

21

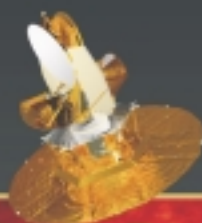
MARÇO
2004NÚCLEO
FÍSICA

PULSAR

≤ REVISTA DO NÚCLEO DE FÍSICA DO I.S.T. ≥

Um fenómeno a não perder ...

...Trânsito de Vénus.



Radiação Cósmica
de Fundo:
um retrato do
Universo primitivo

O Universo em todas as suas escalas.

pelo

Professor Jorge Dias de Deus



Binding Problem: conheça este desafio
da Biofísica na entrevista com o
Professor Eduardo Ducla-Soares

HTTP://NFIST.IST.UTL.PT/~PULSAR

PULSAR@NFIST.IST.UTL.PT



FICHA TÉCNICA

Pulsar é uma publicação do NFIST de distribuição gratuita.

Tiragem: 1700 exemplares

Site: <http://nfist.ist.utl.pt/~pulsar>

Morada: Instituto Superior Técnico, Edifício Central,
Sala de Alunos da LEFT.

Av. Rovisco Pais, 1096 LISBOA Codex

Telefone: 218419082

Fax: 218419013

e-mail: pulsar@nfist.ist.utl.pt

DIRECÇÃO:

Filipa Viola

Ricardo Figueira

GABINETE DE IMAGEM:

Sofia d'Orey - Montagem

Daniel Lopes - Capa

Rute Martins - Secção Cultural

Carlos Tamulonis - Cartaz "Concurso de Cartoons"

GABINETE DE ARTIGOS:

Francisco Burnay

Maria João Rosa

João Cardoso

SECÇÃO DE INSTANTÂNEOS:

Miguel Rodrigues

Nuno Faria

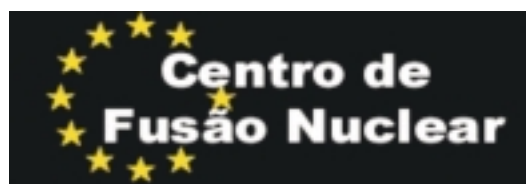
AGRADECIMENTOS:

Miguel José e escultor Nuno Rufino

ÍNDICE

Editorial	3
Secção de Instantâneos	4
<i>As novidades do mundo científico</i>	
Local	
<i>Novo LTI - A Opinião dos Alunos</i>	
<i>Apresentação do Núcleo de Engenharia Biomédica</i>	
NFIST	
<i>Nova Direcção do NFIST</i>	
<i>Novidades da Astro</i>	
<i>Circo</i>	
<i>Despedida da Antiga Direcção</i>	
Entrevista	
<i>ao Professor Eduardo Ducla Soares</i>	
Radiação Cósmica de Fundo	13
<i>Um Retrato do Universo Primitivo</i>	
O Universo em Todas as Suas Escalas	15
Bandejas, Cintos, Fermiões, Bosões, etc...	17
Trânsito de Vénus	19
Para Além da Técnica	21
Bibliociência	22
Secção Cultural	23

Apoios:



EDITORIAL

Chegou mais uma Pulsar!!!

Foi com alegria que constatámos que a mudança do *layout* da nossa revista foi bem acolhida pelos nossos leitores, dado que recebemos inúmeras críticas sempre motivantes, que nos fazem continuar a trabalhar afincadamente.

A Pulsar é uma publicação em constante evolução e expansão e embora tenhamos leitores em todo o país, este ano queremos chegar mais longe e propomo-nos a atravessar as fronteiras nacionais, apostando numa edição especial em



Direcção em reunião

Inglês a ser distribuída no próximo ICPS.

Para além deste projecto, são várias as iniciativas a que aderimos com o objectivo de continuar a divulgar a Ciência. Aumentámos, assim, a tiragem para 1700 exemplares que serão distribuídos não só pelos nossos habituais leitores, mas também em dois outros projectos a decorrer: Física Sobre Rodas e BiblioCiência, ambos abordados nesta edição.

Como já vem sendo hábito, esforçamo-nos para fazer uma Pulsar completa e interessante e, para isso, reunimos artigos sobre temas actuais e relevantes como a "Radiação Cósmica de Fundo" e um evento astronómico único que está prestes a ocorrer, o "Trânsito de Vénus".

Tivemos ainda o privilégio de conversar com o Professor Ducla Soares, que nos presenteou com a sua simpatia, falando-nos um pouco do seu trabalho e actuais perspectivas para a Engenharia Biomédica

em Portugal.

Outro grande destaque deste número é o artigo gentilmente cedido pelo Professor Dias de Deus, onde é abordado o "Universo em Todas as suas Escalas", tema da recente conferência que deu em Havana.

Uma vez que a Pulsar não é simplesmente uma revista científica feita por alunos para alunos mas também um veículo das opiniões dos estudantes do IST, quisemos sondar a opinião dos nossos colegas sobre o novo LTI de Física e Biomédica e ainda dedicámos um destaque ao novíssimo Núcleo de Biomédica para ficarmos a conhecer melhor o seu projecto.

