia 19 de Abril;
- "Imagiologia Médica com Raios-X e Radioisótopos", pela Dr^a Isabel Lopes, do LIP, Universidade de Coimbra, dia 24 de Maio.



LIVROS NOVOS

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

"A Filosofia das Ciências do Século XX", Anouk Barberousse, Max Kistler e Pascal Ludwig, Instituto Piaget, 2001

"Manual de Química Física", Gerd Wedler, Fundação Calouste Gulbenkian, 2001.

"Enteados de Galileu? A semiperiferia no sistema mundial de ciência", João Arriscado Nunes e Maria Eduarda Gonçalves (orgs.), Afrontamento, 2001.

"O fim de um ciclo? A educação em Portugal no início do século XXI", Joaquim Azevedo, ASA, 2002.

"Livro Branco da Física e da Química. Diagnóstico 2000. Recomendações 2002", Sociedade Portuguesa de Física e Sociedade Portuguesa de Química, 2002.

"Cognição e Aprendizagem de Conceitos-Chave de Física", Maria de Fátima Simões, Instituto de Inovação Educacional, 2000.

"Principia. Sobre os Elementos de Filosofia de Newton", Maria do Rosário Correia Branco, Principia, 2001..

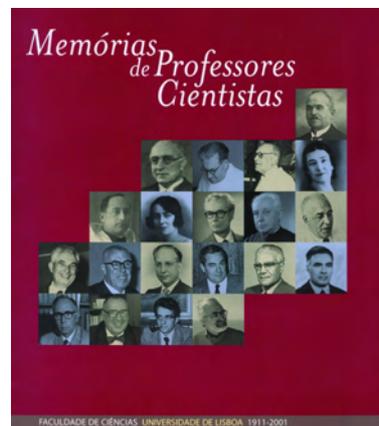
"Genealogia da Matéria", Michael Cassé, Instituto Piaget, 2001.

"O Fim da Educação", Neil Postman, Relógio d'Água, 2002.

"O Cérebro Humano", Susan A. Greenfield, Rocco/ Temas e Debates, 2002.

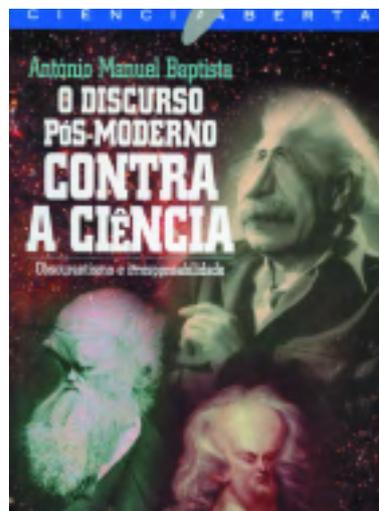
Agradece-se aos editores o envio à "Gazeta de Física" de livros nesta área a fim de serem divulgados, incluindo nalguns casos recensões críticas.

DESTAQUE



"Memórias de Professores e Cientistas", Ana Simões (coord.), Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2001.

Excelente volume de homenagem a professores (já falecidos) da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa: nas ciências físicas incluem-se Cyrillo Soares, Branca Marques, Manuel Valadares e José Pinto Peixoto.



"O Discurso Pós-Moderno contra a Ciência", António Manuel Baptista, Gradiva, 2002.

O físico António Manuel Baptista entra em polémica com o sociólogo Boaventura Sousa Santos, autor de um "Discurso sobre as Ciências". O subtítulo "Obscurantismo e irresponsabilidade" elucida quais são as "acusações" feitas a algumas correntes do pós-modernismo.

MENTES BRILHANTES



"A Beautiful Mind"

Sylvia Nasar

Faber and Faber, Londres e Nova Iorque, 1999
(tradução portuguesa a publicar pela Relógio d'Água)

"Copenhagen"

Michael Frayn

Methuen Drama, 2000

(representação portuguesa a ser preparada pelo Novo Grupo, de Lisboa)

O filme "Uma Mente Brilhante" passou recentemente nas salas de cinema e ganhou óscares, nomeadamente o óscar para o melhor filme, recebido pelo realizador norte-americano Ron Howard (o mesmo de "Apollo 13").

