

Odyssey encontra gelo em sob a superfície de Marte

Vida em lagos sub-glaciares

Estrelas de *quarks*

Novas imagens do fundo cósmico

LED de um só fóton

Micro-satélite propulsionado a plasma

Parlamento finlandês aprova nova central nuclear

Conferência da Sociedade Europeia de Física

Conferência da UNESCO sobre Física Teórica

Novo acelerador do CERN só em 2007

Equipa australiana teletransporta feixe de laser

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

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

gazeta@teor.fis.uc.pt

FÍSICA NO MUNDO

ODYSSEY ENCONTRA GELO SOB A SUPERFÍCIE DE MARTE



Usando os instrumentos a bordo da nave espacial *Odyssey* enviada em 2001 pela NASA, cientistas encontraram enormes quantidades de algo precioso escondido logo por baixo da superfície de Marte – uma quantidade de água no estado sólido suficiente para encher o equivalente a duas vezes o lago Michigan, nos EUA (58 240 quilómetros quadrados de área). "É realmente incrível! Esta é a melhor prova concreta que temos da existência de água congelada na sub-superfície de Marte. Tínhamos esperança de encontrar alguns vestígios de gelo, mas o que descobrimos foi muito mais gelo do que esperávamos!", revelou William Boyton, o investigador principal do grupo de espectrometria de raios gama da sonda *Odyssey*, da Universidade do Arizona, no Tucson, EUA.

Os cientistas usaram o espectroscópio de raios gama da *Odyssey* para detectarem hidrogénio. Ele indicou a presença de gelo a apenas um metro abaixo do solo, numa vasta região que rodeia o pólo Sul do planeta. A detecção de hidrogénio baseia-se na intensidade de raios gama emitidos por este elemento, bem com na intensidade dos neutrões afectados pelo mesmo. Um detector de neutrões de alta

energia e um espectrómetro de neutrões registaram a intensidade neutrónica.

A quantidade de hidrogénio detectado indica que o gelo constitui entre 20 e 50 por cento da massa da camada mais baixa. E, como a rocha tem uma densidade maior do que o gelo, tal implica que mais de 50 por cento do volume dessa camada será preenchido por gelo. Isto significa que, se alguém aquecesse um balde inteiro deste solo rico em gelo, mais de metade do balde ficaria cheio de água.

O espectroscópio de raios gama usado é único, já que é capaz de sondar a composição do solo abaixo da superfície até cerca de um metro de profundidade. Pela combinação dos diferentes tipos de dados recolhidos pelo instrumento, concluiu-se que o hidrogénio não está uniformemente distribuído pelo primeiro metro de profundidade, encontrando-se concentrado na parte inferior.

Foi descoberto também que as regiões ricas em hidrogénio estão localizadas em áreas muito frias onde, portanto, o gelo deve ser estável. Esta relação entre o elevado conteúdo de hidrogénio e regiões de previsível estabilidade do gelo permitiu concluir que o hidrogénio se encontra sob a forma de gelo. A camada rica em hidrogénio estende-se entre cerca de 60 e 30 cm de profundidade, a latitudes que variam entre os 60° e 75° Sul, respectivamente.

Indícios de hidrogénio subterrâneo são também visíveis no Norte, mas não nas proximidades do pólo. Isto deve-se ao facto de o dióxido de carbono (gelo seco) sazonal congelar e cobrir as regiões polares durante o Inverno, como uma espécie de geada. À medida que a Primavera se aproxima no hemisfério Norte, os dados indicam que a geada está a regredir, reve-

lando, por baixo, um solo rico em hidrogénio.

Outro resultado obtido a partir das informações dos neutrões é que vastas áreas de Marte entre latitudes baixas e médias contêm uma certa quantidade de hidrogénio. A interpretação deste facto ainda está em estudo, mas a hipótese preliminar mais provável é de que esta quantidade relativamente pequena de hidrogénio esteja ligada aos minerais existentes no solo, não se encontrando portanto na forma de gelo.

(ver *Science*, 31/Maio/ 2002).

