

G A Z E T A D E

# FÍSICA

---



SOCIEDADE PORTUGUESA DE FÍSICA

VOL. 19 • FASC. 2 • 1996 • PUBLICAÇÃO TRIMESTRAL • ABRIL / JUNHO

## Gazeta de Física

Propriedade da Sociedade Portuguesa de Física

ISSN: 0367/3561

Registo na DGCS n.º 107280 de 13/5/80

Depósito Legal n.º 51419/91

Publicação Trimestral

N.º 2 — 1996

### Redacção e Administração

Avenida da República, 37-4.º — 1050 Lisboa

Telefone (01) 7973251

Fax (01) 7952349

### Directores

João Bessa Sousa (FCUP)

Filipe Duarte Santos (FCUL)

Carlos Fiolhais (FCTUC)

### Comissão de Redacção e Administração

Carlos Matos Ferreira (IST)

Margarida Telo da Gama (FCUL)

Ana Maria Eiró (FCUL)

Maria Margarida Cruz (FCUL)

### Preparação e Revisão de Texto

Floribela Martins Teixeira

### Execução Gráfica

Imprensa Portuguesa

Rua Formosa, 108-116 — 4000 Porto

Telefone (02) 2002466

Fax (02) 2015105

Tiragem: 1500 exemplares

Preço avulso: 650\$00

Assinatura anual (quatro números):

2000\$00 (Continente, Açores, Madeira e Macau)

35 US dólares (estrangeiro)

Publicação subsidiada pela Junta Nacional  
de Investigação Científica e Tecnológica

A **Gazeta de 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 4000 palavras, incluindo figuras; 1 figura corresponde em média a 140 palavras). Deverão ter sempre um curto resumo, não excedendo 130 palavras. Deve ser indicado o(s) endereço(s) completo(s) das instituições dos autores. Agradece-se o envio do texto em disquete (de preferência «Word» para Macintosh ou PC). Os originais de figuras devem ser apresentados em folhas separadas, prontos para reprodução. Endereço para correspondência: **Gazeta de Física** — Sociedade Portuguesa de Física, Av. da República, 37-4.º — 1000 Lisboa.

#### Na capa: FÍSICA 96 — Conferência Nacional de Física.

A 10.ª Conferência Nacional de Física realiza-se este ano em Faro, de 13 a 17 de Setembro de 1996. Em paralelo, realiza-se o 6.º Encontro Ibérico para o Ensino da Física.

Informações: Secretariado da Física 96, SPF — Delegação Regional Sul e Ilhas, Av. da República, 37-4.º, 1050 Lisboa

Tel. (01) 7973251, Fax (01) 7952349.

E.mail: fisica96@cc.fc.ul.pt; http://atlas.cii.fc.ul.pt/spf.

---

## **SUMÁRIO**

**2**

**AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E A CONVENÇÃO QUADRO DO RIO**  
Filipe Duarte Santos

**7**

**OS PRIMEIROS ANOS DA DESCOBERTA DA RADIOACTIVIDADE**  
L. Salgueiro e J. M. Ferreira

**11**

**A REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO E APRENDIZAGEM**  
**DA FÍSICA E DA QUÍMICA**  
Jorge A. Trindade e Carlos Fiolhais

**16**

**NORMAS, RECOMENDAÇÕES, SÍMBOLOS E TERMINOLOGIA:**  
**ACESSO E UTILIZAÇÃO**  
Guilherme de Almeida

**21**

**APRENDER FÍSICA... COM O COMPUTADOR**

**24**

**OLIMPIADAS DE FÍSICA**

**29**

**NOTICIÁRIO DA SPF**

**30**

**NOTÍCIAS DAS OLIMPIADAS**

**32**

**ELEIÇÕES PARA AS DIVISÕES TÉCNICAS DA SPF**

---

# AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS E A CONVENÇÃO QUADRO DO RIO

FILIFE DUARTE SANTOS

Departamento de Física, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa  
Campo Grande, 1700 Lisboa, Portugal

Neste artigo faz-se uma breve análise da Convenção Quadro sobre as Alterações Climáticas (CQAC), das dificuldades inerentes à sua aplicação e das possíveis estratégias de superação dessas dificuldades. Dá-se especial atenção à área de interface entre a perspectiva científica das consequências do aumento da concentração na atmosfera dos gases com efeito de estufa (GEE) e a grande variedade de forças político-económicas que, no quadro da CQAC, condicionam a adopção de medidas limitativas daquele aumento.

## 1. Introdução

Passados 4 anos sobre a Conferência do Rio de Janeiro é bem evidente que contribuiu para o estabelecimento de novas metodologias de abordagem

Os problemas relativos ao ambiente global são manifestamente dos mais difíceis de resolver no actual sistema político de governação das nações prevalecente à escala mundial. A principal razão desta dificuldade reside no facto de que o impacto das alterações globais no ambiente a nível local não é uniforme: poderá ser grave ou muito grave, poderá ser fraco e incerto e poderá até não se fazer sentir até ao momento em que será extremamente difícil inverter a tendência a nível global. Contudo, é precisamente através do envolvimento e do empenhamento a nível local que será possível controlar as alterações globais do ambiente. A problemática das alterações globais do ambiente não se pode resolver exclusivamente através dos mecanismos tradicionais da governação e das relações internacionais. É necessário evoluir no sentido do fortalecimento e estabelecimento de organizações políticas de âmbito global e supranacionais capazes de gerar consensos no seio da comunidade mundial em contacto estreito e permanente com a opinião a nível local. Estas organizações constituirão um reflexo inevitável da globalização da revolução industrial iniciada no final do século XVIII.

de alguns dos problemas globais que afectam o planeta e tendem a agravar-se. A Convenção Quadro sobre as Alterações Climáticas (CQAC), um dos instrumentos mais importantes que resultaram da Conferência do Rio, foi assinada pelos líderes de 155 países no Rio, e entrou em vigor, após ter sido ratificada por 50 países, nos finais de 1993.

A CQAC determina que os países signatários devem estabelecer compromissos no sentido de condicionar as causas e minimizar os efeitos das alterações climáticas e simultaneamente propicia um quadro para facilitar o estabelecimento de políticas concertadas relativas ao clima. Um dos seus principais objectivos é procurar controlar o aquecimento global que resultará inevitavelmente do continuado aumento da concentração dos gases com efeito de estufa na atmosfera. O aquecimento global reflecte a súmula do comportamento de todos os países do mundo no que respeita à sua economia e consumo de energia. Em contrapartida, o aquecimento global afecta também todos os países, ainda que de formas diferenciadas, e conseqüentemente todas as pessoas que neles habitam. Não será, pois, exagerado afirmar que a CQAC está destinada a desempenhar um papel central na problemática do futuro próximo do nosso planeta.

## 2. Perspectiva científica

### 2.1. Previsões do Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas

Em 1988, o Programa das Nações Unidas para o Ambiente e a Organização Meteorológica Mundial criaram o Painel Intergovernamental sobre as Alterações Climáticas (PIAC) que reuniu várias centenas de cientistas de grande prestígio internacional e outros especialistas com o objectivo de estudar as alterações climáticas, os seus efeitos e as possíveis respostas a dar ao problema. As conclusões do PIAC foram apresentadas em Génève, em 1990 [1], na segunda Conferência Mundial sobre Clima e actualizadas em 1992 [2]. Em Dezembro de 1995 completou-se o II Relatório do PIAC publicado no início do corrente ano com o título "Climate Change 1995: The IPCC Second Assessment Report". Este documento no qual colaboraram cerca de 300 autores inclui os resultados mais recentes da investigação científica sobre alterações climáticas e uma análise detalhada dos impactes das alterações climáticas e das possíveis estratégias de adaptação e mitigação dos efeitos. De acordo com as conclusões do PIAC, as emissões de GEE resultantes das actividades humanas têm aumentado significativamente as concentrações destes gases na atmosfera. No que respeita às consequências daquele aumento o PIAC concluiu que a duplicação da concentração do  $\text{CO}_2$  na atmosfera (relativamente ao valor de referência pré-industrial de 279 ppmv correspondente ao ano de 1765) terá lugar provavelmente no final do século XXI e provocará um aumento da temperatura média global do ar à superfície até 2100 entre  $1^\circ\text{C}$  e  $3.5^\circ\text{C}$ , sendo o valor mais provável  $2^\circ\text{C}$ , admitindo a continuação das actuais políticas energéticas ou mesmo a adopção de medidas controladoras suaves, tais como, a redução do desflorestamento, a preferência pelo gás natural relativamente ao petróleo e carvão e a conservação de energia.

Poder-se-á pensar que um aumento da temperatura média global do ar à superfície do globo, da ordem de  $2^\circ\text{C}$  no próximo século, não é significativo em termos do seu impacto sobre as populações e sobre a actividade económica. Recorde-se, porém, que, durante a Pequena Idade Glaciária de 1400 a 1650, a diminuição da temperatura média global do ar foi apenas de  $1^\circ\text{C}$  mas provocou perturbações graves na agricultura e de um modo geral em toda a actividade económica.

De acordo com as conclusões do PIAC, o aumento da temperatura média global do ar, provocará uma subida do nível médio das águas do mar de 15 a 95 cm até 2100, sendo 50 cm o valor mais provável. Esta subida resulta essencialmente da dilatação das águas oceânicas provocada pelo aquecimento e do degelo dos glaciares das montanhas devido ao clima mais quente.

A previsível subida do nível médio das águas do mar é certamente muito preocupante para todos os países com zonas costeiras baixas e para os pequenos Estados insulares com ilhas de muito pequena altitude. São exemplos a Holanda, o Bangladesh, o delta do Nilo no Egipto, as Ilhas Maldivas e outras ilhas do Pacífico e das Caraíbas. Certas regiões costeiras de Portugal serão especial-

mente afectadas como, por exemplo, a Ria Formosa e a Ria de Aveiro.

Note-se que se o aumento da concentração de  $\text{CO}_2$  na atmosfera for para além da duplicação relativamente ao valor pré-industrial, prevêem-se aumentos da temperatura média global do ar à superfície da ordem de  $4^\circ\text{C}$  após 2100. Esta variação é comparável à diferença entre a temperatura média global que é possível estimar para a última época glaciária (há cerca de 15000 anos) e a temperatura actual. Porém, tal variação de temperatura deu-se no passado durante um intervalo de tempo de vários milhares de anos enquanto que o aumento incontrolado da concentração dos GEE na atmosfera provocará uma variação comparável num período da ordem de centenas de anos. Como responderão os ecossistemas, as populações e a economia a esta mudança relativamente rápida?

Aumentos da temperatura média global a um ritmo médio de cerca de  $0.2^\circ\text{C}$  por década provavelmente ultrapassariam a capacidade adaptativa de muitos ecossistemas. O PIAC concluiu [3] que uma variação de  $0.1^\circ\text{C}$  por década é provavelmente o máximo que um grande número de ecossistemas consegue tolerar. Calcula-se que um aumento da temperatura média de  $1^\circ\text{C}$  corresponde nas latitudes médias da Europa central e meridional a aproximadamente 500 km de variação na latitude. Uma variação de  $0.2^\circ\text{C}$  por década exigirá portanto uma "migração" dos ecossistemas da ordem de 10 km por ano para se manterem no mesmo tipo de clima.

### 2.2. Modelos de Circulação Global

Os principais GEE são o  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CFCl}_3$  e  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ . Estes gases, para além da sua elevada capacidade de absorção da radiação infravermelha, têm em comum a propriedade de não reagirem ou terem baixa reatividade com o radical hidroxilo (HO) que, consequentemente, é ineficaz para os remover da atmosfera. Os GEE presentes na atmosfera têm diferentes potenciais de aquecimento global (PAG), isto é, diferentes capacidades para absorver a radiação infravermelha. O PAG de um GEE depende da capacidade de absorção da radiação infravermelha ao nível molecular e da concentração desse gás na atmosfera. Os valores actuais dos PAG dos GEE e a previsão da evolução temporal da concentração dos GEE constituem dados essenciais que é necessário incorporar nos modelos de circulação geral da atmosfera (MCG) para poder fazer estimativas do clima num futuro próximo. As principais conclusões do PIAC sobre a eventualidade de futuras alterações climáticas baseiam-se precisamente nos resultados obtidos com MCG tridimensionais.

Dir-se-á que os MCG são imprecisos e, consequentemente, as conclusões baseadas nos resultados que produzem, pouco fiáveis. É uma crítica pertinente e válida. Em contrapartida, é legítimo reconhecer que os MCG têm evoluído de modo significativo nos últimos anos.

Recentemente, tornou-se possível incluir nos modelos a emissão antropogénica para a atmosfera de quantidades apreciáveis de  $\text{SO}_2$ . Após a emissão o  $\text{SO}_2$  transforma-se em  $\text{SO}_4\text{H}_2$  que, por sua vez, atrai moléculas de

vapor de água e forma sulfatos. As partículas de sulfato têm um efeito de arrefecimento na atmosfera porque tendem a reflectir a radiação solar.

Devido à gigantesca emissão de cerca de 20 milhões de toneladas de  $\text{SO}_2$  para a atmosfera, provocada pela erupção em 17 de Junho de 1991 do vulcão no Monte Pinatubo, o PIAC previu uma redução no forte crescimento da temperatura média global do ar observada na década de 80 durante cerca de 2 anos. Na realidade essa redução e até ligeiro decréscimo observou-se e há boas razões para acreditar que foi efectivamente provocada pela referida erupção vulcânica.

Desde o princípio do século observa-se um aumento da temperatura média global do ar à superfície do globo de  $0.5^\circ \pm 0.2^\circ\text{C}$ . Esta conclusão resulta da análise estatística feita por vários grupos de investigação dos registos das observações da temperatura ao longo do século em milhares de estações meteorológicas espalhadas pelo globo. A Fig. 1 [4] representa a média global das temperaturas do ar e do mar à superfície relativamente à média de 1951-80, tomada como referência. As anomalias estão expressas em  $^\circ\text{C}$ . Sendo o aumento da temperatura média uma conclusão reconhecidamente fidedigna, interessa testar os MCG na sua capacidade para reproduzir as variações já observadas na temperatura. Estudos recentes realizados no Lawrence Livermore National Laboratory, EUA, no National Centre for Atmospheric Research, EUA, no Climate Research Unit da Universidade de East Anglia, Inglaterra, e no Hadley Climate Research Centre, Inglaterra, indicam que a inclusão nos

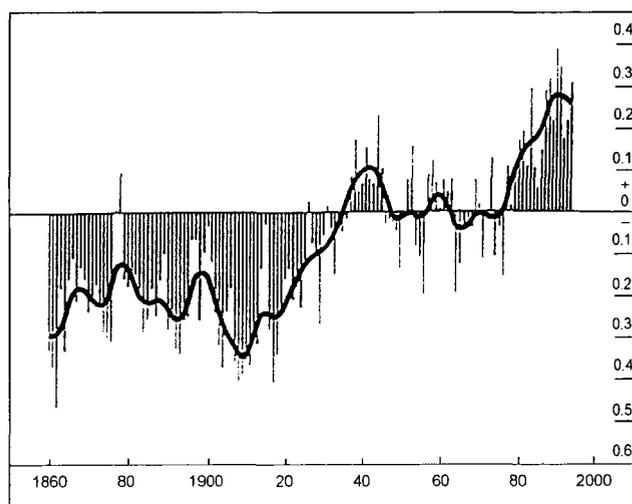


Fig. 1 — Variações do valor médio global da temperatura ( $^\circ\text{C}$ ) do ar à superfície do solo e da temperatura da superfície dos oceanos para o período de 1860-1994 relativamente ao valor médio de 1951-1980. A curva a cheio resulta de efectuar para cada ano uma média em 10 anos (desde -5 a +5)

MCG do efeito do aumento dos GEE e, simultaneamente, do efeito das emissões de  $\text{SO}_2$  para a atmosfera provenientes, sobretudo, das regiões mais industrializadas do globo, conduz a resultados que reproduzem satisfatoriamente as variações observadas na temperatura média global do ar à superfície desde 1860 até ao presente.

Apenas variando a concentração dos GEE, obtém-se um aumento de temperatura superior ao observado, com a inclusão do  $\text{SO}_2$ , os resultados são muito próximos dos observados. A Fig. 2 [4] compara a variação da tempera-

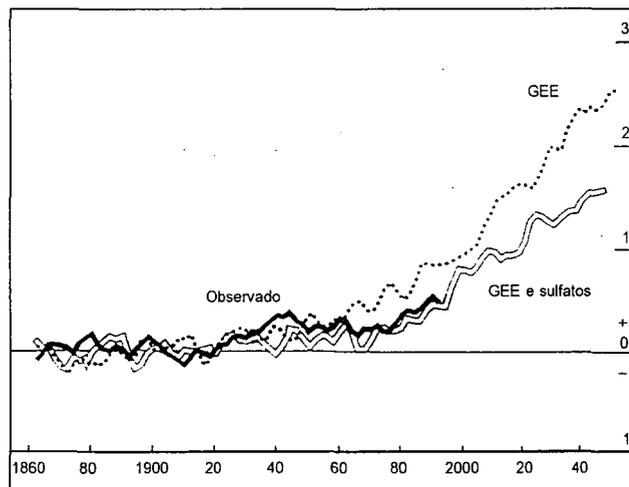


Fig. 2 — Previsões da temperatura ( $^\circ\text{C}$ ) do ar à superfície do Hadley Centre (1995) para o período de 1860-2050 obtidas com inclusão apenas dos gases com efeito de estufa (curva GEE) e também dos aerossóis (curva GEE e sulfatos). A curva a cheio representa a temperatura do ar à superfície observada

tura média observada e a variação calculada no Hadley Centre, utilizando MCG com o efeito dos GEE e com o efeito combinado dos GEE e dos sulfatos.

Apesar destes sucessos, os MCG são susceptíveis de serem significativamente aperfeiçoados. A simulação da atmosfera é feita por meio de uma malha tridimensional em que cada elemento tem um volume demasiado grande para poder reproduzir de forma realista os vários processos meteorológicos. Uma das maiores incertezas nos modelos resulta da dificuldade em simular a presença de nuvens na atmosfera e de prever o comportamento dos vários tipos de nuvens face ao aumento dos GEE. Em geral, as nuvens altas (Cirrus) absorvem mais a radiação infravermelha proveniente da superfície do que reflectem a radiação solar, o que tende a provocar um aquecimento da atmosfera. Porém, as nuvens baixas têm o efeito oposto. Embora seja muito importante que os MCG sejam capazes de incorporar as alterações na nebulosidade a diferentes altitudes na atmosfera e nas várias estações do ano estamos ainda longe de poder simular estes processos de forma aceitável.

Importa salientar que os actuais MCG mais sofisticados incluem a circulação nos oceanos e, conseqüentemente, a importante interacção entre a atmosfera e o oceano. Alguns fenómenos oceânicos, com incidência na atmosfera, dão-se numa escala espacial suficientemente grande para ser possível simulá-los nos modelos. É o caso dos ENSO (El Niño Southern Oscillation) caracterizados por um aquecimento na região equatorial central do Pacífico resultante de uma inversão na direcção dos ventos alísios. Os ENSO duram normalmente um ano, transferem calor do oceano para a atmosfera e, por essa razão, tendem a aumentar a temperatura média do ar.

