

Física em Portugal

Estudantes do Porto dão curso de Astronomia

Começa em meados de Outubro mais um Curso de Introdução à Astronomia promovido pela Associação para a Promoção Cultural da Criança (APCC). Desta vez o curso realizar-se-á, pela primeira vez, na Delegação Regional Norte daquela associação e será ministrado por estudantes da licenciatura de Astronomia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Estes animadores fazem parte do Grupo de Informação e Recreação Astronómica (GIRA), que se dedica à divulgação da Astronomia em geral, tendo por isso uma vasta experiência em acções deste tipo.

O GIRA publica o Giroscópio (ver <http://come.to/GIRA>), um suplemento de Astronomia na revista “Ciência J”, da Associação Juvenil de Ciência (ver <http://www.ajc.pt/cienciaj>). Para mais informações contactar a APCC na Praça da República, 93 – 3º escrit. 4, Tel. 22 2004284 ou o GIRA na Rua Capitão Pombeiro, 59 – 2º dtº, 4000 Porto, telefone 22 5091520, e-mail - gira@geocities.com.

Dinâmica da Cisão

Terá lugar no Luso de 15 a 20 de Maio de 2000, por iniciativa do Centro de Física Teórica da Universidade de Coimbra, um encontro sobre “Dinâmica da cisão”. A comissão organizadora é formada pelos Drs. D. M. Brink, F. F. Karpechine, F. B. Malik e J. da Providência. O programa abrange a área da cisão atómica (situação experimental e desenvolvimentos teóricos) e cisão nuclear (situação experimental: cisão ternária, fria e espontânea, cisão induzida por múons, características gerais da cisão a energias baixas, intermédias, altas, e desenvolvimentos teóricos).

Provas na Universidade de Aveiro

Agregação: João de Lemos Pinto, em Julho de 1999, e Vítor Torres, em Outubro de 1999.

Mestrado em Ensino de Física e Química: Carlos Alberto Duarte, “A Interpretação do Mundo Físico”, em Maio de 1999 e Pedro Pombo, “Óptica e Holografia no Ensino Secundário”, em Julho de 1999.

Provas na Universidade de Coimbra

Agregação: Rui Ferreira Marques, em Setembro de 1999.

Doutoramento em Física Teórica: Fernando Nogueira, “Descrição de sólidos e agregados metálicos usando pseudopotenciais”, em Julho de 1999.

Mestrado em Física Teórica: Miguel Afonso Oliveira, “Integrais de caminho em teoria de Colisões – Método de Makri e Miller”, em Julho de 1999.

Mestrado em Física Tecnológica: Luís Miguel da Silva Margato, “Estudo de detectores do tipo MSGC, MGC e GEM para aplicação a elevadas taxas de contagem”, em Maio de 1999, Filipa Leonor Rodrigues Vinagre, “Técnica de medição do valor de W para raios X em gases: resultados para misturas Ne-Xe”, em Julho de 1999, e Carla Cristina Alves de Oliveira, “Dosimetria termoluminescente em radioterapia externa com o sistema Rialto, modelo 688, da NE Technology - Estudo das condições de aplicabilidade”, em Outubro de 1999.

Hadrões para a Saúde

A exposição itinerante do CERN sobre a terapia com hadrões, “Hadrons for Health”, deverá vir a Coimbra durante o ano de 2000, estando em negociação as datas exactas dessa realização. “Coimbra Cidade da Saúde” acolherá essa exposição com a colaboração de várias instituições, entre elas o LIP

(Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas), o Instituto Pedro Nunes e o recém-criado Centro de Tecnologias Nucleares Aplicadas à Saúde.

Física em Colisão

Realiza-se em Junho de 2000, durante três dias, a “20th Conference Physics in Collision”, no Museu da Ciência, da Universidade de Lisboa. A organização é do LIP e da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Da Comissão Organizadora fazem parte os Drs. Gaspar Barreira, Augusto Barroso e Amélia Maio. As datas exactas da conferência, com a duração de dois dias, serão fixadas no próximo mês de Dezembro.