O enredo tem, tal como "Apollo 13", uma base científica. Desta vez, não se trata de contar o drama dos astronautas que não sabem se salvarão depois de te-

rem lançado o desesperado alerta: "*Houston, we have a problem!*". Trata-se antes de contar a história de um matemático de génio, que trabalhou nos melhores sítios da ciência mundial (Instituto de Estudos Avançados de Princeton, onde Einstein passou os últimos tempos da sua vida, e o Massachusetts Institute of Technology, MIT), que é depois atacado por esquizofrenia e que consegue não só resistir à doença como até, facto extraordinário, ganhar, já com mais de 60 anos, o Prémio Nobel da Economia (em 1994). John Nash, o cientista em causa, está vivo, como a película faz questão de lembrar no final, e esteve até na cerimónia da entrega dos óscares.

Mas há importantes diferenças entre a realidade e a ficção do filme: alguns realizadores costumam, de resto, ser atacados por este tipo de "esquizofrenia artística". Hollywood soube pintar com tons cor-de-rosa uma biografia que se encontra nua e crua no livro que Sylvia Nasar, jornalista de economia do "New York Times", publicou em 1998 e que dá o título ao o filme. Trata-se de uma extensa biografia, baseada em ampla pesquisa, de John Nash. O livro já era um êxito antes do filme, mas o cinema projectou-o para o famoso *top-ten* do "New York Times", onde ainda está o livro, muito mais do que o filme, retrata bem o que é a ciência em geral e a matemática em particular. Na vida real, Nash mostra tendências homossexuais na juventude e tem um filho de uma enfermeira ao qual não reconhece a paternidade. Nada disso aparece no filme. Casa-se a seguir com uma estudante de física do MIT, Alicia Larde. Contudo, enquanto na vida real Alicia o abandona, incapaz de resistir ao *stress*, no filme ela é uma heroína que se conserva sempre ao lado do génio desgraçado pela doença mental (os dois voltaram a juntar-se recentemente, como que confirmando o final feliz da ficção cinematográfica). Na vida real o Nobel foi partilhado com dois economistas, ao passo que no filme Nash aparece sozinho a receber a medalha em Estocolmo.

A crítica não recebeu bem o filme (Mário Jorge Torres, no "Público" de 22

de Fevereiro, dizia que *o veículo para o óscar é um pastelão indigesto, destinado a vender gato por lebre a quem quiser consumir*, ao passo que Manuel Cintra Ferreira, no "Expresso" do mesmo dia, escrevia que *é o exemplo de um vencedor anunciado, não pelas qualidades mas sim pelo calculismo e oportunismo*). Achou-o sentimentalóide, piegas, lamechas (por dar a imagem de *cientista louco salvo pela mulher* a um público ávido de histórias extravagantes). O filme tem, porém, o mérito de mostrar a vida e obra de um cientista ilustre. Está povoado de referências científicas que poderão passar despercebidas à maioria dos espectadores. Porém, pior do que a acentuação de uma história de novela ("coração salva cérebro perdido"), tem o demérito de ampliar o estereótipo do cientista maluco, alguém que vive apartado do mundo real, permanentemente embrenhado em elucubrações e assaltado por fantasmas. É certo que alguns cientistas, em particular matemáticos, conheceram a demência ou pelo menos andaram lá perto (por exemplo, o austríaco Kurt Goedel, companheiro de Einstein em Princeton). Mas não é menos certo que não há qualquer relação entre esquizofrenia e genialidade. A grave doença psiquiátrica, normalmente incurável, atinge cerca de um por cento da população, apanhando também e como é óbvio os cientistas, que são, a este respeito, pessoas como as outras.

A mostrar que está na moda a apropriação pelos meios artísticos de temas científicos, repare-se também na peça "Copenhagen", da autoria de Michael Frayn, que explora o encontro de dois dos maiores físicos do século passado, o dinamarquês Niels Bohr e o alemão Werner Heisenberg. Frayn é um dramaturgo nascido em Londres, que começou a sua carreira como jornalista no "The Guardian" e no "The Observer". A peça estreou primeiro em Londres em 1998 e depois em Nova Iorque em 2000. Os personagens são três: além de Heisenberg e Bohr, entra Margarethe Bohr, mulher deste último. O tema glosado é a relação de incerteza de Heisenberg. Frayn dá a entender que a incerteza se