Nas últimas décadas a frequência de ocorrência dos ENSO tem sido maior do que anteriormente. Será que um dos efeitos do aumento da concentração dos GEE na atmosfera se traduz por um aumento na frequência dos ENSO?

### **2.3. Atitudes perante a perspectiva científica**

É evidente que se podem adoptar várias atitudes face às actuais previsões sobre alterações climáticas. Podemos salientar as debilidades e imperfeições dos MCG e encarar as previsões com grande cepticismo. Com esta postura, que designarei de céptica, o aquecimento global da atmosfera não passa de uma mera hipótese entre várias igualmente credíveis e, conseqüentemente, não há razões válidas para diminuir as emissões antropogénicas de GEE para a atmosfera. Neste posicionamento, o aquecimento global da atmosfera à superfície, observado durante este século e especialmente a partir de 1940, não é uma consequência do aumento do efeito de estufa. Deverá atribuir-se à variabilidade climática e não há razões para afirmar que existem indícios de eventuais efeitos relacionados com o aumento da concentração dos GEE na atmosfera.

Uma outra atitude, que designarei de expectante, consiste em acreditar na capacidade da ciência actual para prever a evolução futura do clima a curto prazo e, conseqüentemente, acreditar que as previsões do PIAC têm uma elevada probabilidade de se verificarem. Neste caso, contrariamente ao anterior, poderá haver motivação e até empenhamento para actuar no sentido de diminuir as emissões de GEE.

A atitude expectante caracteriza-se também pelo reconhecimento de que estudos recentes, sobre a interpretação do aumento da temperatura média global do ar à superfície observado no último século e especialmente desde 1940 [5], são cientificamente válidos e permitem concluir, com elevado grau de probabilidade, que a causa do referido aumento reside nas emissões crescentes de GEE para a atmosfera. Por outras palavras, na atitude expectante considera-se como muito provável terem-se já observado e identificado efeitos provocados pelo aumento da concentração dos GEE na atmosfera.

### **2.4. Previsões na escala regional. O caso de Portugal**

Além de realizar previsões à escala global, o PIAC estudou também as alterações climáticas em 5 regiões geográficas de especial interesse. Para cada região, o PIAC fez estimativas sobre a evolução da temperatura, precipitação e humidade no solo entre 1990 e 2030. O grau de confiança nestas previsões à escala regional é relativamente menor porque os modelos globais não têm resolução espacial suficiente para incorporar toda a informação relevante na escala regional. Porém, se adoptarmos uma atitude expectante, tais cálculos são suficientes para indicar que alterações climáticas importantes a nível regional são fortemente prováveis e diferenciadas conforme a região do globo.

No caso da Europa do Sul, que inclui Portugal, o aquecimento previsto para o ano 2030 é de 2°C no Inverno e de 2 a 3°C no Verão. Há tendência para um aumento da precipitação no Inverno mas prevê-se que no Verão a precipitação decresça de 5 a 15% e a humidade no solo decresça de 15 a 25%.

Estas previsões são extremamente preocupantes para um país como Portugal. A diminuição da precipitação e da humidade do solo no Verão irá certamente acelerar os processos de desertificação já bem evidentes em algumas regiões do Sul do país. Da análise das séries climatológicas do passado recente, desde 1931, conclui-se que em Portugal a época das chuvas no Outono, Inverno e Primavera tem-se tornado progressivamente mais curta.

Com efeito, a comparação dos valores da precipitação nas várias estações do ano dos triénios de 1961/90 e de 1931/60 revela que há uma significativa redução da precipitação na Primavera, especialmente no mês de Março [6]. Esta redução é muito significativa nas regiões da Beira Interior e do Alentejo. Simultaneamente, observa-se um aumento da contribuição do Outono e do Inverno para a precipitação anual. No que respeita à temperatura média do ar em Portugal continental observa-se um comportamento semelhante, em vários aspectos, ao da temperatura média global. Desde 1972 a temperatura média anual do ar em Portugal continental tem aumentado sistematicamente a um ritmo de cerca de 0.7°C por decénio. Observa-se também um aumento sistemático dos valores da temperatura mínima do ar no Inverno [6]. Estas tendências são concordantes com as previsões das alterações climáticas resultantes do aumento da concentração dos GEE na atmosfera.

Importa salientar que as conclusões sobre as temperaturas recentes do clima em Portugal continental baseiam-se em análises estatísticas e que a variabilidade interanual é imprevisível. O último período prolongado de seca, durante anos, foi seguido, desde Outubro de 1995, por elevada pluviosidade. A predictabilidade destas variações está actualmente fora do alcance da ciência.

Por outro lado, as consequências da provável subida do nível médio do mar em cerca de 50 cm até 2100, serão graves ao longo dos 800 km de costa do país, especialmente nas extensas zonas baixas do litoral e nos grandes estuários do Tejo e do Sado. Nos últimos 50 anos o nível médio subiu cerca de 6 cm e assiste-se a um nítido recuo da linha de costa.

Também em Portugal é possível identificar atitudes cépticas e atitudes expectantes relativamente às alterações climáticas. Na atitude céptica, as tendências recentes do clima em Portugal não se podem atribuir ao aumento da concentração dos GEE na atmosfera e não há razões válidas para preocupação porque não foi firmemente estabelecida uma relação de causa-efeito e as previsões do PIAC são pouco fiáveis. A atitude expectante considera como muito provável que as tendências recentes do clima em Portugal resultam do aumento da concentração dos GEE na atmosfera e que há razões válidas para preocupação porque esse aumento na concentração dos GEE irá continuar e as previsões do PIAC têm um elevado grau de fiabilidade.

### 3. Situação actual no contexto da Convenção Quadro sobre as Alterações Climáticas

Na primeira conferência das partes da CQAC, realizada em Berlim, não foi possível encontrar suficiente empenhamento e consenso entre as partes de modo a poder estabelecer protocolos de execução de medidas limitativas das emissões de GEE. Após intensas discussões foi apenas possível chegar a acordo em iniciar negociações para estabelecer um novo conjunto de objectivos de redução das emissões GEE. Este acordo ficou conhecido por "Mandato de Berlim" e corresponde claramente a um recuo relativamente à promessa, feita em 1992 no Rio, das nações desenvolvidas estabilizarem as emissões no ano 2000 para os níveis de 1990. A nova perspectiva é de negociar objectivos de redução das emissões para datas posteriores, tais como 2005, 2010 e 2020. Estes novos objectivos serão negociados nos próximos 2 anos. Os delegados à conferência de Berlim concordavam também em estabelecer um programa piloto de "execução conjunta" da CQAC. Numa reunião posterior realizada em Março do corrente ano de 1996 poucos países concordavam nas datas para a estabilização das emissões.

Não foi possível chegar a um consenso político entre as partes sobre medidas efectivas de limitação das emissões. As preocupações dos votantes nos mais de 150 países representados na conferência de Berlim dirigem-se prioritariamente para os problemas do desemprego e não para as alterações climáticas, ainda algo hipotéticas para alguns e altamente custosas de evitar. Embora o conjunto dos países mais desenvolvidos lancem maior quantidade de CO<sub>2</sub> para a atmosfera do que o resto do mundo, esta situação deverá inverter-se próximo do ano 2010. É previsível que apenas a China e a Índia, devido ao elevado consumo relativo de carvão, venham a contribuir no ano 2060 com uma percentagem de emissão de CO<sub>2</sub> mais elevada do que o conjunto dos actuais países mais desenvolvidos. Face a esta perspectiva, é bem clara a necessidade de encontrar mecanismos de execução conjunta da CQAC que envolvam simultaneamente o Norte e o Sul. Contudo, o acordo é difícil de estabelecer porque os países menos desenvolvidos salientam que a actual concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera é, em grande parte, o resultado da actividade económica nos países mais desenvolvidos e consequentemente estes países deverão desde já proceder a limitações significativas nas emissões. Por outro lado, os países membros da OPEC opõem-se claramente à adopção de medidas limitativas das emissões de CO<sub>2</sub> porque consideram que provocaria uma redução na procura de petróleo e gás natural. Consideram que a iniciativa de limitar as emissões deve partir dos grandes consumidores e não dos produtores.

Os países mais desenvolvidos argumentam que não se conhecem ainda, suficientemente, os previsíveis efeitos das medidas limitativas das emissões de CO<sub>2</sub>, sobre a economia e receiam que a competitividade das respectivas economias seja afectada. Aparentemente preferem esperar para ver e atrasar, tanto quanto possível, as reduções nas emissões até que os custos inerentes à adaptação às alterações do clima se tornem manifestamente superiores.

Estamos perante uma situação manifestamente complexa e incerta. É bem possível que, a curto prazo, possivelmente nos próximos 20 e 30 anos, não seja possível adoptar medidas limitativas das emissões de GEE numa escala e com uma amplitude que garanta uma redução significativa dos riscos das alterações climáticas. É, pois, prudente prever os custos que serão necessários para adoptar medidas no sentido de mitigar os efeitos das alterações climáticas onde elas forem mais pronunciadas e negativas. O caso de Portugal é, neste contexto, paradigmático.

As actuais previsões sobre alterações climáticas para a região em que nos integramos indicam que Portugal será negativamente afectado, em vários aspectos, já referidos, e especialmente pelo agravamento da tendência para a desertificação no Sul do país. Temos, porém, a vantagem de pertencer a um grande espaço económico que, no seu conjunto, poderá absorver com relativa facilidade os impactos adversos das previsíveis alterações climáticas. A solidariedade no seio da União Europeia irá ser certamente um factor determinante para minorar os efeitos negativos dessas alterações no Sul da Europa.

É necessário estar preparado para a eventualidade, muito provável, de o país ficar sujeito, nas próximas décadas, a significativas alterações climáticas. Há indicações de que algumas destas alterações se manifestam já de forma mais ou menos explícita. É prudente realizar estudos sobre o impacto das alterações climáticas na agricultura, nos recursos hídricos, nos ecossistemas, na saúde pública e, em geral, sobre toda a actividade social e económica. É prudente realizar estudos para poder prever os custos envolvidos na adaptação às eventuais novas condições climáticas nos mais variados sectores da vida social e económica. O empenhamento necessário a realizar este programa depende em grande parte de divulgar a perspectiva científica das alterações climáticas. Depende da análise crítica das actuais previsões sobre alterações climáticas e do esclarecimento público da problemática das emissões antropogénicas de GEE para a atmosfera e das suas previsíveis consequências sobre o clima.

#### REFERÊNCIAS

- [1] The IPCC Scientific Assessment. Report prepared for IPCC Working Group I. Edited by J. T. Houghton *et al.* Cambridge University, 1990.
- [2] The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment. Report prepared for IPCC Working Group I. Edited by J. T. Houghton *et al.* Cambridge University Press, 1992.
- [3] The IPCC Impacts Assessment. Report prepared for IPCC Working Group II. Edited by W. J. McG. Tegart. Australian Government Publishing Service, 1990.
- [4] Hadley Centre, Modelling Climate Change 1860-2050, Meteorological Office, U.K., 1995.
- [5] Thompson, Science, **268**, 59 (1995).
- [6] MENDES, J. C. e SANTO, F. E. — *Monografia n.º 43*, Instituto de Meteorologia, 1993.

Filipe Duarte Santos é professor catedrático da Faculdade de Ciências de Lisboa

# OS PRIMEIROS ANOS DA DESCOBERTA DA RADIOACTIVIDADE

L. SALGUEIRO

Centro de Física Atómica da Universidade de Lisboa

J. M. FERREIRA

Departamento de Física, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Neste artigo faz-se uma descrição dos principais factos, que levaram Antoine Henri Becquerel à descoberta da radioactividade natural, em Fevereiro de 1896, utilizando um sal de urânio. A descoberta foi comunicada à Academia das Ciências em Março do mesmo ano.

Salienta-se ainda a descoberta dos elementos radioactivos polónio e rádio, feita em 1898 por Marie e Pierre Curie; refere-se sucintamente a importância desta descoberta.

Cita-se a descoberta de outros elementos radioactivos e descrevem-se resultados obtidos por outros notáveis investigadores, no domínio da radioactividade, no período compreendido entre 1896 e 1905.

Faz-se uma curta biografia de Antoine Henri Becquerel.

A descoberta da radioactividade natural em 1896 por Antoine Henri Becquerel (Fig. 1), foi uma consequência da anterior descoberta dos Raios X por W. Conrad Roentgen, por razões facilmente compreensíveis. Com efeito, Becquerel lera um artigo em que Roentgen descrevia a descoberta de uma nova radiação, muito penetrante, produzida por raios catódicos; esta radiação também originava fosforescência no tubo de raios catódicos.

Este facto levou-o a pensar que certas substâncias tornadas fosforescentes por irradiação com luz visível, pudessem emitir uma radiação análoga aos Raios X. Esta hipótese, apesar de incorrecta, conduziu-o a uma importante descoberta.

Para testar a sua teoria Becquerel escolheu um composto fosforescente de urânio, procedendo da seguinte maneira: envolveu uma placa fotográfica em papel negro, colocou um cristal de um composto de urânio sobre o papel e expôs o conjunto à luz solar intensa. Após revelar a placa fotográfica verificou que aparecia a imagem do cristal de urânio.

Este cientista tivera o maior cuidado na preparação da experiência e assim concluiu que a luz do Sol tinha activado a fosforescência do cristal de urânio, o que confirmava a sua teoria.

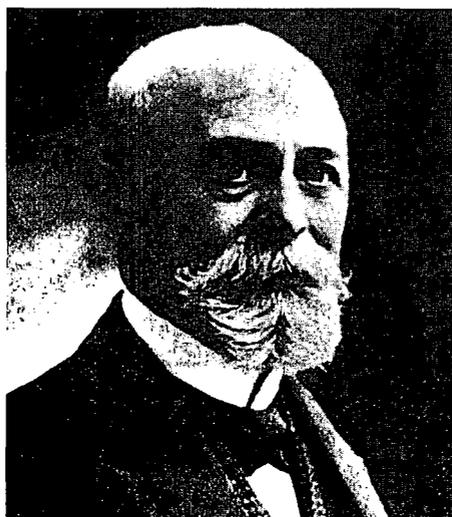


Fig. 1 — Antoine Henri Becquerel (1852-1908)

Repetiu a experiência interpondo entre a placa envolvida em papel negro e o sal de urânio uma lâmina de alumínio de 0,1 mm de espessura ou uma delgada lâmina de mica para impedir a passagem de qualquer vapor, tendo chegado às mesmas conclusões. Estes resultados foram comunicados à Academia das Ciências em 24 de Fevereiro de 1896.

No entanto, ocorreu um acidente, ou, pelo menos, houve a intervenção de um

acontecimento natural, que conduziu a uma nova era no domínio da física e da química: a idade atômica e nuclear!

Com efeito, em 24 e 27 de Fevereiro de 1896 Becquerel preparou uma nova série de experiências. No entanto, durante vários dias o Sol esteve intermitente e até ausente bastante tempo; o cientista encerrou o conjunto do sal de urânio e placa fotográfica numa gaveta, considerando que a luz solar não era suficiente para activar a fosforescência do cristal de urânio. Passados alguns dias resolveu revelar a placa fotográfica, esperando obter uma imagem muito fraca devido à fosforescência residual do sal de urânio. No entanto, com grande surpresa sua, verificou que a imagem obtida era tão intensa como a observada com a exposição a uma luz solar intensa!

Este resultado conduziu Becquerel a obter a conclusão correcta:

*A impressão da placa fotográfica, envolvida em papel negro, não era devida ao efeito da luz solar, mas à sua exposição ao cristal de urânio, mesmo na ausência de luz.*

Assim, as condições atmosféricas e o seu espírito investigador levaram-no à descoberta da Radioactividade Natural.

Em 2 de Março de 1896 fez uma comunicação à Academia das Ciências, da qual transcrevemos um curto extracto:

*"J'insisterai particulièrement sur le fait suivant qui me paraît tout à fait important et en dehors des phénomènes que l'on pouvait s'attendre à observer: les mêmes lamelles cristallines placées en regard de plaques photographiques, dans les mêmes conditions et au travers des mêmes écrans, mais à l'abri de l'excitation des radiations lumineuses incidentes et maintenues à l'obscurité, produisent encore les mêmes impressions photographiques. (...)"*

Repetiu as experiências com várias amostras de sais de urânio.

Uma exposição de quatro dias permitiu-lhe obter uma radiografia de um medalhão de alumínio, sobre o qual estava colocada uma camada de óxido de urânio, estando o conjunto sobre uma placa fotográfica encerrada num invólucro estanque à luz (Fig. 2).

Em Março de 1896 mediu a absorção da radiação emitida, em várias substâncias, tendo concluído que os referidos raios não eram homogêneos; observou ainda que as radiações emitidas pelos sais de urânio produziam a descarga de corpos electrizados e ionizavam o ar.

Posteriormente, verificou que o urânio metálico originava os mesmos fenómenos com grande intensidade. Além disso, previu que estas propriedades se deviam manifestar noutras substâncias.

No começo de 1897 E. Rutherford mostrou que os raios do urânio, utilizado por Becquerel, consistiam em duas espécies de radiações, as quais diferiam essencialmente pelo seu poder penetrante, e designou os menos penetrantes por raios alfa e os mais penetrantes por raios beta.

Marie Sklodovska Curie (Fig. 3) interessou-se vivamente pelos trabalhos referidos.



Fig. 2 — Radiografia original, de um medalhão de alumínio, obtida por Becquerel

Em 1898 verificou que o tório e seus compostos provocavam fenómenos análogos aos do urânio. Conclusões análogas foram obtidas por G. C. Schmidt.



Fig. 3 — Mme Curie (1867-1934)

A Fig. 4 mostra o positivo de uma radiografia da manta incandescente de gás, inventado por K. Auer Welbach, que após tratamento com sais de tório, foi colocada sobre uma placa fotográfica, coberta com uma lâmina de alumínio.

Pierre Curie (Fig. 5) abandonou as suas investigações para se dedicar à colaboração com sua mulher neste domínio.

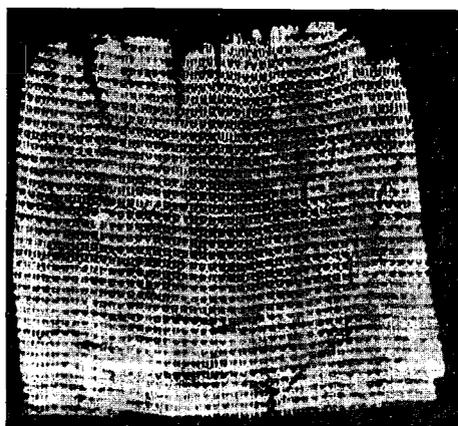


Fig. 4 — Positivo de uma radiografia da manta de Welbach, obtida com sais de tório

Becquerel concluiu ainda que amostras de pechblenda produziam um efeito muito mais intenso do que as outras substâncias ensaiadas.



Fig. 5 — Pierre Curie (1859-1906)

Por essa razão sugeri a Marie Curie que escolhesse para tese de doutoramento a investigação da origem da radioatividade do referido minério. Marie, juntamente com seu esposo, trabalhou o referido minério e conseguiram isolar dois novos elementos emitindo radiações muito mais intensas do que o urânio. O primeiro elemento foi designado por polônio, em homenagem à terra Natal de Mme Curie. O segundo foi designado por rádio. Concluíram que o rádio é 900 vezes mais activo do que o urânio.