Adaptação de um texto recolhido de "ASTRONOVAS", lista de distribuição de notícias de Astronomia em português, organizada pelo Observatório Astronómico de Lisboa e Centro de Astronomia e Astrofísica da Universidade de Lisboa. Para inscrição envie a mensagem "subscribe astronovas" (sem aspas nem 'assunto') para o endereço majordomo@oal.ul.pt

VIDA EM LAGOS SUB-GLACIARES

A vida em lagos sub-glaciares é um assunto "quente" quando se fala em ambientes frios. Na lua Europa de Júpiter poderá esconder-se vida num oceano líquido que está isolado por cima por uma folha espessa de gelo. Um novo relatório refere que a espessura dessa folha é de pelo menos 19 km, tornando difícil que uma futura sonda espacial penetre até ao nível líquido. A nova estimativa baseia-se na forma das crateras de impacto da superfície, semelhante à do Ártico, da lua Europa (Schenk, *Nature*, 23/Maio/2002).

Ao mesmo tempo, no pólo Sul da Terra, cientistas estão a estudar o Lago Vostok, uma massa de água líquida do tamanho do lago Ontário situada debaixo de quatro quilómetros de gelo. No encontro de Maio da União Americana de Geofísica, em Washington DC, uma sessão foi dedicada ao referido lago. Nunca pensaríamos na Antárctica como a "terra dos lagos" mas, de facto, é! Vostok é o maior mas há outros do tamanho do Lago

Tahoe e muitos mais de menores dimensões. Uma operação russa de perfuração parou logo antes de entrar na zona de água líquida do lago Vostok a fim de explorar a zona em que a água do lago subiu congelando perto do fundo do glaciar sobrejacente. No encontro, Jean Robert Petit (do Laboratório do CNRS, França) referiu que níveis acrescidos de hélio 4 presente no gelo aderente do lago, mas não no gelo do glaciar, indicam a acção de ventilação térmica no fundo do glaciar. Sergei Bulat (do Instituto de Física Nuclear de São Petersburgo, Rússia) e John Priscu (da Universidade Estadual de Montana, EUA) referiram que bactérias e vírus retirados do gelo aderente eram semelhantes a criaturas termofílicas encontradas no Parque Nacional de Yellowstone, o que também sugere a presença de acção hidrotérmica no Lago Vostok.



ESTRELAS DE QUARKS

As estrelas de *quarks* são o que resultaria se uma estrela em colapso passasse do estado de estrela de neutrões, no qual os constituintes da estrela são principalmente neutrões (cada neutrão consiste em dois *quarks down* e um *quark up*), para um estado em que as fronteiras dos neutrões se dissolvessem, permitindo que os quarks se desloquem isolados. O acelerador RHIC de Brookhaven, nos EUA, tenta fazer algo semelhante a uma escala muito menor quando faz colidir átomos de ouro um contra o outro. No caso de uma estrela de *quarks* é a sua própria gravidade em vez dos gradientes dos aceleradores artificiais que fornece a energia de colisão necessária. Nestas condições, talvez seja energeticamente

concebível que muitos *quarks* existam sob a forma de quarks estranhos em vez dos *quarks* up e down bastante mais leves. Daí o nome de "estrelas estranhas". Provas de existência de estrelas de *quarks* surgiram agora com observações de duas estrelas de neutrões, observadas através de raios-X pelo telescópio de raios-X Chandra e pelo telescópio espacial Hubble. Um dos objectos, RXJ 1856, é demasiado pequeno (a julgar pela sua riqueza em raios-X e pela sua escassez em emissões visíveis) para ser uma estrela de neutrões convencional constituída essencialmente por neutrões. O outro objecto, 3C58, parece ter arrefecido demasiado depressa (a julgar pela sua temperatura actual e pelo seu tempo de vida, apontando para registos medievais chineses que referem o nascimento do objecto como uma supernova em 1181) para ser uma vulgar estrela de neutrões. Em ambos os casos as observações correspondem melhor a uma estrela de *quarks* (um núcleo grande), ou a uma mistura de camadas de *quarks* e neutrões. (Ver dois artigos a publicar no *Astrophysical Journal*: Slane *et al.*, astro-ph/0204151 e Drake *et al.*, astro-ph/0204159).

Um dia após a conferência de imprensa em que estes resultados foram anunciados, surgiu um novo *preprint* (astro-ph/0204199) sugerindo que a distância a JXJ1856 é, de facto, superior à estimada e que o objecto não é necessariamente uma estrela de *quarks*.