Esta edição não ficaria completa sem as habituais secções, entre as quais destacamos o concurso de *cartoons* da secção cultural.

Esperemos que gostem!

Filipa Viola & Ricardo Figueira

ERRO TÉCNICO

Na última edição da Revista Pulsar, ocorreu uma falha técnica no artigo "A (Des) Modulação em Amplitude - A.M." escrito por Jorge Vieira. O artigo publicado não correspondia à versão final escrita pelo autor e as imagens associadas ao mesmo encontravam-se com baixa resolução.

Pedimos, assim, desculpa a todos os nossos leitores, em especial ao nosso amigo e colaborador Jorge Vieira pela versão final apresentada na revista não corresponder ao trabalho por ele feito.

Informamos ainda todos os leitores que a versão actualizada do mesmo artigo se encontra disponível no nosso site (<http://nfist.ist.utl.pt/~pulsar>).

Cientistas Russos e Americanos Completam Tabela Periódica

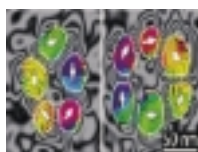
Uma investigação suportada pelo Ministério Russo da Energia Nuclear e o Departamento de Energia dos Estados Unidos deu recentemente a notícia de que tinham sido descobertos o elemento 113 e o elemento 115, através da observação de padrões de decaimento. O elemento 113 foi obtido por decaimento do elemento 115.

As experiências produziram 4 átomos de cada elemento a partir da fusão de um núcleo de cálcio 48 num alvo de amerício 243.

<http://nytimes.com/2004/02/01/science/01ELEM.html>

Nanoanéis de Cobalto Aumentam Velocidade de Computadores

A imagem mostra nanopartículas de cobalto que à temperatura ambiente se organizaram em nanoanéis, usando técnicas de Holografia Electrónica. O fluxo magnético destes anéis pode ser orientado numa de duas direcções, uma característica que poderia representar números binários em dispositivos de memória magnética. Tem a vantagem de, no caso de falha de energia, a memória não volatilizar, dada a estabilidade destas estruturas à temperatura ambiente.



<http://www.chem.purdue.edu/awei/publications/Tripp2.pdf>

Moléculas sintéticas promovem crescimento neuronal

Feitas de modo semelhante a outros sintéticos promotores do crescimento de tecido ósseo, foram criadas nanofibras nervosas de grande importância para a medicina regenerativa. O director do University's Institute for Bioengineering observou que quando os *peptide amphiphiles* eram colocados em solução e combinados com células normais do progenitor, estavam aptas a diferenciarem-se em diferentes tipos de células.

www.nwu.edu/

Modelo de Físicos Portugueses Descreve Nova Partícula Subatômica

Descobriu-se recentemente que o modelo desenvolvido na década de oitenta pelos físicos portugueses George Rupp do Instituto Superior Técnico (IST) e Eef van Beveren da Universidade de Coimbra descreve as propriedades de uma nova partícula subatômica descoberta em 2003 no Centro do Acelerador Linear de Stanford, na Califórnia, EUA.

Estudos iniciais indicavam que esta partícula seria constituída por dois *quarks*, contudo as suas propriedades não eram descritas pelos modelos tradicionais. Descobriu-se assim que a partícula obedecia ao modelo desenvolvido pelos cientistas portugueses há mais de vinte anos.

<http://jornal.publico.pt/publico/2004/02/24/Ciencias/H01.html>

Descoberta da galáxia mais afastada da Terra ate aos dias de hoje

No dia 16 de Fevereiro uma equipa internacional de astrónomos pôde observar a galáxia mais afastada jamais descoberta, cuja luz recebida na Terra foi emitida quando o Universo ainda estava nos seus primórdios. As imagens desta galáxia foram captadas graças ao telescópio espacial Hubble e aos telescópios do observatório W. M. Keck no Hawai. A luz captada desta galáxia foi emitida quando o Universo tinha "apenas" 750 milhões de anos, e demorou 13 mil milhões de anos-luz até chegar à Terra.

<http://hubblesite.org/newscenter/newsdesk/archive/releases/2004/08/>

Descoberto planeta com oxigénio

O telescópio espacial norte-americano Hubble permitiu localizar pela primeira vez um planeta fora do sistema solar com oxigénio e carbono na sua atmosfera. Os cientistas consideraram estes resultados prometedores por demonstrarem a possibilidade de medir a composição química da atmosfera de planetas situados a anos-luz da Terra, o que poderá um dia permitir localizar um planeta com condições atmosféricas favoráveis à vida.