Formação contínua de professores em Coimbra

Começaram em Setembro e prolongam-se por Outubro próximo, no Departamento de Física da Universidade de Coimbra, as acções “Foco” intituladas “FORPROFIS 2: Formação de Professores de Física-Das Teorias aos Procedimentos 2” (coordenada pela Drª Maria José de Almeida) e “Exploração de Equipamento Experimental Existente nas Escolas Secundárias para a Leccionação dos Curricula de Física” (coordenada pelo Dr. Adriano Pedroso de Lima). Ambas as acções têm 38 horas de leccionação (15 unidades de crédito) e são destinadas a professores do ensino secundário, sendo a primeira extensível a professores do 3º ciclo do ensino básico. A avaliação é individual, estando os formando obrigados à presença em 75 por cento das acções, que têm lugar às sextas feiras das 15 às 19 horas. Pedidos de esclarecimento sobre acções de formação de professores devem ser feitos por “e-mail” para jacruz@ci.uc.pt

Escola de Física do CERN

No próximo ano decorrerá em Portugal a “European School of High Energy Physics”, escola organizada anualmente pelo Centro Europeu de Investigação Nuclear (CERN) com a colaboração do “Joint Institute for Nuclear Research” (JINR), de Dubna, Rússia, e que reúne mais de uma centena de estudantes de doutoramento oriundos de países europeus. A edição do ano 2000 realiza-se entre 20 de Agosto e 2 de Setembro no Quality Hotel, no Caramulo.

Da comissão organizadora local fazem parte os Drs. Armando Policarpo (Universidade de Coimbra), Rui Ferreira Marques (Universidade de Coimbra), Luís Peralta (Universidade de Lisboa), António Onofre (Universidade Católica de Portugal, pólo da Figueira da Foz) e João Carvalho (Universidade de Coimbra). Entre os docentes da escola contam-se dois portugueses, os Drs. Jorge Dias de Deus e Gustavo Castelo Branco. A edição de 1999 decorreu em Casta-Papiernicka, na República da Eslováquia, entre 22 de Agosto e 4 de Setembro.

Física de Astropartículas

Na Universidade do Algarve, em Faro, realiza-se de 3 a 5 de Setembro de 2000 uma reunião sobre “New Worlds in Astroparticle Physics”. O terceiro encontro desta série será realizado uma vez mais no pólo de Gambelas da Universidade do Algarve. Trata-se de uma organização conjunta do Instituto Superior Técnico, Universidade do Algarve, CENTRA e LIP. O programa inclui contribuições em diversos temas como “Para além dos modelos padrão”, “Física de Neutrinos e Astrofísica”, “A Física da Cosmologia”, “Raios cósmicos: origem, propagação e interação” e “Astrofísica na Terra”.

Alteração dos planos curriculares da licenciatura em Física em Coimbra

A par de algumas alterações de pormenor na estrutura do ramo científico da licenciatura em Física e em Engenharia Física, foram recentemente introduzidas modificações importantes no ramo pedagógico da licenciatura em Física que passou

a chamar-se “Ramo Educacional – Ensino da Física e da Química”. Esta remodelação, que se caracteriza pelo aumento significativo das componentes de Química deste ramo da licenciatura, visa habilitar os estudantes para a leccionação das disciplinas do 4º grupo A e B nas melhores condições.

O que dizem os físicos

João da Providência

(Abril/1997)

“As ciências exactas, nomeadamente a Física, não têm sido entre nós cultivadas com a devida dedicação.