NOVAS IMAGENS DO FUNDO CÓSMICO

As imagens de CMB (*cosmic background radiation*, radiação cósmica de fundo) mais nítidas, com uma resolução de seis minutos de arco, permitem detectar manchas de matéria com massas entre cinco e oitenta vezes 10^{14} massas solares, que correspondem à massa a galáxias. Por outras palavras, o novo mapa da CMB revela, pela primeira vez, os nós primitivos de matéria de onde nasceram os maiores objectos celestes que hoje são observados. Tal como o disco brilhante

do Sol é a superfície da última dispersão para os fotões que emergem do centro do Sol, o CMB é a superfície da última dispersão para os fotões que emergem do plasma quente prestes a condensar-se nos primeiros átomos neutros, trezentos mil anos após o *big bang*.

O instrumento usado para fazer a nova medição da radiação cósmica de fundo, o *Cosmic Background Imager* (CBI), situa-se a 5090 metros de altitude num planalto alto e seco do Chile. Trata-se de um conjunto de 13 antenas que podem ser direccionadas simultaneamente para observar regiões seleccionadas do céu. Foram inspeccionados quarenta graus quadrados da abóbada celeste. Tal como em estudos anteriores sobre a radiação cósmica de fundo (<http://www.aip.org/enews/physnews/2001/split/537-1.html>) os resultados do CBI podem ser projectados num gráfico de pequenas diferenças de temperatura versus tamanho angular da amostra. Este "espectro de energia" apresenta os picos registados anteriormente e oferece a possibilidade de resolução dos picos seguintes. Vários parâmetros cosmológicos, como a densidade da matéria (foi medido o valor de 0,99 para o parâmetro ómega, a razão da densidade observada para a densidade crítica correspondente ao fecho do universo), são consistentes com o modelo inflacionário padrão (comunicado de imprensa e *preprint* disponíveis em <http://www.astro.caltech.edu/~tjp/CBI/>).



LED DE UM SÓ FOTÃO

Foi criado um LED de um único fotão, um diodo emissor de luz que dispara um fotão de cada vez, oferecendo um componente barato e fácil de produzir à criptografia quântica e outras aplicações. No encontro do CLEO/QELS, realizado em Maio em Long Beach (EUA), cientistas da Toshiba Research Europe Limited descreveram um pequeníssimo ponto quântico de arsenieto de índio a uma escala de um nanómetro embutido numa estrutura de LED de arsenieto de gálio. O ponto quântico é tão pequeno que só consegue capturar alguns electrões e lacunas de um impulso de corrente eléctrica. É criado um único fotão pela recombinação de um único electrão e uma única lacuna no ponto quântico. Os investigadores reclamam ser esta a primeira fonte de um único fotão accionada electricamente. Estas fontes emissoras de partículas únicas são essenciais para realizar uma criptografia quântica realmente segura. Se forem emitidos vários fotões de um aparelho, alguns poderão ser recolhidos por um "espião", que interceptaria a mensagem sem ser detectado (ver também Yuan *et al.*, *Science*, 4/ Janeiro/2002.).

MICRO-SATÉLITE PROPULSIONADO A PLASMA

O desenvolvimento de micro-naves espaciais (com menos de um quilograma) tem sido bem sucedido devido à nova tecnologia dos MEMS (sistemas micro-electromecânicos), com uma excepção: propulsores em miniatura, mini-foguetes que conduzam a nave e façam ajustes de órbita. Mas John Foster, investigador no Glenn Research Centre, da NASA, em Cleveland (EUA), construiu recentemente um pequeno foguete que é propulsionado através da aceleração de iões de xénon de um plasma criado em cavidades milimétricas. Isto é conseguido numa escala milimétrica sem serem precisos imans permanentes exóticos ou electroímans volumosos. O aparelho é

muito eficiente: 88 por cento do combustível é transformado em iões. O novo acelerador compacto produz um feixe de iões com energias na faixa dos 50-200 eV e, por isso, além de manobrar satélites em órbita, o aparelho poderá ser útil na química de superfícies e na produção de películas muito finas (John Foster, *Review of Scientific Instruments*, Maio de 2002; a imagem, que mostra o teste de lançamento, foi tirada de <http://www.aip.org/mgr/png/2002/154.htm>).