A obtenção do rádio no estado puro demorou muitos meses e foram necessários três anos e meio para a determinação do seu peso atômico.

Mme Curie propôs chamar radioactivas às substâncias emitindo espontaneamente radiação.

M. Debiere extraiu, em 1899, o elemento radioactivo actínio do referido minério.

As comunicações à Academia das Ciências da descoberta dos elementos radioactivos polônio e rádio foram feitas, respectivamente, em 18 de Julho e Dezembro de 1898, dois anos após a descoberta da radioactividade natural.

O rádio liberta espontaneamente energia calorífica, emite luz visível na obscuridade (Fig. 6), produz ionização nos gases, impressiona placas fotográficas, produz efeitos químicos, pode originar lesões nos tecidos, etc.



Fig. 6 — Mme Curie lendo com luz emitida por uma amostra de rádio

Na Fig. 7 mostra-se um positivo obtido a partir do negativo de uma placa fotográfica encerrada num envelope não permeável à luz, na qual se escreveram algumas letras com um tubo contendo alguns miligramas de rádio.

Pierre Curie emprestou a Becquerel uma pequena quantidade de uma preparação de rádio, contida num tubo de vidro, para demonstrar as suas propriedades aos

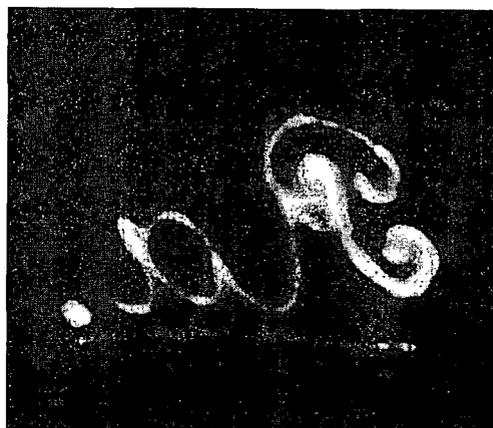


Fig. 7 — Escrita com rádio numa placa fotográfica

alunos durante uma aula. Becquerel colocou o tubo num bolso do casaco, onde permaneceu algumas horas. Alguns dias mais tarde o referido cientista notou que a pele por baixo da região em que estivera o rádio apresentava uma zona vermelha de dimensões correspondentes às do tubo de rádio. Alguns dias depois sentiu uma dor profunda e a pele começou a soltar-se, o que o levou a consultar um médico. Fez o tratamento utilizado para uma queimadura vulgar, ficando curado ao fim de dois meses.

Pierre Curie colocou durante dez horas, sobre a sua mão, uma amostra de rádio, análoga à que emprestara a Becquerel, tendo obtido um resultado análogo ao descrito; apenas conseguiu a cura ao fim de quatro meses. Os médicos, alertados por estas experiências, fizeram um estudo sistemático da acção do rádio em animais e seres humanos, concluindo que poderia haver uma acção prejudicial, mas por outro lado previram que o seu emprego poderia levar a aplicações benéficas, designadamente no tratamento do cancro.

O casal Curie e Becquerel foram agraciados com o prémio Nobel de Física em 1903; Becquerel obteve o prémio *pela descoberta da radioactividade natural e os Curie pelas suas investigações sobre o fenómeno da radioactividade descoberto por aquele cientista.*

Em 1899, H. Becquerel e outros investigadores mostraram que os raios alfa e beta eram desviados por campos eléctricos e magnéticos e no mesmo ano J. Elster e H. Geitel determinaram experimentalmente a lei das desintegrações radioactivas.

Em Janeiro desse ano, E. Rutherford descobriu a emissão do tório.

Verificou-se depois a existência da emissão do rádio. As referidas emissões ionizam os gases, impressionam placas fotográficas e comportam-se como um gás.

Nos Comptes Rendus de 30 de Abril de 1900 Paul Villard comunicou que havia descoberto radiações não desviadas pelos campos magnéticos.

Estes raios eram muito penetrantes e foram designados por raios gama. Os resultados foram posteriormente confirmados por Becquerel.

No entanto, não foi dada muita atenção aos referidos raios até ao fim de 1904.

Em 1903, Debierne concluiu que o actínio emitia emissões análogas às do tório e rádio. Neste ano, William Crookes e, independentemente, J. Elster e H. Geitel verificaram que um alvo de sulfureto de zinco sob a acção da radiação alfa apresentava cintilações observáveis com um microscópio; Rutherford sugeriu que esse método poderia servir para a contagem de partículas alfa.

Este físico e F. Soddy em 1903 mostraram que cada processo radioactivo corresponde a uma transmutação de elementos e no fim de 1904 Rutherford apresentou alguns descendentes do rádio, bem como as suas vidas médias.

A descoberta da radioactividade e do rádio levou à publicação em jornais e revistas, de artigos, muitos dos quais com grande dose de fantasia.

Por curiosidade transcrevemos uma notícia publicada no jornal *St. Louis Post-Dispatch*, em 3 de Outubro de 1903:

### A grain of the most wonderful and mysterious metal in the world to be shown in St. Louis in 1904

"Its power will be inconceivable. By means of the metal all the arsenals in the world might be destroyed. It could make war impossible by exhausting all the accumulated explosives in the world... It is even possible that an instrument might be invented which at the touch of a key would blow up the whole earth and bring about the end of the world."

Antes de terminar vamos indicar uma breve biografia de H. Becquerel.

Antoine Henri Becquerel descendia de uma família famosa. Tanto seu pai E. Becquerel como seu avô haviam trabalhado no problema dos fenómenos de fluorescência produzidos por radiação visível e ultravioleta nos sais de urânio. Estas experiências levaram H. Becquerel a fazer pesquisas neste domínio.

Nasceu em 1852, tendo frequentado a Escola Politécnica de Paris, onde obteve o grau de Doutor. Foi engenheiro no departamento francês de estradas e pontes e ensinou física no Museu de História Natural, em Paris. Foi-lhe oferecida a cátedra, que seu avô e pai haviam ocupado.

Em 1895, foi nomeado professor de Física da Escola Politécnica.

Um ano mais tarde fez a descoberta que o tornou célebre. Continuou os seus estudos no importante domínio da radioactividade, até à sua morte, ocorrida em 1908.

Limitámos este artigo ao período compreendido entre 1896 e 1905, que corresponde a uma época em que se produziu um notável avanço da física; procurámos descrever os principais factos ocorridos.

Não é possível, num artigo deste tipo, fazer uma descrição das descobertas posteriores, que se prolongam até aos nossos dias. Não deixamos, no entanto, de referir que numerosos cientistas de renome mundial, como, por exemplo, E. Rutherford, já se haviam notabilizado, durante o período considerado, no estudo de fenómenos referentes a este domínio da ciência.

Para terminar, façamos votos para que tão importante descoberta conduza de futuro apenas a aplicações benéficas para a humanidade.

#### BIBLIOGRAFIA

- BEQUEREL, H. — *Comp. Rend.*, 122, p. 420, 1896.  
BEQUEREL, H. — *Comp. Rend.*, 122, p. 501, 1896.  
JAUNCEY, G. E. M. — *The early years of radioactivity*, American Journ. of Phys. 14, pp. 226-241, 1946.  
MAGIE, W. F. — *A source book in Physics*, Mc. Graw Hill, New York, 1935.  
NIEWENGLAWSKI, G. H. — *Les Rayons X et le Radium*, Librairie Hachette, 1924.  
ROBERTS, R. M. — *Accidental discoveries in Science*, John Wiley & Sons, New York, 1989.  
SHAMOS, M. H. — *Great Experiments in Physics*, Holt, Rinehart and Winston, New York, 1959.  
SODDY, F. — *The story of Atomic Energy*, Nova Atlantis, London, 1949.

**L. Salgueiro é Professora Jubilada da Fac. de Ciências da Univ. de Lisboa e J. M. Ferreira é Professor Auxiliar na Univ. de Trás-os-Montes e Alto Douro, Departamento de Física**

# A REALIDADE VIRTUAL NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA FÍSICA E DA QUÍMICA

JORGE A. TRINDADE

Instituto Politécnico da Guarda — 6300 Guarda  
(E-Mail: alberto@nautilus.fis.uc.pt)

CARLOS FIOLEAIS

Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia  
da Universidade de Coimbra — 3000 Coimbra  
(E-Mail: tcarlos@hydra.ci.uc.pt)

As tecnologias da Realidade Virtual estão a atingir alguma maturidade. Para tal muito contribuíram progressos recentes tanto em *hardware* (processamento rápido e novos interfaces homem-máquina) como em *software* (linguagens mais poderosas e de mais fácil utilização). São cada vez mais numerosas e diversificadas as suas aplicações em domínios que vão do entretenimento à educação e à ciência, passando pela arquitectura, arte, indústria, comunicação, etc.. Na educação, e em particular no ensino e aprendizagem das ciências exactas e naturais, estão em curso trabalhos para avaliar concretamente as possibilidades dessas novas tecnologias. Os dois casos mais salientes são, na Química, o *Chemistry World*, ambiente virtual para estudar átomos e moléculas, e, na Física, o *Newton World*, ambiente para o estudo da colisão de partículas.

## Introdução

A Realidade Virtual nasceu nos EUA fruto dos esforços conjuntos de alguns visionários dos anos 60 e 70 e da poderosa tecnologia militar norte-americana. Actualmente, autores como Hans Moravec antevêm ambientes virtuais, como o que descreve no seu livro *Homens e Robots — O futuro da inteligência humana e robótica*, em que um utilizador informático pode "dialogar" e "fazer experiências" com personalidades da Física como Newton e Einstein [9]. Outros autores antevêm a possibilidade de ligar sistemas informáticos multisensoriais a instrumentos físicos, como o microscópio de força atómica, de modo a "sentir", por exemplo, as forças atómicas.

A Realidade Virtual baseia-se na construção computacional de ambientes gráficos tridimensionais. Por meio de *hardware* específico (luva e fato de dados, capacete, etc.), consegue-se, em tempo real, a interacção e manipulação com elementos desses cenários, numa completa

sensação de imersão num mundo "alternativo". Interactividade (navegação, escolha do referencial, etc.), manipulação (realização de acções de forma idêntica à do mundo real, como por exemplo, o lançamento de uma bola) e imersão (a maioria das sensações provêm do ambiente virtual) são os três pilares que distinguem estas novas técnicas, que constituem uma extensão das simulações convencionais num ecrã de computador. Partindo do princípio que se tratam de metodologias que devem ser divulgadas, e nunca esquecendo que as realidades que imaginamos e criamos são sempre substitutos mais ou menos pobres da realidade onde vivemos, vamos apresentar um panorama breve mas actualizado das aplicações da Realidade Virtual no ensino e na aprendizagem das ciências, concentrando a nossa atenção no caso da Química e da Física.

Anunciada como uma das grandes revoluções tecnológicas dos anos 90, a Realidade Virtual é hoje alvo de numerosas pesquisas, que começam a apresen-

tar resultados concretos. Assim, é grande o número de universidades e outras instituições que investigam nesta área, especializando-se em domínios como a telepresença e o teletrabalho, o apoio a deficientes, a visualização científica e técnica, a educação, etc. Nestes dois últimos domínios citam-se, a título de exemplo:

— No Reino Unido, os trabalhos desenvolvidos pela Universidade de York em colaboração com o grupo *Glaxo* e a empresa *Division*. Estudam as capacidades de imersão e interacção da Realidade Virtual para explorar estruturas moleculares complexas.

— Na Alemanha, as pesquisas no *Institut fuer Bildmedien* sobre o *Extended Virtual Environment*. O objectivo é a visualização de certos modelos científicos (um exemplo é o *Hot Early Universe Soup*).

— Na Austrália, o *Theoretical Particle Physics Group* da Universidade de Melbourne testa a aplicação das tecnologias do virtual em simulações científicas.

— Nos EUA, a quantidade e diversidade de trabalhos de investigação são maiores: na Universidade da Carolina do Norte, utiliza-se uma bicicleta virtual (*Mountain Bike*) para explorar uma paisagem, incluindo aspectos microscópicos desta como a estrutura molecular; o *Computer Museum*, em Boston, com o apoio da *National Science Foundation*, elaborou o *Virtual Adventure: Exploring a Human Cell*, um ambiente de construção de uma célula humana juntando os seus vários componentes; a NASA-Ames, na Califórnia, realiza o projecto *Virtual Wind Tunnel* destinado a analisar o movimento complexo de um fluido em torno de um obstáculo tridimensional.

— Em Portugal, a Faculdade de Motricidade Humana da Universidade Técnica de Lisboa efectuou estudos ergonómicos, no quadro de um projecto apoiado pelo Ministério da Educação, para projectar novo equipamento escolar [3].

As investigações nestas áreas e noutras relacionadas contribuem de forma significativa para a construção de novo *hardware* e o desenvolvimento de novo *software*. No primeiro caso, procura-se que os novos sistemas de *input/output* tragam mais realismo, facilitem as tarefas de navegação e estimulem os sentidos da visão, da audição e do tacto de forma adequada. No segundo caso, que a concepção, visualização e exploração de ambientes virtuais sejam, cada vez mais, tarefas ao alcance de todos os interessados. Tem-se verificado um decréscimo acentuado dos custos do equipamento e *software* necessários para actividades de Realidade Virtual, tendência essa que deve continuar. Se, no passado, eram precisos supercomputadores ou super estações gráficas para realizar essas actividades, hoje pode-se pensar em utilizar computadores pessoais de alto de gama.

Alguns críticos destas tecnologias referem que o uso de equipamentos como o capacete (H.M.D. — *Head-Mounted Display*) e a luva de dados (*dataglove*) constituem, por um lado, um entrave à liberdade de movimentos e, por outro, provocam sensações incómodas. De

facto, o *hardware* de visualização que apareceu de início no mercado (capacete com visor baseado num tubo de raios catódicos) era pesado e incómodo. Actualmente estão em testes finais novos tipos de interfaces que permitem uma maior liberdade de movimentos, por meio de uma redução efectiva de peso e de dimensões, e asseguram por isso maior conforto. Refiram-se, pelo seu carácter inovador, os trabalhos sobre visualização realizados no *Human Interface Technology Laboratory* da Universidade de Washington. Aqui, investiga-se a possibilidade de um sistema combinado de lasers e espelhos varrer a grande velocidade o olho com um feixe de intensidade muito fraca para “inscrever” imagens directamente na retina. Diminui-se assim o peso e o volume do capacete, aumentando significativamente a resolução da imagem visualizada. Parece, de facto, uma técnica muito estranha mas muitas das técnicas que hoje utilizamos no quotidiano pareceram muito estranhas quando foram propostas e experimentadas pela primeira vez.

#### Aplicações da Realidade Virtual em Educação

No campo educativo, o uso da Realidade Virtual encontra-se devidamente justificado [12, 14, 17]. Expõem-se algumas ideias que parecem ter reunido o consenso de vários especialistas em educação:

— Sendo a educação um processo em que a interacção entre o sujeito e o ambiente é fundamental, qualquer cenário virtual constitui um ambiente educacional.

— Os processos psicológicos num ambiente virtual são muito semelhantes aos processos correspondentes num ambiente educativo real.

— Na área educativa, a riqueza das sensações tácteis é frequentemente negligenciada, voluntária ou involuntariamente. Por vezes criam-se imagens mentais incorrectas pela ausência e impossibilidade de sentir os objectos reais.

— Na experimentação científica, a manipulação de objectos é fundamental. Sem ela, os alunos dificilmente compreendem o conteúdo, significado e alcance de uma experiência ou mesmo os conceitos que lhe estão subjacentes. No caso em que a manipulação de certos objectos é difícil, perigosa ou dispendiosa, eles poderão ser substituídos por objectos virtuais.

— A Realidade Virtual facilita a formação de modelos conceptuais correctos e a aprendizagem. O aluno experimenta novas vivências em ambientes que resultam de cálculos computacionais complexos. Por exemplo, a aproximação e o afastamento a um corpo podem ser feitos de forma mais arbitrária num ambiente virtual. Assim, quando nos aproximamos de um objecto, podemos gradualmente aperceber-nos dos seus detalhes, até “visualizar” a sua estrutura atómica, podendo mesmo “entrar” num átomo, interferir com a distribuição dos seus electrões, etc. Por outro lado, podemos gradualmente

afastar-nos de um corpo, uma mesa por exemplo, saindo da casa, da cidade, do país, da Terra, do Sistema Solar, etc.

### Aplicações no Ensino/Aprendizagem da Física e Química

Apresentam-se de seguida dois projectos pioneiros da aplicação da Realidade Virtual em educação, nos domínios da Química e da Física. Desenvolvidos por instituições norte-americanas, esses trabalhos merecem ser destacados quer pela sua dimensão e investimentos humano e financeiro, quer pela importância que dão à aplicação destas novas tecnologias no ensino.

No *Human Interface Technology Laboratory*, da Universidade de Washington, desenvolve-se o projecto *Virtual Reality Roving Vehicle*, financiado pela *West Foundation* [12]. O seu objectivo é possibilitar a alunos e professores conhecimentos e experiências em sistemas de Realidade Virtual. Trata-se de um projecto dirigido aos diversos níveis do ensino em ciências exactas e naturais, desde o mais básico até ao pré-universitário, onde se pretende avaliar: a) se os estudantes conseguem utilizar novas tecnologias não só na exploração como também na construção de ambientes virtuais; b) se a exploração de ambientes virtuais facilita ou não o processo de aprendizagem; c) se a Realidade Virtual é melhor ou pior do que outras técnicas de aprendizagem e porquê.

A aprendizagem é aqui encarada sob dois aspectos: participação directa dos alunos na construção de ambientes virtuais e interacção com cenários construídos. Na primeira situação, os aprendizes participaram na construção de ambientes relativos aos ciclos da água, do azoto e do dióxido de carbono e ainda às transformações de energia; no segundo caso, mais relacionado com objectivos curriculares, o projecto conta com um ambiente virtual para o ensino da Química (*Chemistry World*) [2]. Trata-se de um ambiente constituído por electrões, prótons e neutrões, a partir dos quais os alunos constroem átomos e moléculas, manipulando variáveis como o nível de energia e o spin dos electrões.

A avaliação do ensino/aprendizagem teve por base um grupo de 40 alunos, cujo objectivo era a construção da molécula da água. Os alunos foram inicialmente sujeitos a um teste escrito, sem o contacto com o cenário virtual, para assim avaliar os seus conhecimentos, lacunas e dificuldades. No final, foram submetidos a um teste oral, a partir da sua vivência e conduta orientadas no ambiente virtual. Foram inquiridos sobre as questões que tinham falhado, ou em que haviam manifestado dificuldades.

Apesar da reduzida dimensão da amostra utilizada, os resultados obtidos permitem tirar duas conclusões: a) a generalidade dos alunos consegue aprender um determinado assunto, pelo menos em parte, por manipulação sem conhecer as leis formais que o regem; b) a Realidade

Virtual pode e deve ser encarada como uma nova ferramenta educacional, que ajuda os estudantes, por exemplo, na elaboração de modelos conceptuais.

No domínio da Física, o destaque vai para as Universidades de George Mason (Virginia) e de Houston-Downtown (Texas), que em colaboração com o *Virtual Reality Laboratory* do Centro Espacial Johnson e sob a orientação de R. Bowen Loftin e de Chris Dede, realizam o projecto *Science Space*, financiado pela *National Science Foundation* [14].