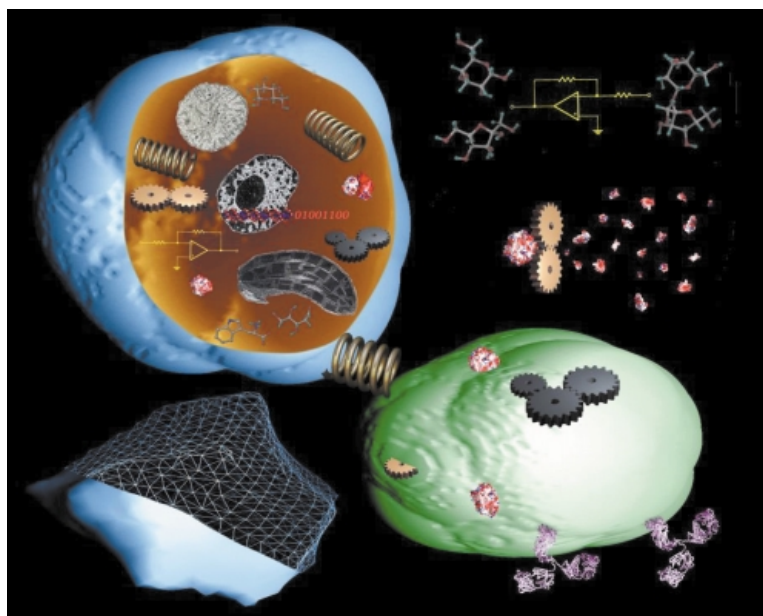
A nossa contribuição, a nível mundial, para esta área do saber tem sido escassa.

Não por fatalismo genético mas, como a História abundantemente mostra, devido a circunstâncias de carácter ideológico e político.”

Simulação de processos biológicos

Decorre em Santarém nos dias 2 e 3 de Outubro o segundo curso da Sociedade Portuguesa de Biofísica, cujo objectivo é dar um panorama de técnicas de simulação usadas nas ciências biológicas, com uma aplicação essencialmente prática. Os tópicos cobertos são simulações de dinâmica molecular (clássica e quântica), interações moleculares, métodos electrostáticos no contínuo, predição da estrutura de proteínas, organização de membranas, etc. É co-organizador o Dr. Cláudio Soares, do ITQB, Universidade Nova de Lisboa. Para mais informações ver

<http://www.itqb.unl.pt>



Provas nacionais de Física do 12º ano

Pedimos à Dra. Ana Eiró, professora do Departamento de Física da Universidade de Lisboa, e que acompanhou pela parte da Sociedade Portuguesa de Física (SPF) o processo dos exames do 12º ano, alguns comentários sobre as provas nacionais de Física. Fizemos-lhe duas perguntas e, como é evidente, as suas respostas são dadas a título pessoal e não veiculam a posição da SPF.

P. — Como comenta os exames de Física do 12º ano deste ano? Os enunciados eram adequados?

R. — As provas foram adequadas ao programa da disciplina. Pareceram-me equilibradas relativamente à distribuição das diferentes partes da matéria e ao alcance do aluno médio. Apesar de não serem complicadas, as provas exigiam a realização de alguns cálculos, um pouco longos para os alunos menos treinados.

Havia questões de variados graus de dificuldade, o que permite distinguir os alunos. Algumas destas questões podem ter provocado hesitações no aluno bem preparado.

Por exemplo, na questão 3.3 do ponto da 2ª chamada, o aluno conhecedor da matéria pode ter procurado o movimento de uma partícula sujeita simultaneamente a um campo eléctrico e magnético, em vez de encontrar uma resposta simples baseada no equilíbrio entre as forças no ponto inicial do movimento.

O aspecto gráfico das provas era bom, mas algumas figuras deveriam ter sido mais cuidadas. Por exemplo, no ponto da 1ª chamada, na questão II.1, o pormenor da figura era essencial à resolução do problema. A figura 4 deveria ter sido ampliada e, sobretudo, respeitada a escala dos ângulos assinalados.

Há ainda aspectos de pormenor, como o fornecimento de dados não necessários à resolução e a não explicitação completa das condições em que se colocam as questões. À primeira vista a existência de dados a mais não deveria prejudicar os alunos e, de facto, penso que assim acontece no caso do aluno médio. Contudo, os melhores alunos podem ser perturbados por informação irrelevante.

Quanto à explicitação das condições do problema, é uma questão de precisão: o campo gravítico que se refere no problema II.2 da 1ª chamada é seguramente uniforme...