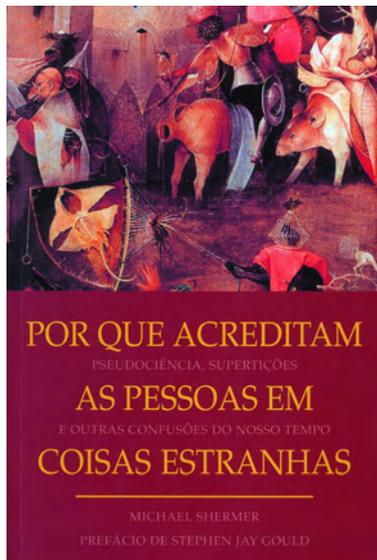
aplica acima de tudo às acções humanas: Heisenberg não tem a certeza de quais eram as suas intenções quando foi a Copenhaga encontrar-se com Bohr... Os dois homens, duas mentes brilhantes, encontram-se em plena guerra mundial e em causa está nada mais nada menos do que o futuro do mundo: Bohr, o mestre, está do lado dos aliados e Heisenberg, o discípulo, do lado dos alemães. Ambos estão ou poderão vir a estar de posse de importantes segredos atômicos. Foram há pouco revelados documentos que mostram o profundo desencanto de Bohr relativamente à conduta de Heisenberg (ver "Física no Mundo").

Quer "Uma Mente Brilhante" quer "Copenhagen" mostram como a ciência pode chegar ao grande público. Este gosta de se alimentar de dramas, quer seja o drama individual de um doente que se cura como que por milagre, quer seja o drama de todo o mundo, cujo destino depende do encontro de dois sábios.

CARLOS FIOLEAIS

tcarlos@teor.fis.uc.pt

POR QUE ACREDITAM AS PESSOAS EM COISAS ESTRANHAS



"Por que Acreditam as Pessoas em Coisas Estranhas. Pseudociência, Superstições e outras Confusões do Nosso Tempo" Michael Shermer
Replicação, 2001.

Na "Gazeta de Física" recebo muitas vezes artigos com conteúdos que, à primeira vista, têm todo o aspecto de serem científicos mas que, à segunda vista, se revelam algo estranhos.

Um dos temas recorrentes consiste em mostrar que a teoria da relatividade está errada ou incompleta. Outro, por vezes relacionado com o anterior, é a cosmologia e, dentro deste tema, a tese favorita consiste em mostrar que o *Big Bang* nunca existiu. Os autores apresentam em geral fórmulas matemáticas, o que até facilita a descoberta de erros. Mas, por vezes, a confusão é tão grande que é difícil descobrir o erro (como dizia Wolfgang Pauli para rebater uma crítica: *O que diz nem sequer chega a estar errado*).

Em geral, os autores não aceitam bem a rejeição do artigo, reclamando que se deviam expor todas as ideias à livre crítica de todos. Mas não se pode fazer isso por uma questão de espaço e de tempo. De espaço, porque uma revista não tem todo o espaço, sendo por isso obrigada a

fazer uma escolha dos materiais que publica de acordo com os objectivos que persegue e com o público-alvo que tem. As contribuições científicas originais devem ser enviadas para revistas internacionais específicas e não para a revista nacional de divulgação da Física. Mas é também um problema de tempo, porque o tempo dos cientistas é limitado e eles naturalmente preferem concentrá-lo na resolução dos seus próprios problemas ou no exame de artigos de colegas seus conhecidos do que procurar erros em artigos obscuros, cujos autores não dominam o método científico (não lhes devemos chamar cientistas, uma vez que não aceitam o primado do reconhecimento do erro).

É claro que a teoria da relatividade pode um dia vir a ser ultrapassada. Que existe uma pequena *chance* de o Big Bang nunca ter existido. Isto é: em ciência descobrem-se erros. Mas dificilmente essa descoberta será feita por quem não domina o aparato da ciência e, por isso, não conhecer profundamente o quadro científico estabelecido. Quem escreve esses artigos estranhos julga que é fácil fazer ciência fundamental. Mas não: trata-se de uma das actividades humanas mais difíceis e exigentes, não estando ao alcance de diletantes. Há métodos em ciências para não errar e a aquisição desses métodos exige um treino prolongado e intenso.

Em suma, algumas pessoas, até cultas, são capazes de fabricar e acreditar em coisas estranhas. E, se isto acontece com essas pessoas, por maioria de razão ocorre com outras. As pessoas, em geral, são capazes de fabricar e de acreditar em coisas muito, muito estranhas...