PARLAMENTO FINLANDÊS APROVA NOVA CENTRAL NUCLEAR

Com 107 votos a favor e 92 contra, o Parlamento finlandês decidiu aprovar no dia 24 de Maio a proposta governamental de construção de um novo reactor nuclear que se irá juntar aos já quatro existentes no país.

A empresa de produção de energia Teollisuuden Voima Oy é a responsável pela idealização e construção da nova central. Duas localidades, Hästholmen e Olkiluoto, já se mostraram interessadas em receber a nova central nuclear. Se tudo correr como previsto, a construção poderá iniciar-se em 2005, prevendo-se que o reactor esteja operacional no final desta década.

Com o objectivo de diminuir a dependência energética da Finlândia do exterior e cumprir os protocolos internacionais para a redução da emissão de gases de efeito de estufa, a energia nuclear foi a escolhida por este país por se apresentar uma alternativa viável do ponto de vista económico e ecológico (de facto, a opção nuclear obedece à estratégia climática finlandesa adoptada no ano

passado). As centrais nucleares na Finlândia produzem cerca de 30 por cento da electricidade consumida no país. Com um sector industrial em franco crescimento, nomeadamente nos sectores metalúrgicos e da indústria papelreira, que representam 55 por cento do consumo, este país necessita de um impulso na capacidade de produção de energia eléctrica.

Esta decisão do país nórdico vem colocar fim a um vazio de quase uma década em questões nucleares no espaço europeu. De facto, o último país a ter aprovado a construção de novos equipamentos nucleares para produção de energia foi a França, em 1993. A aprovação foi já aplaudida pela Comissária Europeia responsável pelo sector, Loyola de Palácio, que referiu a necessidade de reactivar o debate sobre o futuro nuclear da União. De facto, é bem conhecida a posição da Comissária da Energia e Transportes, que defende uma opção nuclear como forma de cumprir os protocolos de Quioto. A construção da central nuclear finlandesa pode mesmo representar um ponto de inflexão na política energética europeia. Na Itália, por exemplo, um país que recusou a energia nuclear num referendo em 1984, o primeiro-ministro Silvio Berlusconi já manifestou a sua intenção em reabrir o debate em torno desta questão.

Mas esta decisão de construção de uma nova central nuclear não é, como já seria de esperar, pacífica. Fazendo parte da coligação governamental finlandesa, o partido "Os Verdes" viu-se colocado numa posição incómoda e abandonou o executivo três dias depois da aprovação. Mesmo assim, e segundo estudos de opinião, a maioria dos finlandeses, por uma estreita margem, apoia a opção nuclear.

R. F. A. SILVA
(Instituto Tecnológico e Nuclear)

CONFERÊNCIA DA SOCIEDADE EUROPEIA DE FÍSICA

A 12ª Conferência da Sociedade Europeia de Física (EPS), da qual a SPF faz parte, teve lugar em Budapeste, na Hungria, de 26 a 30 de Agosto, reunindo um grande número de físicos europeus. O programa teve uma parte comum com a Conferência Internacional de Estudantes de Física realizada no mesmo local de 21 a 27 de Agosto, organizada pela associação internacional de estudantes de Física (de cuja direcção faz parte a estudante portuguesa Patrícia Maduro). Para mais informações ver <http://www.eps12.kfi.hu/>

CONFERÊNCIA DA UNESCO SOBRE FÍSICA TEÓRICA

Decorreu no passado mês de Julho em Paris (22 a 27) uma Conferência Internacional de Física Teórica, promovida pela UNESCO, que contou com mais de mil participantes. Foi dada ênfase particular aos mais recentes desenvolvimentos na área, tendo havido a intervenções especiais a cargo dos Prémios Nobel P. W. A. Anderson e C. N. Yang. Entre outros oradores convidados, registou-se a participação de G. Altarelli e G. Veneziano (área temática "Para além do modelo padrão, cordas e gravidade quântica"); F. Wilczek ("QCD, Dinâmica de Hadrões"); A. Linde e J. Silk (tema "Astrofísica e Cosmologia"); M. Fisher e D. Ruelle ("Física Estatística"); B. Altshuler e F. D. Haldane ("Teoria da Matéria Condensada"); T. Lubensky ("Matéria Mole e Biologia"); J. Laskar e Y. Pomeau ("Sistemas Dinâmicos e Caos Quântico"); e C. Cohen-Tannoudji e L. Pitaevskii ("Mecânica Quântica Teórica").