Um comentário geral sobre as questões do grupo III, ditas experimentais: embora tendo sido introduzidas nos exames com o objectivo de fomentar o ensino experimental — ou pelo menos de criar hábitos de análise dos resultados experimentais —, a resposta a estas perguntas não avalia a capacidade ou experiência do aluno em trabalhos de laboratório. Têm sido questões simples, que ajudam a cotação a subir... É, contudo, essencial que as palavras utilizadas e os conceitos subjacentes sejam claros. Pede-se para calcular a incerteza dos valores e o valor da incerteza em percentagem e fala-se, nos critérios de correcção, em incerteza absoluta e incerteza relativa. Apesar

destes termos serem hoje geralmente utilizados, eles não são adequados. Quando se procura avaliar experimentalmente uma grandeza fazendo várias medições, idealmente em número muito grande, obtém-se o valor da grandeza calculando a média dos valores obtidos ou traçando uma recta “pelo meio dos pontos” obtidos, como é o caso do exemplo na questão III do ponto da 1ª chamada. Define-se erro absoluto da medição como o módulo do maior desvio, isto é, o módulo da maior diferença entre o valor medido e o valor médio (que não é necessariamente o valor mais provável), e o erro relativo como a razão entre o erro absoluto e o valor experimental da grandeza. Estas definições aparecem frequentemente referidas ao “valor verdadeiro”, no pressuposto de que se conhece a grandeza que se vai medir. Era isto que se pedia nos enunciados dos exames e toda a gente entendeu o que se pretendia, até porque estas questões foram muito semelhantes às que apareceram nas provas modelo. Quanto a incerteza da medição, remeto para a definição proposta por G. Almeida no seu livro “Sistema Internacional de Unidades” (Plátano, 2ª ed., 1997): “estimativa que caracteriza o intervalo de valores no qual se situa o verdadeiro valor da grandeza medida”.

P. — Houve ou não erro ou imprecisão no ponto da 2ª chamada?

R. — Houve, de facto, uma incorrecção na questão 1.5 do exame da 2ª chamada. Embora seja interessante, a questão não apresenta nenhuma solução correcta. A aceleração do corpo quando percorre o líquido Y é maior do que quando percorre o líquido X, o que significa que a velocidade cresce com o tempo em Y de uma forma mais acentuada do que em X. O gráfico escolhido deve ter uma descontinuidade. Este raciocínio leva o aluno a optar pelo gráfico D (o mesmo nas duas versões). Mas este gráfico não está correcto, pois apresenta a variação da velocidade com a altura e não com o tempo. Se a velocidade varia linearmente com o tempo não varia linearmente com a altura. Só o quadrado da velocidade varia linearmente com a altura, pelo que o gráfico correcto devia apresentar dois ramos de parábola em lugar de dois segmentos de recta ou, alternativamente, indicar no eixo das ordenadas o quadrado da velocidade.

Não creio que este erro tenha prejudicado a maioria dos alunos, que nem deram conta dele. Poderá, porém, ter confundido uma minoria que terá optado por não assinalar nenhuma resposta certa. O Ministério deu indicação aos correctores de que deveriam dar a cotação completa a quem tivesse assinalado a opção D ou não tivesse assinalado nenhuma hipótese, ou ainda tivesse dito que nenhuma das hipóteses estava correcta, o que me pareceu uma opção equilibrada no sentido de minorar os males. Mas o “remédio” adoptado não resolve a questão de fundo... É inacreditável que apareçam erros nos enunciados! Será que não é possível resolver de vez esta questão?

Museu de Física

O Museu de Física da Universidade de Coimbra tem a sua origem no Real Gabinete de Física, uma valiosa colecção de instrumentos de Física pertencente ao Real Colégio de Nobres de Lisboa e transferida para Coimbra para integrar a cadeira de Física Experimental (criada pelos Estatutos de 1772 no âmbito da reforma pombalina da Universidade). Este museu possui hoje um notável espólio de instrumentos científicos e didácticos de Física dos séculos XVIII e XIX, utilizados no Gabinete de Física Experimental da Universidade de Coimbra desde que ele foi criado.