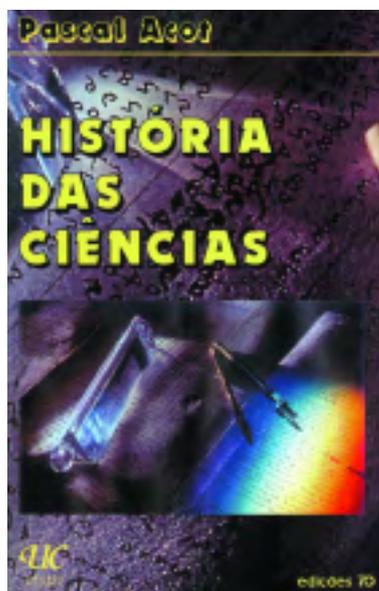
Pode pensar-se que tudo isso não faz mal a ninguém. Mas pode fazer mal à carteira! Mão amiga fez-me chegar há pouco um prospecto (autêntico, pois tinha nomes, moradas, telefones e preços de consulta) que recomendava a "cura taquiônica" de várias doenças. Os taquiões são partículas hipotéticas, baseadas em teorias que ultrapassam a da relatividade, que andariam com uma velocidade superior à da luz. Será que um ingénuo que comprar a dita "cura taquiônica" vai viajar para trás no tempo, até uma altura em que ainda não estivesse doente?

O historiador de ciência norte-americano Michael Shermer intitulou o seu livro "Por que Acreditam as Pessoas em Coisas Estranhas". É uma leitura que se recomenda não só às pessoas que acreditam em coisas estranhas mas também às outras. Aborda a pseudociência, a superstição, o criacionismo, a pseudohistória e até... a relatividade e a cosmologia (o autor ataca o livro "A Física da Imortalidade: Cosmologia Moderna, Deus e a Ressurreição dos Mortos", do astrofísico Frank Tipler. Shermer é director da revista "Skeptic", editada na Califórnia, e que é uma das duas principais revistas que tentam enfrentar a pseudo-ciência e a paraciência (a outra é a "Skeptical Inquirer", editada na costa leste dos EUA). Shermer organiza as "palestras cépticas" do California Institut of Technology, ensina história da ciência e da tecnologia e tem uma coluna no "Scientific American". Esta sua obra é um *retrato penetrante da nossa imensa capacidade de nos iludirmos e é, em última análise, uma homenagem ao espírito científico.*

Por que acreditam as pessoas em coisas estranhas? Por falta de uma cultura científica devidamente generalizada e enraizada.

C. F.

O PAPEL DA HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS



"História das Ciências"
Pascal Acot
Edições 70, 2001.

É comum arrumar as ciências de um lado e a história de um outro. Nas universidades a ciência aparece nas faculdades de ciências e de engenharia, enquanto a história surge nas faculdades de letras. Pelo contrário, não é comum encontrar disciplinas de ciências nas escolas de humanidades nem disciplinas de história nas escolas de ciências. Os cientistas "duros" desconfiam da "moleza" da história, mesmo que seja das ciências. E os cientistas "moles" temem a "dureza" das ciências exactas e naturais. Mas tal arrumação dicotómica esquece que existe, desde há muito, uma disciplina chamada história das ciências que está no cruzamento preciso entre a história e a ciência. Exige tanto conhecimentos de história como conhecimentos de ciência. Onde estudar esse assunto? Devia ser nos dois lados. Se ele apenas existir num dos lados, dever-se-ia assegurar a frequência das pessoas do "outro lado". Mesmo antes do ensino superior, faz todo o sentido existir uma disciplina de história das ciências no final dos estudos secundários.

Por que é importante a história das ciências? Como se vê logo do lugar que ocupa entre história e ciência, pelo seu papel na eliminação ou pelo menos esbatemento de compartimentações rígidas e tradicionais que fazem cada vez menos sentido. Se a ciência é (erradamente) vista como algo de impessoal, mesmo inumano, a história das ciências ensina-nos que a ciência é realizada por pessoas concretas que, examinadas de perto, se revelam bem humanas (mesmo "deuses" como Isaac Newton e Albert Einstein têm biografias completamente humanas). A história das ciências mostra-nos que a ciência não caiu dos céus aos trambolhões, mas resultou da aspiração e do trabalho dos homens.

A ciência, por mais "fria" e "neutra" que seja apresentada em livros ou em aulas, traz sempre consigo a marca dos seus criadores originais, das épocas em que surgiu e dos sítios onde nasceu. A ciência feita em cada época é inseparável do respectivo espírito do tempo – o *Zeitgeist* – que, de algum modo, conserva à medida que vai sendo absorvida por ciência mais recente. Tal facto não representa nenhum defeito ou disfuncionalidade, mas é antes uma marca que a ciência partilha com outras formas de cultura e, portanto, é uma virtude a admirar e uma funcionalidade a explorar. Por exemplo, é interessante descobrir o espírito do tempo tanto em obras científicas como em obras artísticas suas contemporâneas (um livro recente de Arthur Miller associa a relatividade de Einstein ao cubismo de Picasso; atenção que este Miller não é o dramaturgo de "A Morte do Caixeiro Viajante").