Este projecto assenta na ideia de que a mecânica newtoniana não é facilmente perceptível em situações do quotidiano [18]. Com efeito, são frequentes as situações em que estudantes terminam os seus estudos com as mesmas falhas com que os começaram, um problema sobre o qual se debruçaram vários investigadores [4-8, 10, 11, 13, 15-17]. Algumas dessas falhas envolvem conceitos como massa, aceleração, força e velocidade e, segundo Halloun e Hestenes [6], elas ocorrem porque os quadros de referência em que os alunos se apoiam entram em conflito com os conceitos que lhes pretendemos comunicar. Exemplos de noções erradas são: o movimento constante de um corpo requer a actuação constante de forças; a aceleração e força são sinónimos; a geometria de um objecto e as suas propriedades físicas condicionam o seu movimento em queda livre no vácuo; corpos em repouso podem servir para parar ou alterar o movimento de um objecto em colisão sem serem agentes de força; etc.. O projecto compreende uma avaliação da funcionalidade do sistema, incluindo a adaptação dos utilizadores ao ambiente virtual, e da eficácia da sua utilização no ensino/aprendizagem da Física, incluindo a identificação das vantagens em relação aos métodos tradicionais. Para tal traçaram-se os seguintes objectivos:

— Elaboração de um conjunto de ambientes virtuais para analisar o potencial da imersão e percepção multi-sensorial no ensino e na aprendizagem da Física.

— Visualização e interacção com ambientes virtuais para desenvolver analogias e contrastes com a experiência diária. Interessam particularmente as matérias consideradas difíceis de ensinar e aprender, por exigirem maior capacidade de abstracção. Não havendo a possibilidade de ver e/ou sentir o objecto real, não existe um termo de comparação que facilite a criação de uma representação mental.

— Análise das dificuldades pedagógicas associadas a certas matérias para saber se elas se podem ultrapassar mais facilmente com base na manipulação de cenários virtuais em situações de complexidade crescente (usam-se representações múltiplas e diferenciadas dos mesmos fenómenos reais).

— Comparação dos progressos de aprendizagem obtidos com *hardware* específico para ambientes virtuais e com equipamento computacional tradicional, como simulações bidimensionais num ecrã de pequeno formato.

As diferenças permitirão clarificar a utilidade real do equipamento multisensorial de imersão e navegação em ambientes virtuais e contribuir para o *design* de novos equipamentos.

Para a concretização destes objectivos conceberam-se dois ambientes virtuais [14, 18]:

— O *Virtual-Physics Laboratory* constituído por duas bolas, um pêndulo, uma mesa, painéis de controlo de vários parâmetros (o coeficiente de restituição para cada bola, a magnitude e direcção da aceleração da gravidade, o coeficiente de atrito entre as bolas e a superfície de apoio) e instrumentos de medida (cronómetro digital, dispositivo para medição de distâncias e registo da trajectória das bolas). Neste tipo de ambiente podem realizar-se “experiências” que seriam de todo impossíveis no mundo real, como por exemplo anular ou inverter a gravidade.

— O *Newton World*, ambiente virtual para o estudo da colisão de partículas. É constituído por duas bolas de massa e dimensões variáveis, um corredor ladeado por colunas igualmente espaçadas e menus para selecção dos valores das massas, coeficientes de atrito, coeficientes de restituição e dimensões das bolas (Figura 1). Numa primeira versão as tarefas eram executadas na ausência de gravidade e de atrito, com vista à melhor compreensão das leis de Newton. É possível usar diferentes referenciais, como por exemplo o do centro de massa do sistema de bolas (Figura 2).

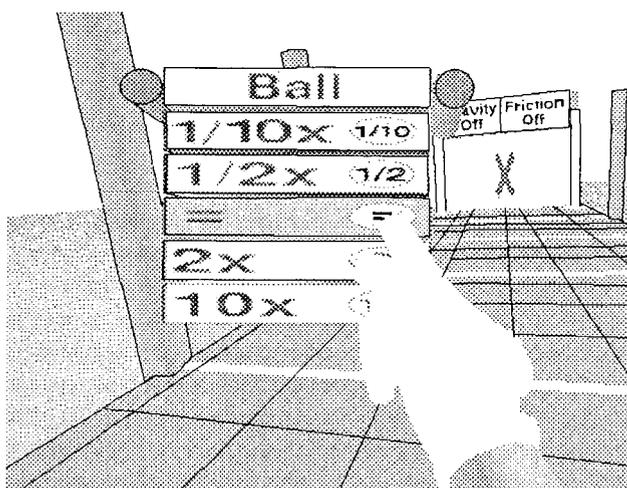


Fig. 1 — Um cenário do *Newton World*, ambiente virtual para o estudo da colisão de partículas. O utilizador altera com o dedo o valor da massa de uma das bolas. Excepto a mão, tudo na imagem é virtual, isto é, o cenário é criado computacionalmente.

As versões futuras destes dois trabalhos prevêm ambientes envolvendo conceitos mais sofisticados, nomeadamente princípios de conservação de energia, momento angular e quantidade de movimento.

Para testar neste projecto a eficácia da Realidade Virtual, foi escolhida uma população-alvo diversificada

com pessoas sem formação em Física e utilizadores com formação académica, como engenheiros por exemplo. Com os alunos nos anos iniciais da sua formação em Física, pretendeu-se conhecer os requisitos mínimos do

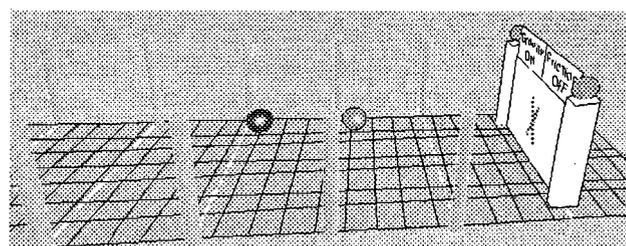
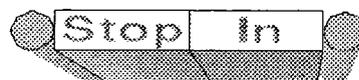


Fig. 2 — Duas bolas em rumo de colisão no ambiente virtual *Newton World*, numa situação em que é desprezado o atrito. A opção *In* no menu permite observar o sistema de bolas em colisão a partir do referencial do centro de massa. É claro que, na vida real, é perigoso estar no centro de massa de um sistema em colisão...

sistema virtual, a experiência necessária por parte do utilizador e o nível mais elementar do ensino da Física em que se podem usar estas tecnologias.

Toda a população foi submetida a um inquérito preliminar com vista a determinar o estado de saúde, a experiência anterior com este ou outros sistemas informáticos, o nível de conhecimentos, os interesses científicos, etc.. Depois, já inseridos no ambiente virtual, os sujeitos foram submetidos a um conjunto de testes práticos com vista a determinar as suas preferências pelas diversas modalidades de interface. Assegurou-se que o equipamento estava correctamente ajustado e havia equilíbrio fisiológico “dentro” do ambiente. Este equilíbrio é importante já que existem situações em que os utilizadores sofrem de mal-estar em resultado de conflitos cerebrais, por exemplo, quando os olhos captam acções e movimentos que não são acompanhados pelo ouvido interno.

Os resultados obtidos não permitem ainda cobrir a totalidade dos tópicos que se pretendiam avaliar. Contudo, em relação à funcionalidade e adaptabilidade ao sistema virtual há já algumas conclusões. Assim, os utilizadores mostraram alguns problemas na criação de pontos de referência e na utilização de algum *hardware* de *input* (o rato tridimensional) e *output* (o capacete de tecnologia de raios catódicos, devido ao seu peso). Por outro lado, manifestaram preferência pela utilização da voz como mecanismo de *input*, em vez do gesto, e preferência por este, em vez de menus.

## Conclusões

No domínio das ciências exactas e naturais surgiram nos últimos anos alguns trabalhos que pretendem avaliar as aplicações da Realidade Virtual em processos de ensino e aprendizagem das ciências, em geral, e da Química e Física, em particular. Devido à complexidade e diversidade das variáveis a analisar, os resultados não são ainda muito conclusivos. Assim, novos estudos devem passar por uma maior abrangência nas amostras utilizadas para a avaliação, bem como por uma maior proximidade dos objectivos curriculares.

No entanto, uma coisa parece certa: se estas tecnologias, pelas suas características, permitem captar a atenção do aluno (seduzido pela aventura, o desafio e o jogo), oferecem decerto uma experiência pedagógica única e inesquecível. A aliança das vertentes educacional e lúdica numa mesma experiência torna-a extremamente poderosa. Algumas empresas compreenderam já a importância desta aliança, como é o caso da norte-americana *Evans & Sutherland*. Entre outros produtos para o mercado educacional, desenvolveu o planetário *Digistar II* capaz de simular movimentos de astros no espaço tridimensional e gerar efeitos especiais de navegação nesse espaço. Quer dizer, o aluno ou o espectador do planetário pode "entrar" dentro do Sistema Solar e acompanhar o movimento dos planetas...

É opinião consensual dos professores e educadores que nada pode substituir completamente o contacto com a realidade que nos cerca, o Mundo que é afinal o objecto das ciências físico-químicas. Mas é notável que possamos hoje, com a ajuda de computadores, criar mundos alternativos onde experimentemos as sensações de movimento e acção. Dado o ritmo a que estão a ocorrer progressos no domínio das tecnologias da informação e o presumível impacte desses progressos na ciência e no ensino, sugere-se que a comunidade científico-pedagógica se envolva em projectos de investigação e/ou divulgação de tecnologias desse tipo. De resto, a Realidade Virtual é apenas uma entre um leque de possibilidades que estão abertas e precisam de ser exploradas e avaliadas. É responsabilidade dos professores e educadores actualizarem, sempre que possível, os seus meios e técnicas de ensino, por forma a assegurarem aos seus alunos, em cada momento, os processos de aprendizagem que julgarem mais adequados.

## Referências

Nota: devido à rapidez com que aparecem novas informações, algumas das referências citadas são endereços de páginas WWW na Internet. As figuras deste artigo foram também extraídas da Internet.

- [1] BRYSON, Steve: *Virtual Reality Takes on Real Physics Applications*, Computers in Physics **6** (1992) 346.
- [2] BYRNE, Chris: *High School Chemistry Education and Virtual Reality*, Human Interface Technology Laboratory, January 1996, [http://www.hitl.washington.edu/projects/learning\\_center/publications.html](http://www.hitl.washington.edu/projects/learning_center/publications.html)
- [3] CAMACHO, Lurdes: *Memórias de um Tempo Futuro — Realidade Virtual e Educação*, Hugin, Lisboa, 1996.
- [4] CHAMPAGNE, Audrey B.; Klopfer, Leopold E. and Anderson, John H.: *Factors Influencing the Learning of Classical Mechanics*, American Journal of Physics **48** (1980) 1074.
- [5] CLEMENT, John: *Student's Preconceptions in Introductory Mechanics*, American Journal of Physics **50** (1982) 66.
- [6] HALLOUN, I. A. and Hestenes, D.: *Common Sense Concepts About Motion*, American Journal of Physics **53** (1985) 1056.
- [7] LAWSON, Ronald A. and McDermott, Lillian C.: *Student Understanding of the Work-Energy and Impulse-Momentum Theorems*, American Journal of Physics **55** (1987) 811.
- [8] McDERMOTT, Lillian C.; Rosenquist, Mark L. and van Zee, Emily H.: *Student Difficulties in Connecting Graphs and Physics: Examples from Kinematics*, American Journal of Physics **55** (1987) 503.
- [9] MORAVEC, Hans; *Homens e Robots — O Futuro da Inteligência Humana e Robótica*, Gradiva, colecção Ciência Aberta, n.º 57, Lisboa, 1992.
- [10] PROVIDÊNCIA, M. Constança: *Problemas Pedagógicos do Ensino da Dinâmica*, Gazeta da Física **8** (1985) 83.
- [11] PROVIDÊNCIA, M. Constança: *Problemas Pedagógicos do Ensino da Dinâmica-II*, Gazeta da Física **9** (1986) 25.
- [12] ROSE, Howard; *Assessing Learning in VR: Towards Developing a Paradigm Virtual Reality Roving Vehicles (VRRV) Project*, Human Interface Technology Laboratory, Report N.º TR-95-1, February 1995.
- [13] ROSENQUIST, Mark L. and McDermott, Lillian C.: *A Conceptual Approach to Teaching Kinematics*, American Journal of Physics **55** (1987) 407.
- [14] SCIENCE SPACE PROJECT: *The Potential Importance of Virtual Reality Technology for Science Instruction*, July 1994, <http://www.jsc.nasa.gov/cssb/vrt/ScienceSpace/>.
- [15] TROWBRIDGE, David E. and McDermott, Lillian C.: *Investigation of Student Understanding of the Concept of Velocity in One Dimension*, American Journal of Physics **48** (1980) 1020.
- [16] TROWBRIDGE, David E. and McDermott, Lillian C.: *Investigation of Student Understanding of the Concept of Acceleration in One Dimension*, American Journal of Physics **49** (1981) 242.
- [17] WINN, William: *A Conceptual Basis for Educational Application of Virtual Reality*, Human Interface Technology Laboratory, January 1996, [http://www.hitl.washington.edu/projects/learning\\_center/publications.html](http://www.hitl.washington.edu/projects/learning_center/publications.html)
- [18] YAM, Philip: *Surreal Science — Virtual Reality Finds a Place in the Classroom*, Scientific American **268** (1993) 103.

Jorge A. Trindade é Professor Adjunto na Escola Superior de Tecnologia e Gestão no Instituto Politécnico da Guarda e Carlos Fiolhais é Professor Associado no Departamento de Física da Universidade de Coimbra

# NORMAS, RECOMENDAÇÕES, SÍMBOLOS E TERMINOLOGIA: ACESSO E UTILIZAÇÃO

GUILHERME DE ALMEIDA

Escola Secundária Marquês de Pombal, Rua Alexandre Sá Pinto — 1300 Lisboa

Os professores, investigadores, engenheiros, estudantes universitários e outros utilizadores da ciência e da técnica necessitam, mais tarde ou mais cedo, de consultar normas e publicações relativas à simbologia e terminologia das grandezas e unidades físicas. Mas onde e como se obtêm essas normas? A que instituições deveremos dirigir-nos?

Neste artigo dão-se várias indicações sobre as diversas organizações emissoras de normas, sobre o modo de aceder às várias normas e sobre a especificidade de cada organização relativamente ao âmbito das normas emitidas. Referem-se ainda alguns exemplos correntes de atropelos à simbologia e à terminologia internacionalmente aceites.

## 1. Introdução

A terminologia e a simbologia a utilizar para as grandezas e unidades Físicas devem obviamente ser uniformes. Quem trabalha com grandezas e unidades físicas conhece as vantagens que decorrem da utilização de uma simbologia e de uma terminologia correctas e actualizadas, internacionalmente aceites. Contudo, na maior parte dos casos, no momento em que precisamos dessas informações não dispomos de muito tempo. Muitas vezes subsistem dúvidas sobre a metodologia a seguir para ter acesso à documentação pretendida.

São muitas, e por vezes urgentes, as circunstâncias que nos levam a precisar de tal documentação. Para mais, num relatório, numa tese, ou até em trabalhos universitários correntes, é muitas vezes exigida a utilização de unidades SI, assim como o uso de terminologia e simbologia adequadas. E é sempre preferível que a coerência e o bom senso se imponham. Com uma consulta adequada, feita em tempo oportuno, podem-se evitar muitos aborrecimentos.

Para algumas grandezas menos vulgares, sobretudo se as não utilizamos há muito tempo, a correspondente unidade SI, ou seu símbolo, pode não nos ocorrer imediatamente, ou suscitar dúvidas. Podemos precisar da definição dessa unidade, ou de indicar a dimensão, no SI, de uma determinada grandeza. Podemos ainda ter dúvidas quanto à terminologia a seguir para designar uma determinada grandeza, em conformidade com as normas existentes, ou precisar de adoptar um modo particular de representação escrita, internacionalmente aceite.

Uma das vantagens importantes do uso dos símbolos internacionalmente adoptados é a de tornar muitas vezes desnecessário explicar o significado de cada símbolo, numa equação, utilizando aqueles que são internacionalmente reconhecidos. Richard Feynman, deu por essas vantagens ainda muito jovem: "percebi então que, se quero falar com as outras pessoas, tenho de usar os símbolos normais, pelo que acabei por desistir dos meus símbolos" (Feynman e Leighton, *Retrato de um físico enquanto homem*, Gradiva Publicações, 1988, pág. 30).

Também é preciso, com alguma frequência, fazer a conversão de unidades do e para o Sistema Internacional de Unidades (SI), o que obriga por vezes a fazer consultas, sobretudo no caso das unidades de utilização menos frequente. E quem é que nunca teve necessidade de esclarecer o significado e âmbito de aplicação de determinados símbolos matemáticos, de modo a empregar o símbolo adequado à situação com que se depara?

## 2. Algumas incorrecções frequentes

Dúvidas e hesitações todos podemos ter, e isso não é motivo para criticar ninguém. Existem normas e muitas outras publicações, embora seja preciso procurá-las, o que pressupõe conhecer as instituições que nos podem disponibilizar o acesso a essa documentação. É sabido que a Sociedade Portuguesa de Física (SPF) não é, obviamente, uma instituição emissora de normas. Também não lhe compete distribuí-las pelas escolas nem possui as condições legais para o poder fazer, embora por vezes alguns professores — com as melhores intenções — peçam normas à SPF, que não tem condições para corresponder a tais pedidos. Esta atitude é louvável mas está deslocada, por se dirigir a uma instituição com diferentes finalidades.

A ausência de informação que por vezes existe relativamente às normas e recomendações, nacionais e internacionais, sobre simbologia e terminologia das grandezas e unidades físicas, e também sobre o SI, conduz a diversas incorrecções que urge rectificar. Indicam-se seguidamente alguns exemplos.

— Diz-se que uma corrente eléctrica é “alterna” (o termo correcto é alternada)

— Afirma-se — por vezes “com muita segurança” — que a dioptria “é” uma unidade do Sistema Internacional, o que não é verdade.

— Fala-se em “volts eficazes”, como se houvesse, no SI, “volts” maiores e menores. Os atributos “eficaz”, “de pico”, etc., aplicam-se à grandeza e não à unidade: teremos assim, por exemplo, uma tensão eficaz de 12 V.

— Há quem chame “massa específica” à massa volúmica e também quem dê o nome de “calor específico” à capacidade térmica mássica.

— Continua-se a indicar (incorrectamente, é claro) temperaturas em “graus centígrados”, quando deveriam ser Celsius (esta é a única excepção para um nome de unidade com a primeira letra maiúscula), e também em “graus Kelvin” (o nome desta unidade é kelvin)

— Persiste o mau hábito de representar simbolicamente o seno do ângulo  $\alpha$  por “sen  $\alpha$ ”. A notação cor-

recta, mesmo de acordo com as normas portuguesas, é  $\sin \alpha$ .

— Insiste-se na utilização de “Kg” como símbolo do quilograma e de “Km” como símbolo do quilómetro (o símbolo do prefixo “quilo” é k (minúsculo).

— Emprega-se indevidamente o símbolo  $s$  para designar uma coordenada. Este é o símbolo a utilizar para representar a *distância* medida ao longo da trajectória, por exemplo de uma partícula  $e$ , portanto, como distância que é, não pode ser negativa ( $s \geq 0$ ).