A colecção de instrumentos é uma das mais raras no mundo. Os instrumentos do século XVIII, que deram origem na época a um dos mais completos gabinetes para o estudo da Física Experimental, são considerados verdadeiras obras de arte. Os instrumentos do século XIX são, por sua vez, representativos do desenvolvimento da Física Experimental naquele período. Uma parte do actual espólio do Museu encontra-se em exposição permanente nas salas onde foi originalmente instalado o Gabinete de Física. Estas salas, com o mobiliário da época, constituem parte integrante do Museu. Numa delas é feita uma recriação de um Gabinete de Física da segunda metade do século XVIII. Na outra são apresentados instrumentos adquiridos ao longo do século XIX.

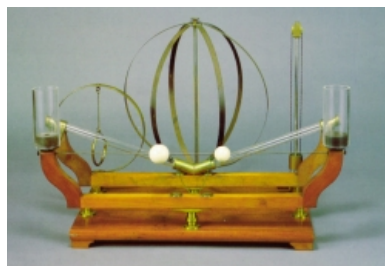
Actividades recentes

O Museu de Física abriu as suas portas ao público em 29 de Janeiro de 1997, tendo desde então mantido um funcionamento regular. O material exposto é constituído por cerca de 300 instrumentos científicos dos séculos XVIII e XIX, e por livros antigos de carácter científico. Para a exposição inaugural foi publicado o catálogo “O Engenho e a Arte: Colecção de Instrumentos do Real Gabinete de Física” (Universidade de Coimbra - Faculdade de Ciências e Tecnologia - Museu de Física e Fundação Calouste

Gulbenkian, 1997), do qual existe uma versão em inglês.

O Museu de Física tem recebido, para além de numerosos visitantes nacionais e estrangeiros, muitos grupos de alunos dos 2º e 3º ciclos do ensino básico e do ensino secundário, de cursos de pós-graduação em Museologia, e ainda grupos de cientistas nacionais e estrangeiros.

O interesse da colecção motivou ainda a visita de especialistas, nomeadamente Jane Wess (Conservadora do Museu de História da Ciência de Londres), Emanuel Araújo (Director da Pinacoteca do Estado de São Paulo), Gian Antonio Saladin (Director do Museu de História da Física de Pádua), Stuart Talbot (Presidente da “Scientific Instrument Commission” da “International Union of the History and Philosophy of Science”) e, por ocasião da conferência anual desta última organização, realizada em Lisboa em Maio passado, de um grupo de cerca de 50 cientistas de várias nacionalidades. No sentido de melhorar a exploração pedagógica do espólio do Museu foram construídas réplicas de alguns instrumentos cuja utilização poderá complementar a visita por alunos.



Participações exteriores

O Museu de Física participou nas seguintes exposições:

- “A Magia da Imagem”, no Centro Cultural de Belém, de Fevereiro a Junho de 1996. Nesta exposição estiveram expostas algumas lâminas de vidro pintadas e a câmara óptica.
- “O Engenho e a Arte”, na Fundação Calouste Gulbenkian, em Lisboa. De Abril a Agosto de 1998 esteve patente uma mostra constituída por uma selecção de 149 instrumentos científicos dos séculos XVIII e XIX. Esta

exposição, realizada pela Fundação Calouste Gulbenkian com o apoio do Museu de Física, foi visitada por cerca de 50 000 pessoas.

- “O Engenho e a Arte”, na Sala da Cidade e no Edifício do Chiado, em Coimbra, de Dezembro de 1997 a Março de 1998. A exposição, constituída pelos 149 instrumentos anteriormente expostos na Fundação Calouste Gulbenkian, teve cerca de 12 000 visitantes.
- “Os Construtores do Oriente Português”, no Museu de Transportes e Comunicações da Alfândega do Porto, de Junho a Novembro de 1998.
- “Splendors of Portugal”, exposição a decorrer no Japão entre Maio e Dezembro de 1999 e que integra a máquina electrostática de disco de vidro e o magnete esférico.
- Exposição temporária no Visionarium, Centro de Ciência do Europarque de Santa Maria da Feira, de Junho de 1998 a Agosto de 1999. Para esta exposição o Museu cedeu 17 peças da sua colecção.