A história da ciência ensina-nos que a ciência é um empreendimento humano que se realiza progressiva e paulatinamente, ao longo dos tempos, num processo que é mais de acumulação do que de ruptura (o historiador e filósofo da ciência Thomas Kuhn exagerou ao falar de mudança brusca de paradigmas). O facto de a ciência ser humana não significa que ela não se confronte com uma realidade objectiva – as ciências exactas e naturais tratam, sem dúvida, do conhe-

cimento do mundo exterior ao homem –, mas sim que, na construção do edifício científico, entram elementos que têm a ver com as personalidades e com o que estas habitaram. Pode até entrar a disputa e a intriga, tal como numa boa novela. A ciência não fica diminuída pelo facto de ter uma história e até uma história recheada de incidentes. Bem pelo contrário, a história da ciência acrescenta à ciência uma dimensão não desprezável, a dimensão das dificuldades, das hesitações e dos erros. E isso é a ciência completa e verdadeira: não apenas um corpo de conhecimentos, que se vai permanentemente actualizando, mas o processo, o método que proporciona tal actualização.

Para que serve então a história da ciência? A história da ciência permite-nos compreender melhor a ciência do presente, iluminando-a com a luz do passado. E permite-nos compreender melhor a ciência do passado, iluminando-a com a luz do presente. Embora o historiador de ciência faça por vezes um grande esforço para ver a ciência do passado só

com os olhos do passado, é inevitável que a veja também com os olhos do presente. O historiador de ciência Pascal Acot, no seu livro "História das Ciências" recentemente saído em português (o original francês saiu na colecção "Que Sais-je?" das Presses Universitaires de France), cita o historiador e filósofo de ciências Gaston Bachelard para nos lembrar precisamente a necessidade de o ponto de partida ser sólido: *O historiador das ciências, para bem julgar o passado, deve apreender o mais possível a ciência cuja história se propõe escrever.*

Por outras palavras: um historiador de ciência deve começar por ser um especialista no ramo que quer historiar. Mas Acot acrescenta:

Mas esta necessidade não deve levar os historiadores das ciências a passarem ao crivo as obras científicas do passado, para separarem o que hoje é considerado verdadeiro daquilo que é considerado errado ou de reter apenas, na multidão de obras passadas, aquelas, que, retrospectivamente, parecem progredir rumo à modernidade, como se

elas 'avançassem ao nosso encontro' e, portanto, como se a história fosse orientada. Num jogo como este, efectivamente, só poderíamos sair perdedores, visto que o erro científico pode ser de uma espantosa fecundidade e trazer nele próprio as sementes de um discurso verdadeiro acerca dos fenómenos estudados.

É possível que o historiador de ciência consiga descortinar a ciência do futuro com os olhos do passado e do presente. Se o conseguir, terá alargado a dimensão da disciplina que pratica. Terá até ampliado a sua justificação. Nesse caso, o trabalho do historiador não será apenas o de esgravatar no passado para saber como foi. Será também o de adivinhar como será. A história das ciências poder-nos-á poupar algumas dificuldades, hesitações e erros, permitindo-nos saber, com alguma economia de tempo, como será o futuro das ciências.

C. F.

ERRATA

Por lapso, não foi incluído na lista de colaboradores da última "Gazeta de Física" (vol.25, fasc. 1 – 2002) o nome de Francisco Fatela. Também na mesma edição, "caiu" uma palavra no título do artigo de Jorge Buescu e João Paulo Teixeira. A formulação correcta é a que consta no sumário: "Galáxias infinitamente grandes e halos infinitesimais."

No artigo "Atrito entre sólidos: discussão de algumas dificuldades dos estudantes", de H. Caldas, E. Saliel e A. Cunha, publicado no vol.24, fasc. 4:12-19 faltam, na Fig.2, as "setas" nas velocidades v_{12} e v_{15} e na legenda no lado direito deve ser "força de atrito cinético que 2 exerce em 1" e "força de atrito cinético que 1 exerce em 2", em vez de "força de atrito estático que 2 exerce em 1" e "força de atrito estático que 1 exerce em 2".