Realizaram-se sessões interdisciplinares sobre "Matrizes aleatórias e aplicações" e "Formalismo geral e métodos matemáticos".

NOVO ACELERADOR DO CERN SÓ EM 2007

Inicialmente previsto para entrar em funcionamento em 2006, o novo acelerador de partículas para observar a colisão de hádrons (*Large Hadron Collider*, LHC, na designação em língua inglesa) só entrará ao serviço em 2007, devido sobretudo a problemas de ordem financeira que se traduziram numa ultrapassagem dos custos em cerca de 11 por cento. Em fase de instalação no túnel circular de 27 quilómetros de perímetro do CERN, na fronteira entre a França e a Suíça, que funcionou nos anos 90 para observar a colisão de electrões, o LHC permitirá aos físicos saber "como é que as partículas adquirem massa", segundo explicou Jean-Jacques Aubert, director do Instituto Nacional de Física Nuclear e de Física de Partículas (CNRS) de França. A tese dominante é que as partículas adquirem massa quando interagem com o campo e a partícula de Higgs (do nome do físico escocês que a propôs). No entanto, só o LHC poderá corroborar esta hipótese, quando a deslocação dos prótons, acelerados até quase à velocidade da luz em dois feixes em sentidos

opostos, se cruzarem num cilindro metálico de 35 metros de largura, 55 metros de comprimento e 40 metros de altura que os técnicos se afadigam a instalar no túnel. Ao ocorrerem choques frontais entre partículas, milhões de novas partículas surgirão, susceptíveis de revelar os segredos mais íntimos da matéria. Para que isso aconteça, será obviamente necessário que os físicos consigam capturar essas partículas, identificando-as e medindo-as. É esse o objecto dos dois principais detectores de hádrons, o Atlas e o CMS, cujas dimensões físicas são uma obra sem precedentes. O primeiro é um cilindro de 22 metros de diâmetro e 45 metros de comprimento, que 1800 físicos de 34 países e 150 laboratórios estão agora a construir. O objectivo é instalar ali milhares de toneladas de instrumentos sofisticados, munidos de uma electrónica capaz de resistir a intensas radiações e, sobretudo, permitir uma triagem de milhares de milhões de partículas que são produzidas a um ritmo alucinante.

Recorde-se que físicos portugueses participarão em experiências do LHC.

C. P.

EQUIPA AUSTRALIANA TELETRANSPORTA FEIXE DE LASER

Um grupo de cientistas da Universidade Nacional da Austrália anunciou em Junho passado ter conseguido teletransportar um feixe de laser de um lado para outro, a um metro de distância, num instante. Os resultados da experiência ainda não foram publicados numa revista científica.

Formada por físicos australianos, alemães, franceses, chineses e neozelandeses, a equipa afirma-se esperançada em conseguir teletransportar matéria sólida dentro de um prazo de três a cinco anos, ou seja, realizar o "teletransporte de um átomo isolado", como referiu à imprensa Ping Koy Lam, coordenador do projecto, que trabalha neste domínio deste 1997. Lam, que considera quase impossível fazer o teletransporte com seres humanos, formados por um número quase infinito de átomos – o sonho expresso na série de ficção científica "Star Trek" –, explicou que na sua experiência com o feixe de laser foi usada uma técnica de computação quântica, que poderá ser útil futuramente para criar sistemas ultra-rápidos e seguros de comunicação.



ERRATA

O gráfico "ITN in numbers" publicado na p. 32 da última "Gazeta" mostra várias curvas que, infelizmente, saíram sem legenda. As curvas de cima para baixo representam:

- Número de publicações (revistas internacionais e actas de conferências internacionais): 175 em 2001.
- Número de investigadores (não incluindo 10 professores universitários que fazem o seu trabalho de pesquisa no ITN): 76 em 2001.
- Estudantes de pós-graduação: 70 em 2001
- Estudantes de licenciatura: 19 em 2001
- Pós-docs: 10 em 2001

QUESTÕES DE FÍSICA

NOVA QUESTÃO

"Sou aluna na Escola Superior de Educação de Leiria e numa aula de Física surgiu-me a seguinte dúvida relativamente à propagação do som:

Por que razão o som se propaga a maior velocidade quando se aumenta a temperatura do ar? Esta dúvida surge pelo facto de, ao aumentarmos a temperatura do ar, este ficar mais rarefeito logo com menor densidade, pelo que aparentemente deveria dificultar mais a propagação do som.