Projectos em curso

Actualmente o Museu desenvolve os seguintes projectos:

- Projecto PRAXIS XXI/2/2.1/DC&T/1939/96 - Mediatização do Museu de Física da FCTUC.

O projecto está em vias de conclusão, podendo visitar-se, no endereço <http://www.fis.uc.pt/museu>, páginas que incluem: informação geral; “O Engenho e a Arte” (colecção de 149 instrumentos mostrados através de fotografias, esquemas, textos e animações); passeio virtual (novo: salas e objectos reconstituídos em três dimensões); homenagem (Mário Silva e Rómulo de Carvalho); obras de Física dos séculos XVIII (novo), etc.

- “Science and Technology Historical Routes - STHIR”, projecto submetido em 1999 ao programa RAFAEL, em colaboração com o Museu Nacional da Ciência e da Técnica de Madrid e com o Museu de História da Física da Universidade de Pádua.
- MULTILAB, projecto submetido em 1999 à Comissão Europeia, em

colaboração com o Museu Nacional da Técnica de Praga, a Universidade Politécnica de Madrid, o Instituto de Matemática Aplicada de Génova e o Museu Nacional da Ciência e da Técnica de Madrid.

Ao abrigo do Contrato-Programa para Financiamento dos Anexos, da Reitoria da Universidade de Coimbra, foram avaliados e financiados os seguintes projectos: “Armazenamento do espólio de reserva”, “Melhoria de condições das salas de exposição do Museu de Física”, “Consulta pública dos livros dos séculos XVIII e XIX”, “Recuperação de todo o espólio do Museu”, “Exploração pedagógica do espólio do Museu” e “Instalação de oficinas de restauro de instrumentos científicos”, todos com execução prevista até ao ano 2002.

Ermelinda Ramos Antunes
(Departamento de Física da Universidade de Coimbra)
ermelinda@lipc.fis.uc.pt

Mestrados no Departamento de Física da Faculdade de Ciências de Lisboa em 1998 e 1999

Na continuação da lista de mestrados incluída no último número, acrescentamos os seguintes:

- . António Alberto Dias, “Fotoionização e Adsorção de Moléculas Instáveis”, em Ciência e Engenharia de Superfícies.
- . Rui Gomes Neves, “Bosões W, Estados Ligados e Efeitos Anómalos”, Física – Altas Energias e Gravitação.
- . João Manuel Lourenço, “Interacções com uma Superfície Líquida (PFPE - Perfluoropolietileno)”, em Ciência e Engenharia de Superfícies.
- . João Pedro Jarego, “Transístores de Filme Fino de Silício Amorfo Hidrogenado”, em Ciência e Engenharia de Superfícies.
- . Sofia Andringa Dias, “Estados Finais com Fotões em LEP2”, em Física – Altas Energias e Gravitação.
- . Ana Margarida Rodrigues, “Estudo Qualitativo de um Fluido Cosmológico de Três Componentes”, em Física – Altas Energias e Gravitação.