— Não se toma em conta que as notações simbólicas para operadores (por exemplo  $\log$ ,  $\sin$ ,  $\cos$ ,  $d$ ,  $\Delta$ ,  $\text{grad}$ ,  $\text{div}$ ,  $\text{rot}$ ), e para constantes ( $e$ ,  $\pi$ ,  $i$ ) não se escrevem com caracteres *itálicos*, nem se pode generalizar o uso do itálico a todos os índices literais dos símbolos de grandezas físicas.

— Ainda há quem escreva com a primeira letra maiúscula os nomes das unidades que derivam de nomes de cientistas: Newton, Ampère, Watt, Ohm, Pascal, etc. (escrita contrária às normas). Não se confunda Newton, físico e matemático (1642–1727), com newton, unidade SI de força. A acentuação dos nomes destas unidades pode diferir de língua para língua: em Portugal é ampere (e não ampère, forma em desacordo com as Normas Portuguesas).

— E, já agora, para não nos alongarmos muito com estes exemplos, convém recordar que a sigla do Sistema Internacional de Unidades é SI ( não é S.I.).

Também não tem justificação o “purismo” que leva algumas pessoas a dizer “10 ampere”, ou “24 metro”. Em caso de dúvida, vejam-se as actas da Conferência Geral de Pesos e Medidas, na brochura editada pelo próprio BIPM (*Bureau International des Poids et Mesures*), adiante referida, ou a reprodução anexa da carta-resposta a uma das muitas consultas que fizemos directamente ao BIPM, em Sèvres. É claro que a formação do plural é outra questão: os franceses, por exemplo, *normalizaram* que as unidades com nomes terminados em  $s$  (siemens),  $x$  (lux) ou  $l$  (pascal) têm forma plural idêntica à do singular, tal como em Portugal, fazemos com a palavra lápis.

A maior facilidade de acesso aos computadores e as possibilidades dos actuais processadores de texto não justificam que se continue a utilizar indiferentemente o símbolo  $m$  para a unidade metro e para a grandeza massa. Deverá ser  $m$  e  $m$ , respectivamente, como está normalizado, o que contribui também para evitar confusões. Do mesmo modo,  $W$  é o símbolo da unidade watt e  $W$  é o símbolo da grandeza trabalho.

BUREAU INTERNATIONAL  
DES  
POIDS & MESURES

PAVILLON DE BRETEUIL  
F - 92312 SÈVRES CEDEX  
TÉLÉPHONE : (1) 46.34.02.51  
TELEX : BIPM 20167 F  
31 août 1987

Monsieur,

Nous accusons bonne réception de votre lettre du 20 juillet 1987 posant diverses questions. Voici les réponses que nous pouvons y apporter :

1)  $g_n = 9,806 65 \text{ m/s}^2$  est la "valeur normale" conventionnelle de référence que l'on doit utiliser si l'on désire réduire à une valeur unique de la pesanteur des observations exécutées en des lieux divers de la Terre. Par ailleurs, en 1968, en conformité avec les pouvoirs qui lui avaient été donnés par la 13e CGPM et avec une résolution prise en 1967 par l'Association Internationale de Géodésie, la CIPM a décidé "que, pour les besoins métrologiques, la valeur de l'accélération due à la pesanteur à Potsdam, qui est le point de départ de ce système, soit prise égale à  $9,812 60 \text{ m/s}^2$ ". Il s'agit donc de deux valeurs distinctes : l'une est une valeur dite "normale", l'autre est une valeur expérimentale, déterminée avec soin, en un point donné (Potsdam), à partir de laquelle les valeurs en d'autres points peuvent être connues par mesure des différences. Depuis lors, l'Union Géodésique et Géophysique Internationale a recommandé l'adoption d'un Réseau gravimétrique international unifié 1971 [International Standardization Gravity Net (IGSN-71)] qui remplace le Réseau gravimétrique de Potsdam.

2) Lorsque les noms d'unité sont écrits en entier ils doivent être mis au pluriel. Ex : 12 ampères, 25 mètres. Mais ainsi que vous le notez les symboles d'unités restent invariables.

3) Terminologie des grandeurs magnétiques : les organes de la Convention du Mètre (CGPM, CIPM) n'ont aucune compétence dans les questions de terminologie des grandeurs. Ces questions relèvent de l'UIPPA et en la matière le BIPM se conforme aux définitions données par cette Union.

4) Il est normal que vous ne trouviez pas, dans la brochure sur le Système International d'unités, mention de la dioptrie. Ce n'est pas une unité du SI. De même pour la constante de gravitation,  $G$ . En réponse à ce point et à la précédente question, nous vous envoyons sous pli séparé un exemplaire de la brochure "Symbols, units and nomenclature in physics" publiée par l'UIPPA.

.../

Monsieur GUILHERME DE ALMEIDA  
1400 LISBONNE  
(Portugal)

### 3. As normas e as instituições

Convém saber, em função das informações pretendidas, qual a instituição nacional ou internacional a que devemos recorrer. Cada instituição tem o seu campo de acção, que é útil conhecer, e tem também serviços que podem ser muito úteis ao potencial interessado.

Em Portugal, o organismo nacional responsável pelas actividades de normalização, certificação e metrologia é o Instituto Português da Qualidade (IPQ). Funciona presentemente sob a tutela do Ministério da Economia e situa-se actualmente em novas instalações, no Monte de Caparica. Cabe ainda ao IPQ a emissão das normas Portuguesas, genericamente designadas pela sigla NP seguida de um número.

O *Bureau International des Poids et Mesures* (BIPM), juntamente com os seus órgãos consultivos, ocupa-se do Sistema Internacional de Unidades (SI), da definição das diversas unidades deste sistema, e dos seus símbolos, assim como da realização e comparação dos padrões das unidades de base, nacionais e internacionais. Compete-

lhe também a terminologia e a simbologia das unidades físicas, assim como a atribuição de nomes especiais de unidades SI. O BIPM é a autoridade máxima no âmbito das competências anteriormente referidas. Não emite normas, mas publica a brochura *Le Système International d'Unités (SI)*, em edição bilingue (francês e inglês).

A ISO (*International Organization for Standardization*), através do seu Comité Técnico 12 estabelece nomes, símbolos e definições para as grandezas físicas em geral e reúne os organismos de normalização de 90 países, incluindo Portugal. Uma das partes da norma internacional ISO 31 (a parte XI) é especialmente dedicada aos sinais e símbolos matemáticos a empregar nas ciências físicas e na técnica. Outros comités técnicos da ISO ocupam-se da normalização em outros domínios da actividade humana. As normas desta organização são genericamente designadas pela sigla ISO seguida de um número. As *normas ISO* são publicadas em francês, inglês e russo.

O IEC (*International Electrotechnical Committee*), através do seu Comité Técnico 25, ocupa-se dos nomes, definições e símbolos de grandezas físicas de electricidade e magnetismo. As *Publicações IEC* (designação atribuída aos documentos normalizadores emitidos por esta instituição) podem ser consultadas em inglês ou em francês (neste último caso, a designação da organização é CEI (*Commission Electrotechnique Internationale*)). Há concordância entre as Publicações CEI e as normas ISO. A CEI (ou IEC, se se preferir) está filiada na ISO.

A IUPAP (*International Union of Pure and Applied Physics*) promove a cooperação internacional em Física, mediante a realização de Conferências Internacionais. Não emite normas, mas publica a brochura *Symbols, Units and Nomenclature in Physics*.

A IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*) estabelece nomenclatura química e promove a cooperação internacional, mas não emite normas. Publica a brochura *Manual of Symbols and Terminology for Physicochemical Quantities and Units*.

A RS (*The Royal Society*), uma das mais antigas e prestigiadas instituições científicas de todo o mundo, também não emite normas. Publica a brochura *Quantities, Units and Symbols*.

Além destas existem outras instituições que não serão referidas neste artigo por produzirem normas que não estão directamente relacionadas com grandezas e unidades físicas, ou porque as suas normas, válidas apenas nos países onde são produzidas, não são de âmbito internacional. Encontram-se nestas condições, por exemplo, as normas UNE (espanholas), emitidas pela AENOR (*Asociación Española de Normalización e Certificación*), e as normas NF (francesas), emitidas pela

AFNOR (*Association Française de Normalization*). São de âmbito nacional nos respectivos países, mas não têm validade internacional.

Vejamus uma curiosidade: de acordo com as normas NF, os prefixos SI (que permitem, como é sabido, obter os múltiplos e submúltiplos das unidades físicas) são também aplicáveis à unidade monetária francesa. Assim, um cidadão francês — ou qualquer outra pessoa que se encontre em França — poderá passar tranquilamente um cheque de, por exemplo, quatro quilofrancos (1 kF = 1000 F), ou de dois megafrancos (1 MF = 1 000 000 F). Porém, nenhum banco português pagará um cheque de três megaescudos, pois não há nenhuma Norma Portuguesa que diga que os prefixos ISO são aplicáveis à nossa unidade monetária. A legislação normativa (incluindo o Decreto-Lei n.º 238/94 de 19 de Setembro), que entre outros aspectos refere as unidades às quais se aplicam os prefixos ISO, também não inclui nelas nenhuma unidade monetária...

#### 4. Acesso às normas e sua consulta

Para aceder às normas, às publicações normativas e às brochuras emitidas pelas organizações internacionais, o potencial interessado pode adoptar um dos seguintes procedimentos:

**4.1.** As Normas Portuguesas (NP), as Normas ISO, as Publicações CEI, e ainda as de algumas outras instituições que não foram anteriormente mencionadas, podem ser adquiridas no Instituto Português da Qualidade, ou pode-se consultá-las gratuitamente, podendo tomar apontamentos, na *Biblioteca de Normas* do IPQ. Esta solução pode ser adequada para os utentes já habituados a procurar informação em consultas demoradas, embora obrigue a despende de muito tempo. Para quem não esteja tão habituado, ou não tenha muito tempo, o problema complica-se: há milhares de normas ISO, não só para as grandezas e unidades físicas (e correspondente terminologia), como para tudo o mais que se queira e possa imaginar. As Normas Portuguesas, em número de largas centenas, cobrem não só as grandezas e unidades físicas, como também torneiras, fiambre, batatas, pregos, tintas, lâmpadas, etc., etc. São também muitas as Publicações CEI, abrangendo os múltiplos aspectos do electromagnetismo. O pessoal da Biblioteca de Normas do IPQ é extremamente simpático e eficiente, mas não pode adivinhar qual é, entre tantos milhares, a norma que queremos consultar. A norma pretendida terá de ser pedida pelo número correspondente, por exemplo NP-2626, ISO 1000 ou ainda *Publication* CEI 425. Só a partir daí que

o funcionário da Biblioteca de Normas sabe que norma ou normas queremos, e só então poderemos ter-lhe acesso. Para facilitar este trabalho, cada organização emissora de normas tem o correspondente catálogo, de espessura apreciável. Há, pois, que consultar o catálogo de normas NP, o das normas ISO, o das Publicações CEI, etc. É frequentemente uma consulta demorada, que se pode fazer por nomes de assuntos, ou por "campos" (géneros de assuntos). Para o âmbito a que este artigo se refere são relevantes, entre outras, a Norma Portuguesa NP 2626 (*Vocabulário Electrotécnico Internacional*, a NP 172, a NP 77 e a *Norme Internationale* ISO 31.

Em alguns casos, não se tratando das normas NP (que são obviamente em português) podemos escolher a língua em que queremos fazer a consulta (na maior parte dos casos francês ou inglês). Quando as Normas Portuguesas se baseiam em adaptações de normas ISO, a versão tomada como base é a francesa, que por vezes pode apresentar pequenas diferenças de pormenor relativamente à inglesa, especialmente quanto a algumas particularidades da terminologia.

Para quem não se encontre próximo de Lisboa, também existem bibliotecas de normas nas Delegações Regionais do Ministério da Economia, nas cidades do Porto, Coimbra, Évora e Faro. No entanto, nestas Delegações Regionais apenas estão disponíveis as Normas Portuguesas.

**4.2.** No que se refere às brochuras emitidas pelas organizações internacionais, é muitas vezes possível encomendá-las às próprias organizações (v. indicações no final deste artigo).

#### 5. Outras fontes de informação

Os modos de proceder referidos no ponto 4 permitem o acesso a uma enorme variedade de normas. Permitem ainda esclarecer casos pontuais relativos a grandezas físicas muito especializadas, ou a definições de alguma complexidade. São, contudo, procedimentos que se podem revelar demorados, e por vezes trabalhosos, até se chegar à informação pretendida, embora sejam indispensáveis em situações muito específicas.

Porém, no caso da esmagadora maioria das grandezas correntemente utilizadas, no que se refere às unidades SI, no que diz respeito à própria terminologia das grandezas e unidades físicas, bem como às regras a adoptar para a escrita correcta dos correspondentes nomes e símbolos, há vários livros publicados que permitirão obter mais rapidamente as informações pretendidas. Também incluem geralmente outras informações úteis,

como por exemplo o modo de indicar as grandezas e unidades em tabelas ou em gráficos, os valores das constantes físicas, etc. De um modo geral, os livros sobre esta matéria baseiam-se nas recomendações, publicações e normas, portuguesas e internacionais, e são pródigos em exemplos. A informação está mais localizada e é, assim, de acesso rápido e fácil.

## 6. Legislação nacional

Para além das normas portuguesas, emitidas pelo IPQ, como foi referido, há legislação nacional própria sobre o SI. O Sistema Internacional de Unidades foi declarado "sistema de unidades de medida legais" no nosso país pelo Dec-Lei n.º 427/83, de 7 de Dezembro, ao qual se seguiram várias rectificações nos Decretos-Leis n.ºs 320/84, de 1 de Outubro e 222/88 e 223/88, ambos de 28 de Junho. Mais recentemente, o Decreto-Lei n.º 238/94, de 19 de Setembro, revogou os anteriores e condensou num único diploma a disposições sobre as quais esta matéria se deve reger.

## 7. Conclusão

As normas, livros e diversas publicações sobre a simbologia e terminologia das grandezas e unidades físicas, e também a documentação sobre o SI, além da legislação nacional portuguesa sobre o uso deste sistema de unidades constituem fontes de informação úteis a todas as pessoas que estudam, desenvolvem ou aplicam a Física na sua actividade quotidiana. Estas fontes existem, é certo, mas nem sempre são óbvios os procedimentos a seguir para lhes ter acesso. Espera-se que este artigo seja útil aos potenciais interessados.

### ENDEREÇOS DE ALGUMAS ORGANIZAÇÕES NACIONAIS E INTERNACIONAIS

IPQ (Instituto Português da Qualidade)  
Rua C à Avenida dos três Vales, 2825  
MONTE DE CAPARICA  
(Telef. 294 82 37; Fax (01) 294 81 01)

BIPM (*Bureau International des Poids et Mesures*)  
Pavillon de Breteuil, F-92312, SÈVRES CEDEX,  
FRANCE

IEC (*International Electrotechnical Commission*)  
3, rue de Varembe, Case Postale 131,  
CH-1211, Genève 20, Suisse (Fax + 41 22 733 34 30)  
ISO (*International Organization for Standardization*)  
1, rue de Varembe, Case Postale 56,  
CH-1211, Genève 20, Suisse (Fax + 41 22 733 38 43)

IUPAP (*International Union of Pure and Applied Physics*)  
SUNAMCO Commission, Division of Quantum Metrology,  
National Physical Laboratory  
Teddington, Middlesex TW11 0LW,  
UNITED KINGDOM.

IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*)  
Bank Court Chambers, 2 – 3 Pound Way, Cowley Centre,  
Oxford OX4 3YF, UNITED KINGDOM  
(a brochura *Manual of Symbols and Terminology for Physicochemical Quantities and Units* pode ser pedida directamente para a correspondente editora: Pergamon Press Ltd., Headington Hill Hall, Oxford OX3 0BW, UNITED KINGDOM.

RS (*The Royal Society*)  
6 Carlton House Terrace, London SW1Y 5AG,  
UNITED KINGDOM

### BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, GUILHERME DE — *Sistema Internacional de Unidades (SI), Grandezas e Unidades Físicas, Terminologia, Símbolos e Recomendações*, Plátano Editora, Lisboa, 1988 (LIVRO RECOMENDADO PELA SOCIEDADE PORTUGUESA DE FÍSICA).
- JARDIM, M.E. E PEREIRA, M. — *Terminologia, Símbolos e Unidades para grandezas Físico-Químicas*, Escolar Editora, Lisboa, 1985.
- BIPM — *Le Système International d'Unités*, Bureau International des Poids et Mesures, Sèvres, 6.ª edição, 1991, (Pavillon de Breteuil, F-92312, SÈVRES CEDEX, FRANCE).

**Guilherme de Almeida é Professor Efectivo na Escola Secundária Marquês de Pombal.**

### ERRATA

#### Artigo «O Módulo e a Norma»

Gazeta de Física, Vol. 19, Fasc. 1, 1996

Na página 12, no penúltimo parágrafo do artigo, onde se lê "... para a medida do vector  $a$  são apresentados os símbolos  $a$  ou  $|a|$ , ...", deve ler-se: "... para a medida do vector  $a$  são apresentados os símbolos  $a$  ou  $|a|$ , ...".

Os autores são professores provisórios da Escola Secundária de Diogo de Gouveia em Beja, e não professores efectivos como havia sido indicado.

## MODELLUS: UM CONTRIBUTO PARA A RENOVAÇÃO DO ENSINO DA FÍSICA

Nas três últimas décadas, o computador tornou-se um instrumento essencial na investigação em Física. Por várias razões, essa mudança não se deu ainda na aprendizagem da Física. Com a crescente acessibilidade a computadores pessoais cada vez mais potentes e com interfaces de fácil utilização, está chegada a hora de tornar o computador um instrumento fundamental para aprender Física.

Das várias modalidades de utilização do computador no ensino da Física, há a destacar a utilização como **instrumento de medida** (com sensores e software adequado para a aquisição de dados e a respectiva representação) e a **modelação**. Estas duas modalidades são complementares uma da outra.

Neste artigo apresenta-se um programa de modelação (MODELLUS) que é o resultado de mais de dez anos de investigação e desenvolvimento de software educativo para Física e Matemática na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. MODELLUS é disponibilizado gratuitamente a todos os professores e alunos do ensino secundário e do ensino superior. Com este programa de modelação podem estudar-se tópicos de praticamente todos os temas de Física desde o 10.º ano até aos cursos de Física Geral e de Métodos Numéricos no ensino superior, além de uma boa parte dos temas de Matemática do secundário e dos primeiros anos do superior. A ideia-base que está na base da concepção do programa é permitir a alunos e professores **realizar experiências com modelos matemáticos** (utilizando manipulação directa de variáveis, funções, derivadas, equações diferenciais, integração e iteração).

A secção "Aprender Física... com o computador" é coordenada por Vítor Duarte Teodoro e está aberta à colaboração de todos os leitores da Gazeta. Qualquer contribuição, que não deverá exceder duas páginas da revista, poderá ser enviada para

Vítor Duarte Teodoro

Faculdade de Ciências e Tecnologia (UNL)

2825 Monte de Caparica

Para entrar em contacto com o coordenador da secção, pode escrever para a morada acima indicada, utilizar o fax (01-2941005), o tel. (01-2954464, ext. 0410) ou, preferencialmente, o correio electrónico (vdt@mail.fct.unl.pt).

Todos os artigos não assinados são da responsabilidade do coordenador.