Na carta "Meia-vida e actividades", de Fernando Pulido Valente, publicada no vol.24, fasc. 4:47, a primeira equação deve ser

$$A = N \frac{\ln 2}{T_{1/2}},$$

e a segunda

$$\left| \frac{dN}{dt} \right| = A = \lambda N,$$

e o código postal, no fim, é 1495-158.

A todos as nossas desculpas.



O MANIFESTO E AS CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO

GRACIANO NEVES DE OLIVEIRA

Departamento de Matemática da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 3000 Coimbra
gdoliv@mat.uc.pt

O Manifesto para a Educação da República já despertou múltiplas reacções e o simples facto de rapidamente ter conseguido milhares de assinaturas mostra iniludivelmente que aborda um problema muito sentido. Neste momento interessa pouco se é inovador, não é fundamental concordar-se ou não com todas afirmações que contém e não vale a pena discutir se os autores consultaram os estudantes. Tocaram, sem sombra de dúvida, numa questão candente e o que verdadeiramente importa é que sirva de catalisador para uma discussão aprofundada que há muito devia ter tido lugar, sendo inúteis argumentos que só podem desviar a atenção do imprescindível debate. Esse debate tem de incidir sobre as Ciências da Educação, na forma e com as consequências que elas tiveram em Portugal, e desaguará, inevitavelmente, em questões de poder, logo políticas.

As Ciências da Educação, ao designarem-se por ciências, passam a ideia de que o problema é científico, leia-se de competência, mas apolítico. Há cientistas da educação em todos os partidos, uma espécie de bloco central educativo, dando-se até o caso de existirem ministros que conviveram bem com as Ciências da Educação e, logo que deixaram o ministério, descobriram que não gostavam da matéria. A simpatia dos estudantes não tardou, encontrando-se, com frequência, sobretudo no ensino superior, estudantes a explicarem o insucesso escolar pela falta de preparação pedagógica, que não científica, dos professores. Além dos estudantes, as direcções sindicais parecem não morrer de amores pelo Manifesto, o que não espanta. Os subscritores do Manifesto já come-

çam, significativamente, a ser chamados intelectuais. A repercussão que o documento obteve, mais do que o que diz, pode vir a bulir com muitos hábitos arraigados. Enfrentamos também um problema cultural, terrivelmente agravado pelo discurso dominante. Os problemas culturais são difíceis de ultrapassar e, em geral, precisam de uma acção prolongada. Não se pode continuar com o discurso de que é possível aprender sem esforço e menosprezando a memória e não se pode porque é, pura e simplesmente, uma redonda mentira. Os cientistas da educação, detentores do conhecimento científico, decidem e os que se lhes opõem, apesar de numerosos, têm sido demasiado passivos, pecando por omissão. Nessa medida, têm graves responsabilidades por se limitarem a críticas de gabinete, nem sempre bem fundamentadas, ao mesmo tempo que, paulatinamente, vão adoptando o vocabulário, às vezes os métodos, dos pedagogos.

Há um outro problema que deve ser encarado com clareza: como conciliar o aumento de exigência com uma escola para todos? Se se começar, sem mais, a exigir que os estudantes aprendam, corre-se o sério risco de o abandono escolar aumentar. As medidas tomadas até aqui pelos decisores, pretensamente técnicos, pretensamente apolíticos, contra o abandono escolar não servem. Limitaram-se a descer drasticamente a exigência, tendendo a transformar a escola num simples receptáculo para os alunos estarem sem que nada aprendam. Estas medidas foram acompanhadas da teorização correspondente: o objectivo não é que os alunos aprendam mas que adquiram competências, como se fosse possível ter competên-

cias sem conhecimentos entranhados na memória.

Também não adianta o discurso catastrofista de que a escola nunca esteve tão mal. Esta afirmação não é só de agora, tem sido feita em todas as épocas e esquece que nos últimos 20 ou 30 anos se conseguiu que o acesso ao ensino deixasse de ser privilégio de uma pequeníssima minoria e que o conteúdo científico das disciplinas do ensino superior deixasse de nos envergonhar.

Não temos que concordar com o conteúdo do Manifesto, nem vale a pena dizer que "não assino porque discordo" ou que "não assino porque concordo mas repete o que tenho dito"! A imensa importância que já adquiriu e não se lhe pode retirar reside em, fulminantemente, ter conquistado tantas assinaturas. Nem os subscritores, nem mesmo os redactores têm de ser encarados como líderes. Nem sequer temos de esperar pela resposta do Presidente da República ao apelo, tanto mais que o Presidente não governa, não é messias e muito menos se poderá envolver nas disputas partidárias sem as quais nada muda. É tempo de discussão. E é tempo de acabar com o medo dos confrontos de ideias, com os receios de que possa haver vencedores e vencidos e com a rejeição da política.