Doutoramentos na Universidade de Lisboa

- Carlos Miguel Martins, “Estudo da Circulação Oceânica Superficial no Atlântico Nordeste Utilizando Bóias Derivantes com Telemetria por Satélite”, em Física (Oceanografia), em Abril de 1998.
- Carlos Gil Martins, “Oceanus: um Atlas Digital Oceanográfico Aplicado ao Estudo da Estrutura, Variabilidade e Climatologia do Atlântico ao Largo de Portugal Continental”, em Física (Oceanografia), em Abril de 1998.
- Rui Alberto Santos, “Renormalização do Modelo Padrão com Dois Dubletos de Higgs: alguns Exemplos e Aplicações”, em Física (Física das Partículas Elementares), em Maio de 1998.
- José Paulo Pinto, “Dispersão Deutério-núcleo, Fragmentação do Deutério em Protões, Dispersão Profundamente Inelástica do Deutério”, em Física (Física Nuclear), em Setembro de 1998.
- Maria Ana Baptista, “Génese e Impacte de Tsunamis na Costa Portuguesa”, em Física (Geofísica Interna), em Outubro de 1998.
- Elsa Maria Lopes, “Transporte Eléctrico Não Linear em Sistemas Moleculares de Onda de Densidade de Carga”, em Física (Física da Matéria Condensada), em Outubro de 1998.
- Henrique José Leitão, “Estrutura e Termodinâmica de Misturas Ternárias com Anfífilo”, em Física (Física da Matéria Condensada), em Outubro de 1998.
- Maria Catarina Espírito Santo, “Procura de Leptões Compostos e Exóticos com o Detector Delphi em LEP 2”, em Física (Física de Partículas Elementares), em Novembro de 1998.
- Bernardo António Tomé, “Determinação da Luminosidade em LEP com o Calorímetro STIC de Delphi”, em Física (Física de Partículas Elementares), em Novembro de 1998.
- Carla Maria Silva, “Processamento de Dados Electroencefalográficos – Aplicações à Epilepsia”, em Biofísica, em Dezembro de 1998.
- João Manuel Alves, “Seeing the Light Through the Dark – Infrared Dust Extinction and the Structure of Molecular Clouds”, em Astronomia e Astrofísica, em Abril de 1999.

O que dizem os físicos

Físicos na indústria, porquê?

Existem alguns factos que todos os estudantes de Física deveriam saber mas que a maioria dos seus professores não lhes dizem. Deixem-me contribuir com sete factos inquestionáveis. Assim, os físicos não podem fazer...

- Engenharia electrotécnica tão bem como os engenheiros electrotécnicos;
- Engenharia química tão bem como os engenheiros químicos;
- Engenharia de “software” tão bem como os engenheiros informáticos;
- Engenharia mecânica tão bem como os engenheiros mecânicos;
- Engenharia óptica tão bem como os engenheiros ópticos;
- Engenharia aeronáutica tão bem como os engenheiros aeronáuticos;
- Matemática tão bem como os matemáticos.

Dados estes factos, porque diabo alguém quererá empregar um físico? Eis a resposta: os físicos podem fazer qualquer uma destas tarefas 80 por cento tão bem como os respectivos especialistas. Porém, a competência dos especialistas tende rapidamente para zero fora do seu domínio de especialização. Na minha empresa há engenheiros de toda a espécie que realizam diferentes tarefas.

Contudo, no topo, a percentagem de doutores em física é quase 100 por cento (também existem dois engenheiros e um químico). E isto porquê? Porque os físicos são os que têm uma melhor visão de conjunto e podem, portanto, verificar se cada disciplina está a dar a contribuição certa para o problema.

Jeffrey Hunt
(Boeing Corporation)

(Extracto de um artigo publicado em APS News, Fevereiro de 1999)

Questões de Física

Como diferenciar as fases sólida e líquida através de propriedades macroscópicas? Antigamente dizia-se que em ambos os “estados” o volume era fixo, mas que no estado sólido a forma era fixa, enquanto no estado líquido a forma era variável, pois o líquido tomava a forma do recipiente. Acontece que isto nem sempre é verdade: o pó de talco, que está no estado sólido, adquire a forma do recipiente onde está contido.

(Um professor do ensino secundário)

Porque é que um pneu com maior superfície escorrega mais nas curvas do que um com menor superfície?

A resposta à questão colocada na página 27 da edição anterior da “Gazeta” é a seguinte:

Dada a complexidade da estrutura de um pneu, esta questão não pode ser respondida com base apenas nas leis clássicas do atrito. Apesar desta complexidade, as três principais funções do pneu de um automóvel são as seguintes:

1 O pneu “agarra-se” à estrada, particularmente durante os períodos de aceleração, desaceleração e travagem.

2 O pneu actua como um amortecedor nas irregularidades do piso (isto é, deforma-se), auxiliando os amortecedores mecânicos.