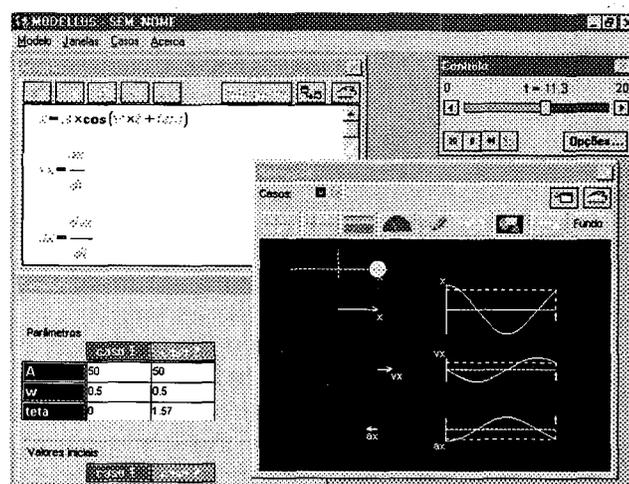


Fig. 1 — Um modelo de um movimento oscilatório no MODELLUS

### Uma experiência com a equação do movimento oscilatório

Vejamos, a partir de três exemplos, o modo de fazer e investigar um modelo no MODELLUS.

A Fig. 1 mostra o modelo de um movimento oscilatório. Na janela «Modelo» escreveu-se na primeira linha a equação do movimento. Na segunda linha definiu-se a componente da velocidade como a derivada da posição em ordem ao tempo e na terceira linha definiu-se a componente da aceleração como a derivada da velocidade. MODELLUS dispõe, pois, de um «motor» de cálculo simbólico de derivadas.

Uma vez interpretado o modelo (o que é feito carregando no botão «Interpretar» que está no topo da janela «Modelo»), surgem três parâmetros («A», «w» e «teta») na janela «Condições». É possível considerar 5 conjuntos de parâmetros (cada conjunto constitui um «Caso»). Para acrescentar e remover «Casos» utiliza-se o menu «Casos».

No exemplo em análise, o caso 1 é idêntico ao caso 2, com excepção do valor parâmetro «teta», a fase inicial. Pode-se, assim, investigar a influência no modelo de cada um dos parâmetros.

Para observar o comportamento do modelo, é possível criar tabelas de valores, gráficos ou animações (utilizando o menu «Janelas»).

Numa janela de «Animação» aparecem vários tipos de objectos:

- «bolas» ou qualquer outro objecto (definindo as respectivas coordenadas de posição ou as suas «dimensões» horizontal e vertical);
- vectores;
- barras;
- sectores circulares;
- lápis/gráficos;
- valores de variáveis;
- magens e fundos;
- textos.

No exemplo em estudo criou-se uma partícula com abcissa «x», definida no modelo, três vectores, «x», «vx» e «ax», igualmente definidos no modelo, e três gráficos em função do tempo. A origem de um vector pode ser variável. É o que acontece com a origem dos vectores «vx» e «ax» que foi definida como sendo a abcissa «x». Deste modo, estes vectores acompanham a posição da partícula.

Uma vez criado um modelo, atribuídos valores aos parâmetros e definida uma animação (ou uma tabela ou um gráfico), executa-se o modelo utilizando o botão «começar» na janela «Controlo» — é o primeiro botão a contar da esquerda. O resultado pode ser observado na Fig. 1.

Por defeito, a variável independente é «t» e pode tomar valores entre 0 e 20, variando de 0,1 em 0,1 (o «passo»). Estes valores podem ser alterados utilizando o botão «Opções...» na janela «Controlo».

### Uma experiência sobre gráficos posição-tempo

Vejamos agora um modelo muito simples que permite obter um movimento com o rato e observar o respectivo gráfico posição-tempo.

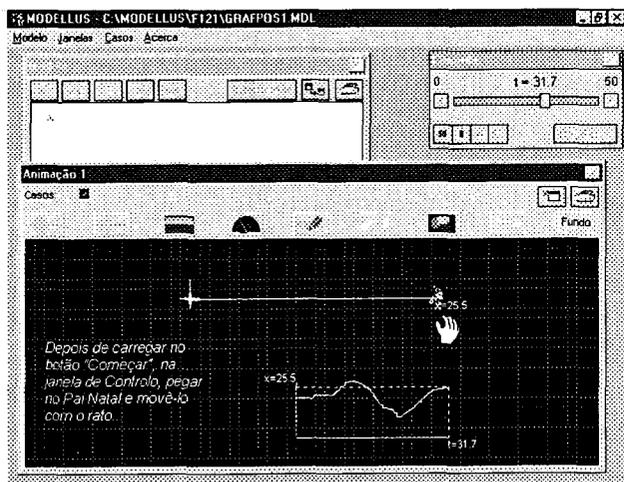


Fig. 2 — Investigando um movimento e o respectivo gráfico posição-tempo

Na janela «Modelo» escrever-se simplesmente «x». Isto significa que se definiu uma variável com o nome «x». Cria-se uma janela «Animação», e nessa janela coloca-se uma partícula, a que se fez corresponder uma imagem (na figura, a imagem do «Pai Natal»). A abcissa dessa imagem é, por definição, «x». Na janela condições atribui-se a «x» o valor 20, por exemplo. Este é o valor inicial de «x», que pode ser alterado se se mover o Pai Natal.

Na janela «Animação» cria-se igualmente um gráfico, com escalas adequadas. Depois de carregar no botão «começar», na janela de «Controlo», pode mover-se o Pai Natal utilizando o rato e o respectivo botão esquerdo.

A Fig. 2 mostra um exemplo realizado com este modelo. Como se moveu o Pai Natal?

### Uma experiência sobre a lei da gravitação universal

MODELLUS também permite a construção de modelos iterativos. Neste tipo de modelos, não há, à partida, nenhuma variável independente: é necessário defini-la no próprio modelo, bem como o modo como ela varia.

A Fig. 3 mostra um modelo que reproduz o raciocínio de Newton acerca da gravitação universal. Um planeta (a Lua, por exemplo), com as coordenadas «x» e «y», à distância «r» de outro astro atractor (a Terra) é actuado por uma força directamente proporcional à massa de cada um dos astros e inversamente proporcional à distância entre os astros.

Conhecendo o valor da força, pode calcular-se o valor da aceleração e das respectivas componentes segundo os eixos das abcissas e das ordenadas, utilizando relações trigonométricas simples. Conhecendo as componentes da aceleração em cada posição, calculam-se em seguida as componentes da velocidade no instante seguinte.

Por exemplo, a componente da velocidade segundo o eixo dos xx num certo instante é igual à componente da velocidade no instante anterior mais uma «pequena varia-

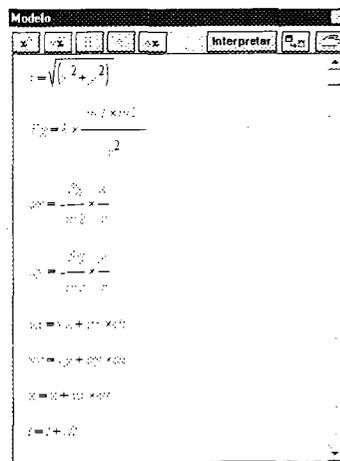


Fig. 3 — Modelo que reproduz o raciocínio de Newton acerca da gravitação universal

ção», dada pelo produto  $ax \neq dt$ . Por sua vez, a abscissa  $x$  do planeta, num certo instante, é igual ao valor da abscissa no instante anterior mais a pequena variação dada pelo produto  $vx \times dt$ .

O valor de  $t$  aumenta  $dt$  em cada iteração. Quanto mais pequeno for o valor de  $dt$ , mais precisos serão, em princípio, os resultados. (Não é verdade na prática!)

Definindo valores para os vários parâmetros do modelo, atribuindo condições iniciais adequadas à posição e à velocidade inicial da Lua, e criando uma animação com uma partícula/imagem com coordenadas  $x$  e  $y$ , outra imagem parada na origem do referencial e dois vectores «ligados» à Lua, representando a velocidade e a força, pode investigar-se em que condições a Lua descreve uma órbita elíptica em torno da Terra — ver Fig. 4.

### Investigando um oscilador electromagnético

MODELLUS permite também analisar qualquer modelo que inclua equações diferenciais ordinárias. A integração é feita pelo método de Runge-Kutta de 4.<sup>a</sup> ordem, que garante resultados praticamente exactos na maioria das situações estudadas em Física (por vezes, como no caso deste modelo, é necessário definir um «passo» suficientemente pequeno para que isso aconteça).

A Fig. 5 mostra o modelo de um oscilador electromagnético (constituído simplesmente por um condensador, inicialmente carregado, e uma bobina). A primeira equação é a definição de intensidade da corrente e a segunda é uma forma de exprimir a lei de Ohm generalizada para uma malha constituída por um condensador de capacidade  $C$  e carga  $q$ , e por uma bobina de indutância  $L$ .

Atribuindo valores adequados aos parâmetros  $C$  e  $L$  e ao valor inicial da carga  $q$ , obtém-se uma animação do comportamento do circuito oscilante. Como se vê na Fig. 5, a carga e a intensidade da corrente estão desfasadas de  $\pi/2$  rad. A barra representa a carga do condensador e o ponteiro a intensidade da corrente.

### Modelação e inovação no ensino da Física e da Matemática

Um aluno de Física aprende a utilizar conceitos para descrever o mundo físico. Esses conceitos podem ser expressos verbalmente e, na maior parte dos casos, são operacionalizados através de modelos matemáticos.

O conhecimento físico constrói-se através do «diálogo» entre a observação/experimentação e a criação de conceitos e modelos matemáticos. Os equipamentos experimentais permitem realizar observações e experiên-

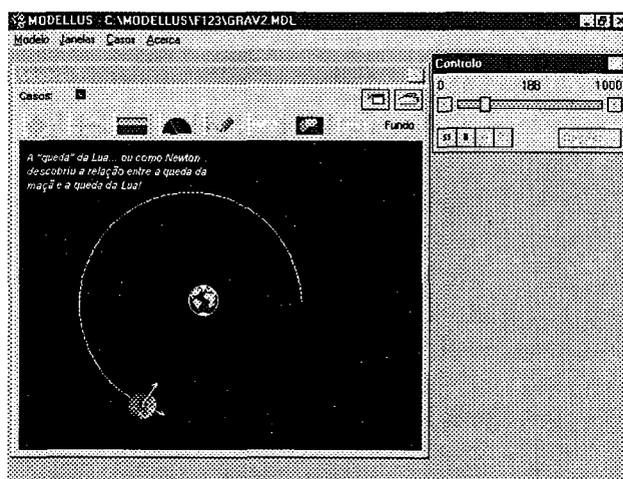


Fig. 4 — A Lua em volta da Terra: o resultado de um modelo que reproduz o raciocínio de Newton

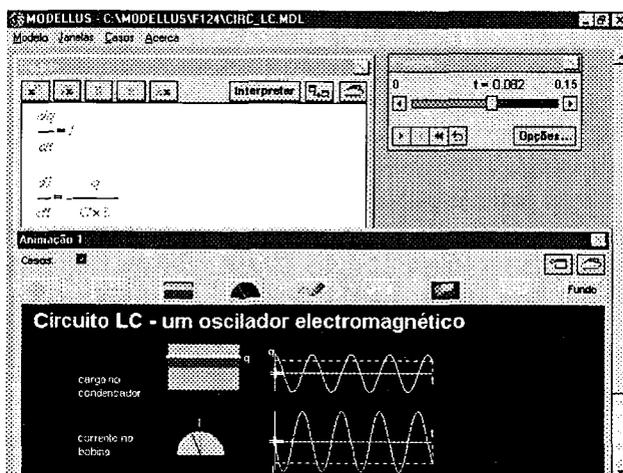


Fig. 5 — Modelo de um circuito LC

cias com objectos físicos. Os computadores permitem realizar experiências com modelos matemáticos, que se tornam assim num novo tipo de «objectos»: são, simultaneamente, «objectos formais» e «objectos reais». Esta é a ideia-base por detrás do MODELLUS.

Para que haja influência de um programa deste tipo no modo como se ensina e se aprende, são necessárias mudanças a vários níveis, passando pela matéria que se aprende. Estamos ainda numa fase em que não há certezas sobre as mudanças que devem ocorrer, mas uma coisa parece certa: a utilização do computador pode mudar significativamente o modo como se ensina e aprende e, também, o que se ensina, tanto em Física como em Matemática. A coordenação do ensino da Física e da Matemática está, pois, a tornar-se cada vez mais importante. Este será esse o tema do próximo artigo desta secção.

# Olimpíadas de Física

## PROVAS DAS OLIMPIADAS REGIONAIS DE FÍSICA

4 de Maio de 1996

### ESCALÃO A (Duração 1,30 h)

#### Prova Teórico-Experimental

#### A LÂMPADA MERGULHADORA

A finalidade principal de uma lâmpada é iluminar. Mas já deves ter reparado que as lâmpadas também aquecem o ambiente à sua volta! De facto, apenas uma pequena parte da energia que a lâmpada recebe da fonte é emitida sob a forma de luz visível.

Se mergulharmos uma lâmpada num recipiente com água, podemos medir o aumento de temperatura e portanto saber a energia transferida para a água. Vamos realizar duas experiências, uma com a lâmpada tapada com uma folha de alumínio e outra com a lâmpada destapada, para observar a diferença.

#### Material necessário:

- 1 lâmpada de automóvel (tensão 12 V, potência 21 W) ligada a um fio eléctrico com fichas do tipo 'banana'.
- 1 fonte de alimentação (corrente contínua e tensão variável).
- Copo de vidro.
- Termómetro.
- Folha de alumínio.
- Recipiente com água.
- Proveta.
- Cronómetro.

Começa por embrulhar o globo da lâmpada dentro da folha de alumínio de forma a que ele fique completamente tapado.

De seguida, liga a lâmpada à fonte, mantendo-a desligada.

Enche o copo com 100 ml de água do recipiente e regista a temperatura da água com a ajuda de um termómetro.

Segurando no fio eléctrico, mergulha o globo da lâmpada dentro da água do copo até ao nível da fita isoladora. Coloca o termómetro dentro de água. Um dos membros da equipa terá de segurar a lâmpada durante toda a experiência.

Liga agora a fonte de alimentação e põe o cronómetro a funcionar.

Agitando constantemente a água com a ajuda do termómetro, mede a temperatura da água de meio em meio minuto. Regista os valores obtidos numa tabela. Usa o termómetro com cuidado procurando não tocar com o reservatório de mercúrio na lâmpada! Pára as medições quando a temperatura tiver subido de 15°C em relação à temperatura inicial. Desliga então a fonte de alimentação.

Muda a água e repete a experiência acima descrita sem a folha de alumínio à volta da lâmpada. A folha de alumínio deve ser mantida dentro de água, enrolada numa pequena bola.

1. Com os dados que obtiveste, elabora o gráfico da temperatura em função do tempo para as duas experiências (lâmpada tapada e destapada).

2. Calcula para as duas experiências:

- a) a energia ( $E_1$ ) transferida da fonte de alimentação para a lâmpada (vê o valor da potência da lâmpada indicada acima).
- b) a energia ( $E_2$ ) transferida da lâmpada para a água (a capacidade térmica mássica da água é  $c = 4,18 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ).

3. Compara os resultados das duas experiências, interpreta o que se passou e calcula o rendimento da lâmpada, isto é, a percentagem de energia fornecida à lâmpada que foi transferida como luz visível.

### ESCALÃO A (Duração 1,15 h)

#### Prova Teórica

#### O PASSEIO AÉREO

1) Um páraquedista com a massa de 50 kg salta de um avião que se desloca a pequena velocidade. Pode-se considerar que a queda se dá na vertical. Ao fim de pouco tempo e ainda sem abrir o pára-quedas, o páraquedista fica a cair com a velocidade constante de 108 km/h. Considera o valor da aceleração da gravidade  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Indica, justificando:

- a) O valor da aceleração e o valor da resultante das forças que actuam no páraquedista, enquanto ele cai com velocidade constante.

- b) O valor da força de resistência do ar a que o pára-quedista está sujeito nas condições descritas. Num dado instante, o saltador abre o pára-quedas. Ao fim de algum tempo com o pára-quedas aberto, a velocidade atinge o valor constante de 3 m/s. O pára-quedista chega ao solo com essa velocidade. Determina:
- c) A variação de velocidade entre os instantes imediatamente antes de chegar ao solo e imediatamente antes de abrir o pára-quedas e a variação de momento linear (ou quantidade de movimento) correspondente a essa variação de velocidade.
- d) A energia cinética no instante em que o pára-quedista atinge o solo.  
O movimento é descrito aproximadamente pelo gráfico velocidade-tempo representado na Fig. 1.
- e) De que altura caiu o pára-quedista?
- f) Calcula a energia potencial no instante em que o pára-quedista salta do avião e compara-a com a energia cinética à chegada ao chão. Explica porque é que os dois valores são diferentes.

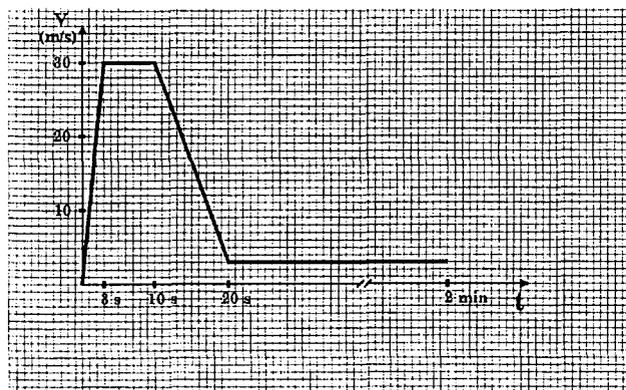


Fig. 1

ESCALÃO B (Duração 1,15 h)

### Prova Teórica

Um recipiente contendo 100 g de estearina (cera das velas) é aquecido continuamente de uma temperatura inicial  $T_1 = 15^\circ\text{C}$  a uma temperatura final de  $100^\circ\text{C}$ . O gráfico da temperatura da estearina em função do tempo é dado na Fig. 1.

- a) Interpreta o gráfico, indicando o estado físico (ou fase) da estearina entre A e B, B e C, e C e D.
- b) Calcula a energia necessária para elevar a temperatura da estearina entre A e B. A capacidade térmica mássica da estearina pode ser considerada constante e igual a  $2,9 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .
- c) Entre B e C a estearina recebe a energia  $1,72 \times 10^4 \text{ J}$ . Qual é o calor de fusão?

- d) Justifica o facto de a temperatura se manter constante entre B e C.
- e) Quanto tempo demora o processo de aquecimento de  $15^\circ\text{C}$  a  $100^\circ\text{C}$  se a massa de estearina for de 50 g em vez de 100 g?