Provavelmente o principal receio dos interesses estabelecidos é o debate e serão grandes as tentações para concentrar as críticas em aspectos secundários do documento que o levem ao esquecimento.

O autor destas linhas é professor catedrático de Matemática, já foi presidente da Sociedade Portuguesa de Matemática e vice-presidente da International Linear Algebra Society e outras coisas que constam do seu currículo. Isto serve para informar que sabe umas coisitas de Matemática, desgraçadamente muito pouco, e até já inventou teoremas, de pouca relevância para seu desgosto. Mas tudo foi conseguido à custa de muita transpiração. Por isso, não hesita em afirmar que quem diz que a Matemática, a Física, ou qualquer outro assunto, se aprende sem esforço, ou é ignorante, ou mente desavergonhadamente, ou as duas coisas.

Fevereiro de 2002

Centro de Física das Interações Fundamentais (Instituto Superior Técnico)

Um Centro de Investigação em crescimento



★ Projectos de investigação em Física de Altas Energias (11 membros permanentes, 6 post-docs, 5 estudantes), Física Nuclear e Física Hadrónica (7 membros permanentes, 4 post-docs, 5 estudantes), Física da Matéria Condensada (2 membros permanentes, 2 post-docs), Relatividade e Cosmologia (2 membros permanentes, 1 estudante), Geometria Diferencial (1 membro permanente), e áreas afins

★ Os temas investigados incluem física de neutrinos, extensões do modelo padrão, supersimetria, bariogénese, iões pesados, mesões escalares, lagrangeanos para partículas instáveis, quebra de simetria quiral, produção de mesões, novos estados de estabilidade nuclear, QCD, topologia de sistemas fortemente correlacionados, decomposição spinodal, dinâmica de vórtices, coexistência de magnetismo e supercondutividade, teorias da expansão do Universo, matéria escura, variedades de Kahler-Einstein

VENCEDOR DO PRÉMIO MÁRIO SILVA ATRIBUÍDO PELO PÚBLICO E GRADIVA, COM A COLABORAÇÃO DA BRITISH PETROLEUM E DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE FÍSICA



O prémio Mário Silva de 2002 foi atribuído a Diogo Gaspar Teixeira de Oliveira e Silva, que foi aluno da Escola Secundária Augusto Gomes (Porto) e que agora está no primeiro ano da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (Engenharia Electrotécnica), pelo seu trabalho "Cordas, cabos e outros objectos dependurados"

Os concorrentes André Delgado Martins Dias, do Colégio Manuel Bernardes (Lisboa) e agora no Instituto Superior Técnico (Engenharia Aeroespacial), com o trabalho "Um voo orbital: perturbações nas órbitas dos satélites", e José Bento Ayres Pereira, do Colégio dos Cedros (Porto), agora na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (Engenharia Electrotécnica), com o trabalho "Explicação newtoniana para o funcionamento de uma asa", receberam menções honrosas.

VENCEDORES DAS OLIMPIADAS REGIONAIS DE FÍSICA DE 2002

DELEGAÇÃO REGIONAL DO NORTE

Escalão A

Escola EB 2,3 Leça da Palmeira

- Joana Ricardo Pires
- José Adriano Ferreira
- Paula Sofia Campelo

Escalão B

- Cristina Calvo Pinto, E. S. Emídio Garcia, Bragança
- Luis Filipe Martins Ferreira, Colégio Liceal St^a Maria de Lamas, Sta. Maria de Lamas

- Hugo Dias, E. S. de Águas Santas, Águas Santas
- Ana Filipa Quintela Vieira, E. S. Dr. Manuel Laranjeira
- Miguel Rodrigues Zilhão Nogueira, E. S. Inês de Castro, V.N. Gaia
- João Carlos de Almeida, E. S. Carlos Amarante, Braga
- Nair Pinto, Colégio Liceal St^a Maria de Lamas, St^a Maria de Lamas
- Ana Flor Torres Vidal, E. S. Almeida Garrett, V.N. Gaia