QUESTÃO ANTERIOR

Relembremos a questão colocada no número anterior por um leitor não físico:

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

RESPOSTA

O físico e filósofo argentino (residente no Canadá) Mario Bunge, de quem a "Gazeta" publica neste número um artigo, explica o que diz o princípio da incerteza numa dúzia de linhas extremamente claras no seu "Dictionary of Philosophy". A ficha encontra-se em "teorema de Heisenberg" e não em "princípio de incerteza", uma vez que é de um teorema que se trata e não de um princípio (quer dizer, é uma afirmação que se prova matematicamente a partir dos postulados ou princípios gerais da mecânica quântica):

"TEOREMA DE HEISENBERG. Fórmula da mecânica quântica segundo a qual a variância (dispersão em torno da média) da posição de um electrão, ou de qualquer outra partícula quântica, é inversamente proporcional à variância da velocidade. Corolário: se a dispersão na posição diminui, a dispersão na velocidade aumenta e ao contrário. A fórmula é rigorosa e deriva de alguns dos axiomas da teoria, sem nenhuma referência a processos de medidas. Deve portanto ser válida universalmente sem nenhuma referência a condições de laboratório. Contudo, tem sido muitas vezes mal interpretada falando de perturbações causadas pelo aparelho de medida ou mesmo pelo observador. Também tem sido mal interpretada falando da incerteza do experimentador a respeito da posição exacta e da velocidade exacta da coisa medida – daí o nome popular de "princípio da incerteza". Esta interpretação é incorrecta por duas razões. Em primeiro lugar, a Física não trata de estados mentais como a incerteza. Segundo, a referida interpretação pressupõe que os

electrões ou os seus análogos têm sempre uma posição e uma velocidade exactas, como se fossem massas pontuais clássicas, com a diferença que não as podemos conhecer com precisão. Mas a teoria não faz essa suposição: não postula que os electrões e análogos são pontuais e que as suas propriedades têm valores precisos. Em mecânica quântica fala-se de partículas (ou ondas) de uma maneira analógica que é, por isso, enganadora. Uma vez que essas confusões estejam clarificadas, o teorema de Heisenberg perde qualquer interesse para a epistemologia, excepto como um exemplo das distorções de factos científicos que uma filosofia falsa pode originar. Retém, porém, interesse para a ontologia, lembrando-nos que os tijolos constituintes do universo não têm forma definida e são por isso indescritíveis de uma maneira geométrica".

Portanto o dito princípio não tem nada a ver com "perturbações" causadas por aparelhos de medida. Pode também abrir-se um manual técnico de Física Quântica, por exemplo o *Understanding Quantum Mechanics* de Michael Morrison, professor na Universidade de Oklahoma nos Estados Unidos. Segundo essa obra, o "princípio da incerteza de Heisenberg" diz que:

"Não podemos especificar sem ambiguidade os valores das observáveis posição e momento linear para uma partícula microscópica (...) Posição e momento linear são observáveis incompatíveis a um nível fundamental, uma vez que o conhecimento preciso do valor de um impede-nos de conhecer qualquer coisa sobre o valor do outro. [Esta limitação] está implícita na Natureza. Não tem nada a ver com nenhum aparelho ou com técnicas experimentais."

O Universo, a um nível profundo, é incerto e os físicos habituaram-se a esse facto. Morrison acrescenta, em tom filosófico, que podemos pensar na relação de incerteza como "um meio da Natureza limitar as nossas ambições", mas a questão, se é que há alguma, é nossa e não da Natureza. Mas a incerteza da Natureza não impede a mecânica quântica de ser determinista e de fazer afirmações (de carácter probabilístico) que têm sido repetidamente comprovadas pela experiência. De facto, a teoria quântica é a teoria científica que foi até agora verificada com maior precisão. Foram efectuadas inúmeras tentativas para lhe encontrar falhas, até hoje sem qualquer sucesso. Não quer isso dizer que seja certa e eterna. Mas, até que venha uma teoria melhor, convém conhecê-la bem e evitar interpretações abusivas.

CARLOS FIOLHAIS
(tcarlos@teor.fis.uc.pt)