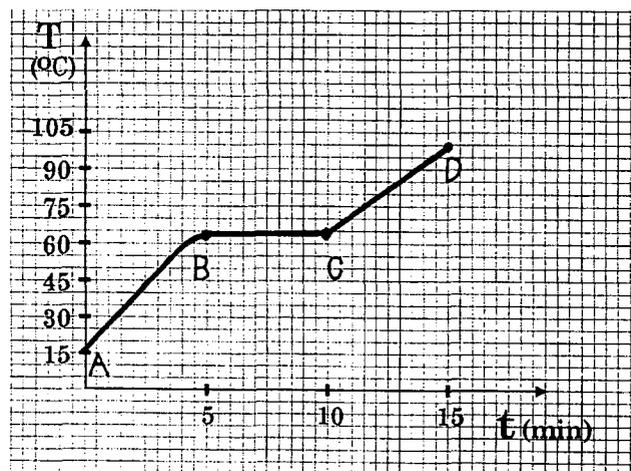


Fig. 1

2. Considera o circuito eléctrico indicado na Fig. 2, com três resistências, uma conhecida ( $R_1 = 10 \Omega$ ) e duas desconhecidas ( $R_2$  e  $R_3$ ). O gerador, que pode ser considerado ideal (sem resistência interna), tem uma força electromotriz de 20 V.

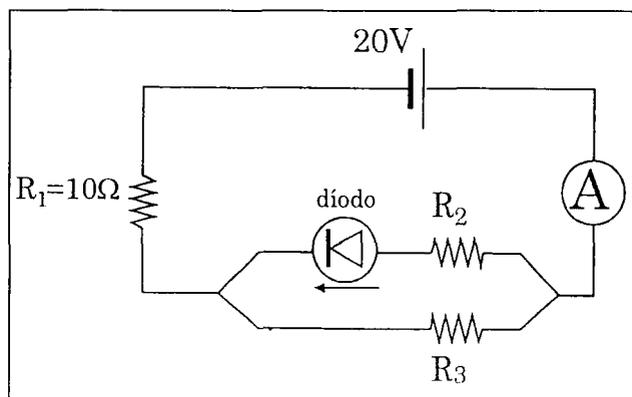


Fig. 2

Num dos ramos do circuito está colocado um diodo, um componente eléctrico que:

- i) se deixa atravessar por uma corrente eléctrica se esta tem o sentido indicado pela seta;
- ii) não se deixa atravessar pela corrente no caso contrário.

(Nota: num diodo em condução há sempre uma pequena queda de tensão, que vamos considerar desprezável).

- a) Na situação indicada na Fig. 2, mede-se no amperímetro a intensidade de corrente  $I_1 = 1,42$  A. Alterando a polaridade da fonte de alimentação regista-se a intensidade de corrente  $I_2 = 0,66$  A. Calcula os valores das duas resistências desconhecidas.
- b) Supõe agora que a polaridade do gerador alterna no tempo de acordo com o gráfico da Fig. 3. Calcula a potência média dissipada na resistência  $R_1$ .

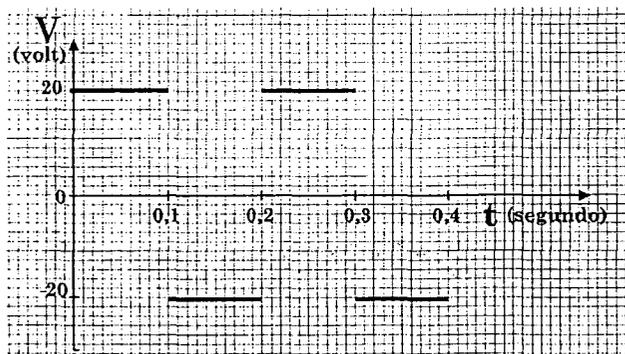


Fig. 3

### ESCALÃO B (Duração 1,30 h)

#### Prova Teórico-Experimental

#### CAEM LEVE, LEVEMENTE...

Um corpo ao deslocar-se no seio de um fluido viscoso está sujeito a uma força que contraria o seu movimento. Para velocidades baixas e corpos esféricos de pequena dimensão, esta força é aproximadamente proporcional à velocidade do corpo:

$$\vec{F} = -6\pi\eta r \vec{v}$$

onde  $\pi = 3,1416$ ,  $\eta$  é um parâmetro característico do líquido chamado coeficiente de viscosidade,  $r$  é o raio da esfera, e  $\vec{v}$  é a velocidade da esfera.

Essa força é diferente da famosa força de impulsão (descoberta por Arquimedes). A força de impulsão é vertical, aponta para cima e o seu valor é igual ao peso do líquido deslocado.

Com o material indicado, vais investigar o movimento de berlines de plástico num detergente líquido, que é um fluido muito viscoso.

#### Material necessário:

- 1 proveta graduada de 250 ml cheia de detergente.
- 1 copo de 100 ml.
- 1 craveira.
- 1 cronómetro.
- 2 berlines de plástico pequenos.
- 2 berlines de plástico grandes.
- 1 balança.
- 1 garrafa de detergente.
- 1 fita métrica (ou régua).

Com a ajuda da craveira, mede o diâmetro dos berlines pequenos e dos berlines grandes.

Utiliza a balança para determinar a massa de 100 ml de detergente. Este, para o efeito, deve ser colocado no copo de 100 ml.

As massas de 100 berlines pequenos e de 100 berlines grandes são, respectivamente, 30,56 g e 166,58 g.

Com estes valores, determina as massas específicas do detergente e do plástico de que são feitos os berlines.

Larga um dos berlines pequenos de um ponto sobre a superfície do líquido (afastado da parede) e mede, com o cronómetro, o intervalo de tempo que a esfera leva a percorrer a distância compreendida entre os níveis de 250 e 150 ml. Não é necessário recuperar o berline do fundo da proveta!

Repete a experiência anterior com o segundo berline pequeno, medindo agora o intervalo de tempo que ele leva a atravessar a distância compreendida entre os níveis de 150 ml e 50 ml.

Repete a experiência com os berlines maiores.

1. Regista numa tabela os resultados das tuas medidas.

2. A partir dos dados que recolheste, calcula os valores da velocidade dos berlines grandes e dos berlines pequenos. Desses dados e da observação, que conclusões podes tirar sobre o tipo de movimento?

3. Faz o diagrama das forças que estão a actuar sobre um berline dentro do fluido e comenta.

4. Verifica, a partir dos dados experimentais, que a velocidade das esferas é proporcional ao quadrado do raio.

5. Pode mostrar-se que o valor da velocidade de uma esfera nas condições da experiência é

$$v = \frac{2g(\rho_p - \rho_d)r^2}{9\eta}$$

onde  $g = 9,81$  m/s<sup>2</sup> é a aceleração da gravidade,  $\rho_p$  é a massa específica do plástico de que são feitos os berlines,  $\rho_d$  é a massa específica do detergente,  $r$  é o raio da esfera e  $\eta$  é o coeficiente de viscosidade do detergente.

Determina o coeficiente de viscosidade do detergente,  $\eta$ .

**PROVAS DE APURAMENTO PARA AS OLIMPIADAS INTERNACIONAIS DE FÍSICA**

24 de Maio de 1996

**Prova Teórica**

*Duração da prova: 3h00*

**I — GOTA EM QUEDA**

Uma gota ao cair vai agregando a si partículas, aumentando a sua massa. Designa-se por  $m(t)$  a massa da gota no instante  $t$ .

a) Mostra que a aceleração da gota é da forma

$$a(t) = \frac{dv}{dt} = g - \frac{1}{m(t)} \frac{dm(t)}{dt} v(t),$$

ondé  $g$  é a aceleração da gravidade.

b) Considera agora que a dependência da massa com o tempo é dada por  $m(t) = m_0 + at$ . Quando  $t \rightarrow \infty$  a velocidade é  $v(t) \rightarrow gt/2$ . Demonstra esta afirmação. (Sugestão: considera  $v(t) = Ct$  quando  $t \rightarrow \infty$  e obtém o valor de  $C$  a partir da equação escrita em a).

c) Supõe

$$v(t) = \frac{A(t)}{m_0 + at}.$$

Determina a forma da função  $A(t)$  procurando a solução da equação indicada na alínea a), e verifica que, quando  $t \rightarrow \infty$ , a solução está de acordo com o resultado da alínea b).

**II — CILINDRO ROLANTE**

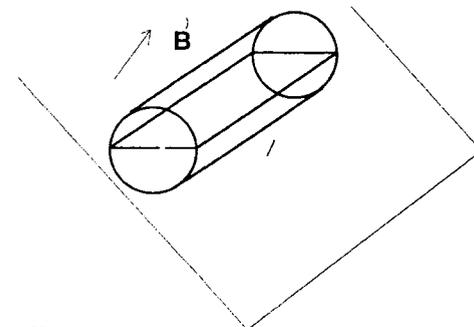
Um cilindro de madeira de raio  $r$  (cujo momento de inércia é  $mr^2/2$ ) é largado do cimo de um plano inclinado e rola sem escorregar. O plano inclinado faz um ângulo de  $45^\circ$  com o plano horizontal.

a) Calcula a aceleração do centro de massa do cilindro e o coeficiente de atrito mínimo para que não haja escorregamento.

b) Obtém a velocidade do centro de massa do cilindro percorridos 3 m e verifica que a energia mecânica se conservou.

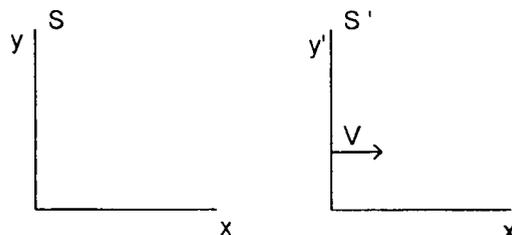
c) Em torno do cilindro é colocada um espira rectangular de um condutor cujo plano contém o eixo do cilindro, como se mostra na figura (nota que a espira está interrompida!). Supõe que existe nessa região do espaço um campo magnético uniforme, de intensidade constante

$B$ , perpendicular ao plano inclinado, e que no instante em que o cilindro é largado o plano da espira é paralelo ao plano inclinado. Determina a força electromotriz induzida durante o movimento do cilindro, e esboça um gráfico da sua dependência temporal. A geratriz do cilindro tem comprimento  $l$ .



**III — PARTÍCULA RELATIVISTA**

Uma partícula é observada de um referencial  $S'$  com uma velocidade  $u' = 0,5c$  ao longo da direcção que faz  $45^\circ$  com o eixo  $x'$ . Por seu lado, o referencial  $S'$  move-se segundo a direcção  $x-x'$  com velocidade  $V = 0,6c$  relativamente a  $S$ .



As transformações de Lorentz que permitem relacionar as coordenadas espaço-temporais nos dois referenciais escrevem-se:

$$x = \gamma (x' + Vt') \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}, \quad \beta = \frac{V}{c}$$

$$y = y'$$

$$t = \gamma (t' + \frac{\beta}{c} x')$$

a) Obtém as equações do movimento em  $S'$ , ou seja,  $x' = x'(t')$  e  $y' = y'(t')$ .

b) Usando as transformações de Lorentz obtém as leis dos espaços  $x = x(t)$  e  $y = y(t)$  no referencial  $S$ . Qual é o ângulo que a trajectória da partícula faz com o eixo dos  $xx$ , para um observador ligado ao referencial  $S$ ?

c) Se a partícula tiver massa em repouso  $m_0$  calcule a sua massa relativista em  $S'$  e em  $S$ .

**Prova Prática — Problema n.º 1 (1h30)**

**OLHA A CAIXA**

No interior de uma caixa negra com dois terminais está um circuito que pode incluir resistências, díodos e baterias.

Talvez te possa ajudar saber que do armazém desapareceram alguns díodos pelo que te é fornecido um exemplar dos que sobraram. Não te esqueças que, em DC, a resistência do díodo depende da corrente que o atravessa.

Determina a curva característica  $I(V)$  do díodo.

Identifica o circuito que se encontra no interior da caixa e caracteriza os elementos que o constituem.

**Material:** "Caixa negra"; Bateria (2 pilhas de 1.5V); Reóstato; Resistência de 10  $\Omega$ ; Díodo igual aos que desapareceram; Amperímetro; Voltímetro; Osciloscópio; Gerador AC; papel milimétrico — 2 folhas

**Prova Prática — Problema n.º 2 (1h30)**

**QUEM NÃO ARRISCA...**

No espectro de uma lâmpada de mercúrio existem várias linhas espectrais na região amarelo-verde-violeta.

Determina o comprimento de onda correspondente à risca verde do mercúrio.

Apresenta os cálculos que efectuaste incluindo estimativa dos erros.

Representa esquematicamente as montagens que utilizaste.

**Material**

- Lâmpada de mercúrio em fonte de corrente apropriada para ligação a tensão alternada de 220V
- Laser de He-Ne montado em suporte e que emite no comprimento de onda  $\lambda = 638,5$  nm
- Rede de difracção (de reflexão) de constante desconhecida montada em suporte
- Lente biconvexa e suporte;
- Régua graduada
- 3 folhas de papel A3;
- Fita cola

**ATENÇÃO** — Nesta experiência vais usar um laser. Embora a sua potência seja suficientemente baixa para não causar qualquer efeito por incidência directa na pele, O LASER PODE CAUSAR PERTURBAÇÕES SE O FEIXE INCIDIR NOS OLHOS.

Terás pois de observar algumas regras de segurança:

- Não trabalhes com relógios, pulseiras ou anéis que possuam superfícies lisas, pois podem reflectir acidentalmente a luz;
- Se tiveres de te baixar de forma a passar com os olhos ao nível da mesa, fecha os olhos ao passar nessa zona.

**MESTRADO EM FÍSICA  
PARA O ENSINO**

Faculdade de Ciências do Porto  
1996/97

Curso de pós-graduação essencialmente dirigido aos professores que ensinam Física no Básico e Secundário. A importância reconhecida ao trabalho experimental e o advento das novas tecnologias, são a razão de ser da forte componente laboratorial e da ênfase na familiarização com o computador, presentes neste Curso de Mestrado.

**Candidaturas:** 2-30 Setembro 1996  
**Matriculas:** 28-31 Outubro 1996  
**Número Clausus:** 16

Contacto: Departamento de Física, Faculdade de Ciências do Porto, R. do Campo Alegre, 687, 4150 Porto  
Tel: (02) 6082703; Fax: (02) 6082679.

**ACÇÕES DE DIVULGAÇÃO**

**Delegação Regional do Norte**

Realizaram-se as seguintes acções de formação, que decorreram no Departamento de Física da Faculdade de Ciências do Porto:

"Física — aplicações em imagem médica", pelo Dr. Francisco Esteves (Piclusa, Lisboa), em 22 de Maio de 1996.

"A informação, a Ciência e as anomalias", pelo Dr. Joaquim Fernandes (Univ. Fernando Pessoa, Porto), em 29 de Maio de 1996.

"Resolução de problemas numa abordagem contextualizada do ensino da Física", pela Dr.ª Regina Sousa Gouveia, em 3 de Julho de 1996.

"Um primeiro olhar sobre a Teoria da Unificação", pela Dra. Fátima Mota, em 23 de Maio de 1996, realizada na Escola Secundária Garcia da Orta.

**ACÇÕES DE FORMAÇÃO**

(2/3 dias)

Ano Lectivo 1996-97

- **Técnicas Laboratoriais de Física**
- **Resolução de Problemas no Ensino Contextualizado da Física**

A Delegação Norte da SPF está a prever a realização destas Acções de Formação (com a realização de trabalhos práticos nas Técnicas Laboratoriais), aceitando nesta fase pré-inscrições, devido ao número limitado de participações em cada Acção. Estas Acções realizar-se-ão durante as interrupções previstas a meio dos períodos lectivos.

**Informações:** Delegação Regional do Norte da SPF, Dep. Física, R. do Campo Alegre 687, 4150 Porto, Tel: (02) 6082709; Fax: (02) 6082679.

## Actividades da Delegação Regional do Centro da SPF

### *Accões de divulgação destinadas a professores e alunos realizadas nas Escolas Secundárias:*

- “Radiações — sim, obrigado!”, pela Prof. Doutora. M. Salette Leite, na Escola Secundária da Sé, Lamego, em 02/05/96 e na Escola Secundária de Sta. Maria do Olival, Tomar em 08/05/96.
- “Campo electromagnético — origens e efeitos”, pela Prof. Doutora Lucília Brito, na Escola Secundária de Moimenta da Beira, em 24/04/96, na Escola Secundária Frei Heitor Pinto, Covilhã, em 15/05/96.
- “Potências de 10 — o tamanho das coisas no Universo”, pelo Prof. Doutor Paulo Mendes, na Esc. Secundária de Moimenta da Beira, em 27/05/96.
- “Física da Cor”, pelo Prof. Doutor Luís Alte da Veiga, na Esc. Secundária Avelar Brotero, Coimbra, em 29/03/96, na Esc. Sec. D. Pedro I, Alcobaça, em 20/03/96, no Colégio da N<sup>a</sup> Sr<sup>a</sup>. Da Apresentação, Calvão, em 29/04/96, na Esc. Secundária de Soure, em 28/03/96, Na Esc. Secundária de Avelar Brotero, Coimbra, em 29/03/96.
- “Nós e o Universo”, pelo Prof. Doutor Carlos Fiolhais, na Esc. Secundária Dionísio Augusto Cunha, Canas de Senhorim, em 12/03/96, e na Esc. Secundária Marques de Castilho, Águeda, em 16/03/96.
- “Óptica e Lasers”, pelo Prof. Dr. João Lemos Pinto, Esc. Básica João Afonso, Aveiro, em 28/03/96.
- “A radioactividade e seus efeitos biológicos”, pelo Prof. Doutor Paulo Mendes, na Esc. Secundária de Mangualde, em 16/04/96, na Esc. Secundária Domingos Sequeira, Leiria, em 17/04/96 e na Esc. Secundária de Pinhal do Rei, Marinha Grande, em 10/04/96.
- “Princípios de Conservação”, pelo Prof. Doutor Luís Alte da Veiga, na Esc. Secundária Eng.º Acácio Calazans Duarte, Marinha Grande, em 28/03/96.

\*

A SPF agradece tanto o interesse das escolas como a disponibilidade dos responsáveis pelas acções.

### *Palestras destinadas a Professores do Ensino Secundário:*

- **MODELLUS: uma “velha” forma de aprender física e matemática utilizando uma “nova” ferramenta, o computador**, Dr. Vítor Duarte Teodoro (Secção de Ciências de Educação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da

Universidade Nova de Lisboa), em 12/3/1996, no Departamento de Física da Universidade de Coimbra.

### *Palestras anunciadas:*

Estão programadas as seguintes palestras sobre trabalhos e projectos de grande actualidade, para as quais se convidam todos os interessados.

- “Projecto ZERO: concepção e realização de testes de escolha múltipla”, pelo Dr. João Carlos Matos Paiva (Esc. Sec. Penacova), em 13/06/96, no Dept. Física da FCTUC.
- “Técnicas Laboratoriais de Física”, pelos Drs. Adriano Sampaio e Sousa e Maria Lucinda Oliveira (Esc. Sec. Fontes Pereira de Melo, Porto), em 21/06/96, no Dept. Física da FCTUC.

### *Olimpiadas de Física*

Foram realizadas as Olimpíadas Regionais de Física no dia 4/5/1996, conforme está noticiado na secção “Olimpiadas de Física” neste mesmo número. No dia das provas foi realizada uma visita ao Exploratório Infante D. Henrique, na Casa da Cultura em Coimbra, no quadro da colaboração com outras instituições que prosseguem fins de promoção da cultura científica.

### *Internet*

Foi criada uma página na Internet que poderá ser consultada no endereço WWW: <http://nautilus.fis.uc.pt/~spf/>

Usando este endereço, pode efectuar a inscrição na SPF- Reg. Centro e consultar a lista de acções disponíveis, para alunos e professores.