DELEGAÇÃO REGIONAL DO CENTRO

Escalão A

E. S. de São Pedro do Sul

- Ana Rita Mouro
- Carlos Davide Pinto
- José Pedro Fonseca

Escalão B

- Nuno Miguel Pires de Oliveira, E.S. Joaquim de Carvalho, Figueira da Foz
- Andreia Vieira Moço, E.S. José Estêvão, Aveiro
- Dmitry Alexandrovich Ossipov, Colégio Rainha Santa Isabel, Coimbra
- Francisco Manuel Maciel Natário, E.S. Alves Martins, Viseu
- Hugo Filipe Almeida Pires, E. S. Eng. Acácio Calazans Duarte, Marinha Grande
- Júlio Miguel Cortês Barata, Instituto Pedro Hispano, Alfarelos
- Luís José Lacerda Almeida, E.S. Peniche
- Maria Cristina Ribeirete Santos, E.S. Joaquim de Carvalho, Figueira da Foz

DELEGAÇÃO REGIONAL SUL E ILHAS

Escalão A

E. S. Ferreira Dias (Lisboa)

- Cláudio Emanuel Morais
- Ricardo André Caetano Macau
- Sofia de Figueiredo Ribeiro

Escalão B

- André Filipe Guerreiro, E. S. Ferreira Dias, Lisboa
- Artur Jaime Caldeira Fonto, E. S. André de Gouveia, Évora
- João José Meira Dantas, Colégio Militar, Lisboa
- Vítor Manuel Marques Ribeiro, E. S. António Arroio, Lisboa
- Paula Fernandes, Colégio de S. José, Ramalhão, Sintra
- Ricardo Jorge Pereira Ribeiro, E. S. Ferreira Dias, Lisboa
- Pedro Santos, E. S. Dr. Manuel Fernandes
- Carlos Neves, E. S. Emídio Navarro

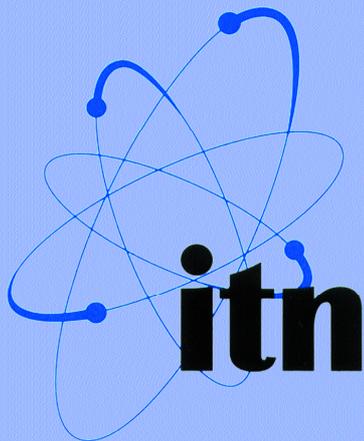
**OLIMPIADAS DE FÍSICA
2001/2002**

Escalão A: alunos do 9º ano
Escalão B: alunos do 11º ano

PROVAS
Regionais: 11/5/2002
Nacionais: 21-22/6/2002
Internacionais: 7/2003, Taiwan
Iberoamericanas: 9/2003, Cuba

SOCIEDADE PORTUGUESA DE FÍSICA

Apoios: Ministério da Ciência e da Tecnologia e Ministério da Educação



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA INSTITUTO TECNOLÓGICO E NUCLEAR

No âmbito do "Reforço de Competências em Protecção e Segurança Radiológica e Nuclear II" e demais áreas específicas da missão do Instituto, procuram-se, para trabalhar nas seguintes áreas:

Física e Química Nucleares
Radioquímica
Física das Radiações
Física de neutrões

Protecção Radiológica
Activação com Neutrões
Instrumentação Nuclear
Informática e Simulação Numérica

A. Licenciados, Mestres ou Doutores em Física, Química ou Engenharia

O ITN oferece:

1. Bolsas de investigação renováveis até 36 meses;
2. Possibilidade de realização de mestrado ou doutoramento;
3. Integração em equipas de investigação;
4. Possibilidade de criação de grupos de investigação em áreas estratégicas.

B. Jovens não licenciados, com frequência universitária ou 12.º ano, só excepcionalmente 11.º ano

O ITN oferece:

1. Curso de Operador do Reactor Português de Investigação

ou

2. Curso de Técnico Especializado de Laboratório

(Possibilidade de reconhecimento por parte do IEFP de nível 3 a cada uma destas formações)

C. Os interessados devem enviar:

1. "Curriculum Vitae"
2. Breve resumo da(s) área(s) em que pretendem trabalhar
3. Duas cartas de recomendação

Dirigidos ao:

Presidente do Conselho Directivo
do Instituto Tecnológico e Nuclear
Estrada Nacional n.º 10
Apartado 21
2686-953 Sacavém

NOS PRÓXIMOS NÚMEROS



A REACÇÃO DOS QUÍMICOS À AFIRMAÇÃO
REDUCTIONONISTA DE DIRAC

Ana Simões

25 SÉCULOS DE FÍSICA QUÂNTICA

Mario Bunge

O ENCONTRO DO MILÉNIO

Nuno Peres