3 Quando o carro rola na estrada, ou seja, circula com velocidade constante, a energia dissipada no pneu deve ser mínima.

Se se entrasse em conta exclusivamente com a primeira e a última destas funções, assegurar-se-ia que as rodas do automóvel rolassem sem deslizar. Neste caso, o carro não derraparia ao descrever uma curva. Isto significa que o atrito entre as rodas e o solo é estático. Exemplificando: se um carro

descreve um arco de circunferência numa curva sem inclinação (para não complicar) em que o coeficiente de atrito (estático) é de 0,81 e se o raio da curva for de 80 metros, facilmente se verifica que a velocidade máxima a que o automóvel pode circular é de 25 metros por segundo.

Isto nem sempre se verifica e convém então referir outras situações. Se o carro derrapa ao descrever a curva, isto pode querer dizer que o coeficiente de atrito em causa é cinético, inferior, portanto, ao coeficiente de atrito estático. Devemos também entrar em conta com efeitos de lubrificação, aos quais já não se aplicam as leis clássicas do atrito. Assim, outros efeitos físicos têm de ser considerados como, por exemplo, a viscosidade (piso molhado) e a histerese, que não são formas de atrito.

Experiências laboratoriais entre uma superfície dura e borracha permitem tirar as seguintes conclusões:

– Para uma superfície não lubrificada, o coeficiente de atrito (próximo do valor 1) diminui com o aumento da pressão de contacto entre as duas superfícies. Neste caso, o atrito é em grande parte devido às fortes forças de adesão.

Se as superfícies são ligeiramente lubrificadas, as forças intersuperficiais reduzem-se significativamente. Neste caso, o coeficiente de “atrito” é proporcional ao valor médio da pressão e depende das perdas resultantes da deformação da borracha (ou, noutra linguagem, das propriedades de histerese da borracha). Neste contexto, introduz-se o conceito de “atrito” de rolamento que tem as dimensões de um comprimento.

Por este motivo, escreveu-se “atrito” entre aspas. De facto, apesar das analogias que podem existir, trata-se de fenómenos conceptualmente distintos, obedecendo a regras muito diferentes.

Os dados anteriores são tidos em conta pelos construtores de pneus, dado que uma boa conjugação destes factores permite conciliar economia no

consumo de combustível com segurança na condução. A histerese provoca dissipação de energia, que deverá ser compensada pelo motor (lei de conservação da energia).

Uma bola, cuja área de contacto se vai deformando à medida que rola sobre uma superfície horizontal, pode constituir uma analogia útil. Se o seu material for perfeitamente elástico (deformação pequena) não há transferência de energia para a superfície horizontal durante o movimento. O mesmo não se passa com materiais reais, como os dum pneu, onde se verificam perdas por histerese (deformação maior). Como, neste caso, a velocidade angular da bola diminui, o efeito de histerese é análogo ao de uma força de atrito ou de viscosidade. Daí a designação, pouco apropriada, de “atrito” de rolamento que, na verdade, surge como um momento, em relação ao centro de massa da bola, oposto à rotação.

Apesar da situação ser mais complicada num pneu real, também aí ocorrem efeitos deste tipo. Quanto maior for a superfície de contacto com o solo menor será a pressão efectiva e, consequentemente, menor será o “atrito” de rolamento. Por outro lado, uma fina camada, ligeiramente lubrificada, de areias e poeira, situada entre algumas zonas do pneu e a estrada, funciona como um mecanismo de rolamento, eliminando o atrito uma vez que o contacto directo não se verifica.

Célia Sousa

Departamento de Física da
Universidade de Coimbra

celia@teor.fis.uc.pt

Referências:

- D. Tabor, “The rolling and skidding of automobile tyres”, *Physics Education* 29 (1994) 301.
- A. Doménech, T. Doménech and J. Cebrían, “Introduction to the study of rolling friction”, *American Journal of Physics* 55 (1987) 231.