Na última reunião do Conselho Directivo da SPF foi acordado que fosse organizada em Coimbra a “página-mãe” da Internet, da responsabilidade do Secretariado Nacional, com “ponteiros” tanto para a página da Delegação Centro com a da Delegação do Sul e Ilhas (que está já activa com informações sobre a Conferência Nacional de Física em Faro e o Encontro Ibérico para o Ensino da Física).

No dia das Olimpíadas Regionais, o Prof. Carlos Fiolhais realizou uma sessão informal com os professores presentes sobre as enormes possibilidades que a Internet abre no ensino e aprendizagem das ciências (ver, por exemplo, o projecto READCIÊNCIAS, no endereço [http://www.fis.uc.pt/Read\\_c/Read\\_c.html](http://www.fis.uc.pt/Read_c/Read_c.html), sobre recursos para o ensino das ciências). Uma sessão semelhante vai ser realizada em Lisboa no dia das Olimpíadas Nacionais.

É intenção da SPF continuar a divulgar e promover as possibilidades educativas da Internet, no quadro da iniciativa anunciada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia de ligação de todas as escolas portuguesas a essa super-rede de computadores.

### *Softciências:*

Continuou a desenvolver-se o projecto SOFTCIÊNCIAS, Acção Comum das Sociedades Portuguesas de Física e Química para a produção e divulgação de software educativo, que agora é apoiada não só pelo Ministério da Educação (DEP-GEF) como pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (JNICT). Estão actualmente disponíveis 15 programas, sendo os dois últimos “Eurochem”, um jogo sobre elementos químicos em várias línguas europeias, e “ZERO”, uma ferramenta para concepção e correcção de testes de escolha múltipla em qualquer área disciplinar (ver “anúncio” noutra página). Espera-se que este último programa tenha um grande impacto no nosso meio educativo, não só porque proporciona um método informático eficiente para fazer e corrigir testes (usando “macros” para Microsoft Word - PC), libertando o professor de trabalho rotineiro e cansativo, como, e sobretudo, porque a sua utilização permite estar mais perto de importantes tendências pedagógicas (sociometrias de turmas completas, detecção de “concepções alternativas” dos alunos, avaliação formativa sistemática e testes diagnóstico). Os próximos programas a lançar no início do novo ano lectivo são “Tabela Periódica em CD-ROM” (uma aproximação multimédia à Tabela de Mendeleiev, útil tanto no ensino como em ambientes de investigação), “Ângulos” (uma iniciação gráfica e visual à trigonometria) e “Testa FQ” (grande base de dados com questões de escolha múltipla de Física e Química adaptada aos novos programas curriculares e que podem ser tratados com o software ZERO)

Uma das finalidades do projecto é a criação de uma biblioteca nacional de software. O catálogo de software e vídeos criado no SOFTCIÊNCIAS encontra-se já acessível on-line ([http://www.fis.uc.pt/Read\\_c/Read\\_c.html](http://www.fis.uc.pt/Read_c/Read_c.html)), estando em estudo a possibilidade de consulta ou cedência temporária de algum desse material aos sócios interessados (numa iniciativa tipo “clube de video científico”). O projecto irá ainda editar um Catálogo Geral de Software de Física, que pretende ser útil para a seleccionar software sobre temas específicos nos ensinos básico, secundário e superior.

## Notícias das Olimpíadas

### **Olimpíadas Regionais**

As provas regionais das Olimpíadas de Física decorreram no dia 4 de Maio, nos Departamentos de Física das Universidades do Porto, de Coimbra e de Lisboa. Participaram 349 alunos nos escalões A (9.º/10.º anos) e B (11.º ano) em representação de 85 Escolas C + S e Secundárias de diversas regiões do País. A SPF entregou a todos os participantes um prémio de presença e aos vencedores das diferentes provas foram atribuídos prémios especiais. Os enunciados dos problemas da fase regional das Olimpíadas estão publicados noutra local desta mesma Secção. Indicam-se a seguir os dados mais importantes relativos a esta etapa regional.

#### **Delegação Regional do Norte**

*N.º de Escolas participantes: 32*

*N.º de alunos: 136*

##### *Vencedores no Escalão A:*

Equipa da Esc. Sec. de Valbom, Gondomar, constituída pelos alunos:

- Nuno Mesquita
- Júlio Rodrigues
- Helder Reis

##### *Vencedores no Escalão B:*

- Nuno Marinho Gomes dos Reis Sá, da Esc. Sec. da Maia
- Pedro Nuno Fernandes Ribeiro, do Col. Internato dos Carvalhos
- Pedro Miguel Pereira Lopes Pinto, do Col. Internato dos Carvalhos
- Miguel Pais Matos Cunha, da Esc. Sec. da Maia
- Rui Miguel de Castro Carvalho, da Esc. Sec. Filipa de Vilhena, Porto
- Mário João Marques Mendanha, da Esc. Sec. Filipa de Vilhena, Porto

**A Secção "Olimpíadas de Física" é coordenada por Manuel Fiolhais e Adriano Lima. O contacto com os coordenadores poderá ser feito para: Departamento de Física, Universidade de Coimbra, 3000 Coimbra; ou pelo telefone 039-410615, fax 039-29158 ou e-mail tmanuel@hydra.ci.uc.pt.**

- Helder Gomes da Silva, da Col. Internato dos Carvalhos
- Pedro Miguel Almeida e Silva, da Esc. Sec. da Maia.

#### **Delegação Regional do Centro**

*N.º de Escolas participantes: 35*

*N.º de alunos: 148*

##### *Vencedores no Escalão A:*

Equipa da Escola Secundária Nuno Álvares, de Castelo Branco, constituída pelas alunas:

- Ana Margarida de Brito Pignatelli
- Marta Roque d'Andrade Vila Franca
- Filipa Paula de Campos Vieira Pires.

##### *Vencedores no Escalão B:*

- Bruno Manuel Lopes de Almeida, da Esc. Sec. de Emídio Navarro, Viseu
- Eurico Alves Rodrigo da Silva, da Esc. Sec. de Esmoriz
- José António da Fonseca Gomes, da Esc. Sec. de Satão
- José Cardoso Teixeira, da Esc. Sec. Latino Coelho, Lamego
- Pedro Miguel M. Jerónimo Pereira, da Esc. Sec. Afonso de Albuquerque, Guarda
- Pedro Miguel Fernandes Guimarães, da Esc. Sec. Emídio Navarro, Viseu
- Ricardo Manuel Mendes da Silva, da Esc. Sec. Alves Martins, Viseu
- Sérgio Oliveira Marques, da Esc. Sec. José Macedo Fragateiro, Ovar.

#### **Delegação Regional do Sul e Ilhas**

*N.º de Escolas participantes: 18*

*N.º de alunos participantes: 65*

##### *Vencedores no Escalão A:*

Equipa da Escola Secundária D. Pedro V, de Lisboa, constituída pelos alunos:

- João Miguel Cordeiro
- João Paulo Machado
- Aida Maria Reis Correia

### Vencedores no Escalão B:

- Gonçalo Cunha, da Esc. Sec. D. Pedro V, de Lisboa
- Prem Gopal Griffith, da Esc. Sec. Maria Lamas, Torres Novas
- Rui Miguel Bento, da Esc. Sec. D. Pedro V, de Lisboa
- Fernando Luís Torres Figueiredo, da Esc. Sec. Leal da Câmara, de Rio de Mouro
- Sónia Isabel da Conceição Lopes, da Esc. Sec. Dr. Manuel Fernandes, Abrantes
- Zita Carla Pinto Martins, da Esc. Sec. José Gomes Ferreira, de Lisboa
- Ana Isabel M. Baltazar Farinha, da Esc. Sec. Dr. Manuel Fernandes, Abrantes
- Pedro Eduardo Monteiro Silva, da Esc. Sec. Leal da Câmara, de Rio de Mouro

Os alunos classificados nestas Olimpíadas Regionais participarão nas Olimpíadas Nacionais de Física, que decorrem em Lisboa, de 21 a 23 de Junho, estando a organização, este ano, a cargo da Delegação Regional do Sul e Ilhas da Sociedade Portuguesa de Física.

A SPF agradece o apoio que recebeu dos órgãos directivos dos Departamentos de Física onde decorreram as provas regionais. Também é devido um agradecimento muito especial aos docentes que vigiaram e corrigiram as provas e aos funcionários que, de algum modo, contribuíram para a realização desta etapa das Olimpíadas de Física.

A fase regional das Olimpíadas de Física tem o apoio do Ministério da Educação através de um subsídio concedido pela Secretaria de Estado da Educação e Inovação.

### Olimpíadas Internacionais

A prova de selecção para as Olimpíadas Internacionais de 1996 (IPhO'96) realizou-se em Coimbra nos dias 24 e 25 de Maio (ver, noutra parte desta Secção, os enunciados dos problemas). Participaram os oito alunos vencedores do escalão B da Olimpíada Nacional de 1995 e ficaram apurados para a IPhO'96 que se realiza em Oslo, Noruega, de 30 de Junho a 7 de Julho:

- 1.º Vítor Manuel Pereira — Esc. Sec. da Maia.
- 2.º Rodrigo Aguiar Magalhães Quintas — Esc. Sec. da Maia.
- 3.º Jorge Tiago Almeida Páramos — Esc. Sec. Josefa d'Óbidos, Lisboa, e Marcus Vinícius Sobral Dahlem — Col. Internato dos Carvalhos.
- 5.º Pedro Miguel de Almeida Reis — da Esc. Sec. Alves Martins, Viseu.

As provas práticas tiveram lugar na manhã do dia 24 e as teóricas na parte da tarde. No dia 25, os professores dos alunos participantes tiveram acesso às provas corrigidas para se proceder a eventuais rectificações. Os resultados finais foram anunciados durante a sessão de encerramento que foi presidida pelo Prof. Carlos Matos Ferreira, Secretário-Geral da Sociedade, à qual se seguiu um almoço de confraternização.



As Olimpíadas Internacionais de Física, XXVII IPhO realizam-se em Oslo, na Noruega, de 30 de Junho a 7 de Julho de 1996

Como é sabido, ao longo do ano lectivo, os oito alunos envolvidos nesta fase das Olimpíadas foram acompanhados por professores nomeados pelas suas escolas. Na hora em que termina esta fase de apuramento para as Olimpíadas Internacionais de Física, a SPF agradece aos professores que muito empenhadamente colaboraram nesta actividade: Dra. Maria José da Silva Ramos de Sequeira Amaral, da Esc. Sec. da Maia; Dra. Maria de Fátima Silva Porto e Dr. Joaquim Agostinho Gomes Moreira do Colégio Internato dos Carvalhos; Dra. Maria Teresa Guimarães Pereira Pinto, da Esc. Sec. Josefa d'Óbidos, Lisboa; Dra. Maria Cecília Reis de Almeida Oliveira, da Esc. Sec. José Macedo Fragateiro, Ovar; Dr. João Paulo Rodrigues Carmelino, da Esc. Sec. Dr. Manuel Fernandes, Abrantes; Dr. José Custódio Natário, da Esc. Sec. Alves Martins, Viseu.

No âmbito da preparação para a IPhO realizou-se nos dias 12 e 13 de Abril passado, no Departamento de Física da Universidade de Coimbra, um encontro de trabalho dos oito alunos pré-seleccionados que estiveram acompanhados dos respectivos professores. A reunião, a segunda deste género, serviu para aprofundar os conhecimentos nos domínios da Óptica, Ondas, Electromagnetismo e da Física Experimental. Agradece-se aos Profs. Lucília Brito e Francisco Gil que colaboraram com os líderes da equipa olímpica nesta actividade.

A participação de Portugal na Olimpíada Internacional de Física é apoiada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia através de um subsídio concedido pela JNICT.

## ELEIÇÕES PARA DIVISÕES TÉCNICAS DA SPF

### Eleições para a Divisão Técnica de Educação

A Divisão Técnica de Educação é na Sociedade Portuguesa de Física a divisão com maior número de membros, desenvolvendo uma actividade que interessa sobretudo aos professores do ensino secundário e às Escolas de todo o País. Tendo sido a coordenação desta divisão feita em Lisboa nos últimos anos, a sua actividade tem sido sobretudo centrada nesta região o que diminui a capacidade de intervenção da Divisão e não facilita uma coordenação efectiva das actividades que se realizam por todo o País.

Chegada a altura da eleição de uma nova equipa coordenadora, o Conselho Directivo da SPF, reunido em Coimbra no dia 24 de Maio, analisou o problema e decidiu propor aos sócios uma constituição mais alargada da equipa de coordenação, com **um coordenador e seis vogais**, dois de cada Região — Norte, Centro, Sul e Ilhas.

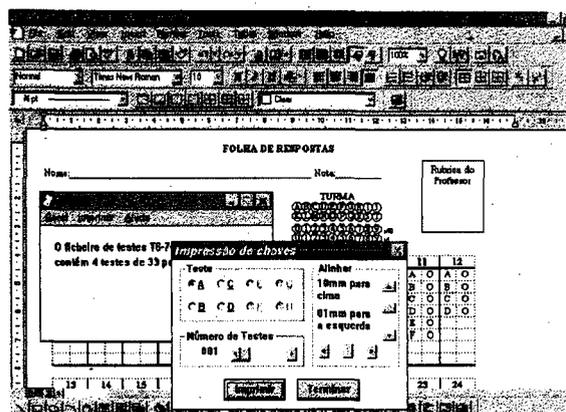
Com o fim de cumprir o disposto nos Estatutos no referente à eleição de uma nova equipa de coordenação, **estão abertas até ao final do mês de Agosto as candidaturas para a coordenação da Divisão Técnica de Educação**. As candidaturas deverão ser enviadas para a sede da SPF, Av. da República, 37-4.º, 1050 Lisboa, subscritas por um número mínimo de cinco membros, com uma breve descrição do programa de actividades a desenvolver.

O processo eleitoral decorrerá durante a Conferência Nacional Física 96, em Faro de 13 a 16 de Setembro. As listas candidatas com a indicação da data limite de recepção dos votos por correspondência serão oportunamente enviadas a todos os membros da Divisão. Para um sócio se inscrever na Divisão basta telefonar, escrever ou enviar um fax para a sede da Sociedade expressando essa intenção, mencionando o nome e número de sócio.

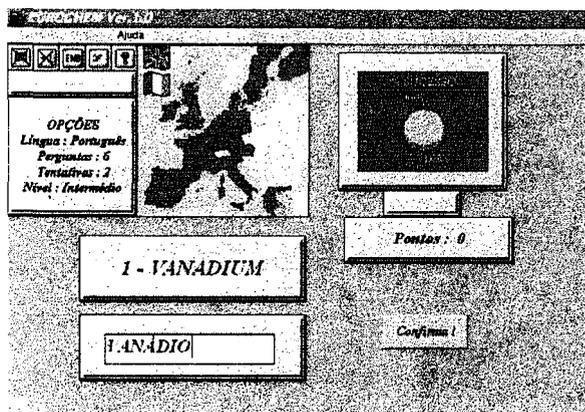
### Eleições para a Divisão Técnica de Física Atómica e Molecular

Tendo chegado o fim do mandato da equipa coordenadora desta divisão e com o fim de cumprir o disposto nos estatutos no referente à eleição de uma nova equipa de coordenação, **estão abertas até ao final do mês de Agosto as candidaturas para a coordenação da Divisão Técnica de Física Atómica e Molecular**. As candidaturas, que deverão integrar um coordenador e pelo menos dois vogais, devem ser enviadas para a sede da SPF, Av. da República, 37-4.º, 1050 Lisboa, subscritas por um número mínimo de cinco membros, com uma breve descrição do programa de actividades a desenvolver.

O processo eleitoral decorrerá durante a Conferência Nacional Física 96, em Faro de 13 a 16 de Setembro. As listas candidatas com a indicação da data limite de recepção dos votos por correspondência serão oportunamente enviadas a todos os membros da Divisão. Para um sócio se inscrever na Divisão basta telefonar, escrever ou enviar um fax para a sede da Sociedade expressando essa intenção, mencionando o nome e número de sócio.



ZERO



"Eurochem"

## 15 programas para computador IBM-PC compatível:

- |                        |  |
|------------------------|--|
| 1. GALILEO             | Uma viagem espacial                      |
| 2. JOGOS QUÍMICOS      | Jogo das Substâncias e Adivinhas         |
| 3. KEPLER              | O céu na nossa mão                       |
| 4. LECHAT              | Simulações em equilíbrio químico         |
| 5. ÓPTICA              | Banco de óptica no computador            |
| 6. FQ-FOLHA DE CÁLCULO | Programas em "Excel"                     |
| 7. ENERGIA             | A gestão da energia na Terra             |
| 8. FRACTAIS            | Um mundo de imagens matemáticas          |
| 9. MILLIKAN            | Meça a carga do electrão                 |
| 10. RELATIVO           | Relatividade para todos                  |
| 11. TABELA PERIÓDICA   | Tudo sobre os elementos                  |
| 12. DARDO              | "Lançar" no computador                   |
| 13. JOGO DAS COISAS    | Jogos de fazer pensar (multidisciplinar) |

### Novos programas:

- |              |  |
|--------------|--|
| 14. EUROCHEM | Elementos químicos na Europa                       |
| 15. ZERO     | Concepção e correcção de testes (multidisciplinar) |

Para solicitar estes programas preencha o destacável e envie para:

Softciências, SPF, Departamento de Física; Universidade de Coimbra; 3000 COIMBRA

Próximos lançamentos: Ângulos / Tabela Periódica em CD-ROM / Testa FQ - testes de escolha múltipla em Físico-Químicas.



COLOCAR UMA CRUZ NOS PROGRAMAS PRETENDIDOS

PEDIDO DE PROGRAMAS

NOME DO PROGRAMA	PREÇO*	PREÇO**	NOME DO PROGRAMA	PREÇO*	PREÇO**
<input type="checkbox"/> 1. Galileo***	500	400	<input type="checkbox"/> 9. Millikan	2500	2000
<input type="checkbox"/> 2. Jogos químicos***	500	400	<input type="checkbox"/> 10. Relativo	2500	2000
<input type="checkbox"/> 3. Kepler***	500	400	<input type="checkbox"/> 11. Tabela periódica	2500	2000
<input type="checkbox"/> 4. Lechat	2500	2000	<input type="checkbox"/> 12. Dardo	2500	2000
<input type="checkbox"/> 5. Óptica	2500	2000	<input type="checkbox"/> 13. Jogo das coisas	2000	1500
<input type="checkbox"/> 6. FQ-Folha de cálculo	2000	1500	<input type="checkbox"/> 14. Eurochem	2500	2000
<input type="checkbox"/> 7. Energia	2000	1500	<input type="checkbox"/> 15. Zero	5000	4000
<input type="checkbox"/> 8. Fractais	2500	2000			

\*escudos  
\*\* Sócios SPF, SPQ, SPM  
\*\*\*Manual na disquete e na Internet  
Preços de conjunto:  
Toda a colecção 25000  
5 unidades Zero: 22500  
10 unidades Zero: 40000

Junto envio cheque / vale de correio / requisição nº \_\_\_\_\_, relativo ao pagamento de \_\_\_\_\_ programas conforme o quadro  
Remeter para: SOFTCIÊNCIAS, SPF/ Departamento de Física da Universidade de Coimbra, 3000 COIMBRA, PORTUGAL

G A Z E T A D E

# FÍSICA