<http://www.portaldoastronomo.org/noticia.php?id=375>

ESA elege ilha de Santa Maria para receber novo centro espacial

O ministro da Presidência, Morais Sarmento, e a ministra da Ciência e do Ensino Superior, Graça Carvalho, reuniram-se no passado mês de Dezembro na ilha açoriana de Santa Maria para preparar a apresentação de um projecto para instalação da primeira estação de rastreio de satélites no arquipélago dos Açores, em cooperação com a Agência Espacial Europeia (ESA).

www.linhadafrente.em.pt/article503.html
http://www.esa.int/esaCP/SEMP881PGQD_Portugal_0.html

Apresentada nova geração do PENTIUM IV

A Intel apresentou dia 3 de Fevereiro a nova geração do seu microprocessador Pentium IV, dotada de mais memória cache de nível 2 (1MB em vez dos 512KB da geração anterior) e outras funções que lhe permitirão atingir velocidades até 4 GHz até ao final do ano. Graças à tecnologia de 0,09 micra, a nova versão do Pentium IV terá 125 milhões de transístores, um aumento de 150% face aos modelos anteriores.

<http://jornal.publico.pt/2004/02/09/Computadores/TI07.html>

Prémio Professor António da Silveira

A comissão coordenadora do Conselho Científico do IST e o Conselho Directivo aprovaram recentemente a instituição do Prémio Professor António da Silveira. Brevemente divulgaremos mais pormenores.

Novo LTI - A Opinião dos Alunos

Por Filipa Campos Viola (LEBM)

No passado mês de Outubro, durante a Semana da Física, foi inaugurado o novo Laboratório de Tecnologias de Informação (LTI) para os cursos de Engenharia Física Tecnológica (LEFT) e Engenharia Biomédica (LEBM).



Passaram três meses desde a abertura deste novo espaço, por isso já houve tempo suficiente para a revista Pulsar recolher opiniões junto dos alunos utilizadores.

É opinião unânime dos utilizadores que a sala de dimensões bastante reduzidas está equipada com material informático de qualidade, mas em número insuficiente para abranger todos os alunos das duas licenciaturas pertencentes ao Departamento de Física.

Neste momento, a sala tem sete computadores (embora o número inicialmente previsto fosse oito) e uma impressora. Contudo, como todos sabem, actualmente existem cerca de 300 alunos inscritos nos cursos de LEFT e LEBM.

Embora conscientes da impossibilidade de o nosso Departamento disponibilizar um computador por aluno, lembramos que ambas as licenciaturas têm cadeiras semestrais cuja avaliação depende da realização de relatórios e projectos. O computador é ferramenta essencial para a realização destes trabalhos que muitas vezes são feitos em grupo.

Para muitos, a qualidade dos seus projectos depende do material informático que o IST disponibiliza, visto que um número significativo de alunos se encontra deslocado e por essa razão não tem computador em casa. Outro factor que faz os alunos procurarem ainda mais o LTI é o facto de a maioria dos trabalhos pedidos serem feitos em grupo. O LTI é assim o ponto de encontro mais fácil e mais adequado para realizar os trabalhos antes de cada um ter de regressar à sua casa.

Seria importante que se tentasse aumentar razoavelmente o número de computadores para que todos os alunos tenham sempre possibilidade de realizar os seus trabalhos com qualidade e com

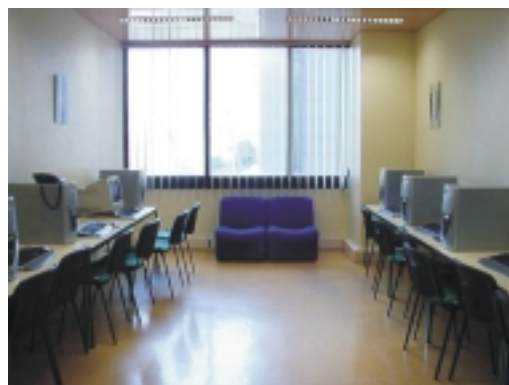
tempo. Muitos alunos também se queixaram da ausência de mesas livres onde pudessem trabalhar, visto que um projecto ou um relatório em grupo implica muito trabalho para além de estar em frente ao computador.

É também opinião da maioria dos alunos que a presença de Gestores Informáticos seria fundamental para uma melhor manutenção do LTI. Os alunos continuam à espera que seja aberto o concurso e que as vagas sejam preenchidas.

Outro aspecto que tem preocupado os alunos é o facto de o horário de funcionamento do LTI ser cada vez mais reduzido. Antes tanto a sala P10 usada pelos alunos de Física como a sala 02.08 usada pelos alunos de Biomédica, funcionavam 24 horas por dia, permitindo assim que os alunos pudessem usar o material informático a qualquer hora do dia. E não eram assim tão poucos os noctívagos que aproveitavam o silêncio da noite para completar os seus trabalhos e relatórios. Havia os que o faziam com a urgência da data de entrega no dia seguinte, outros porque preferiam simplesmente ficar no IST nas horas mais calmas.

Actualmente o LTI funciona aos dias de semana das 7h às 24h e ao fim de semana das 7h às 20h. Um horário mais alargado iria permitir que mais alunos pudessem usufruir dos poucos computadores actualmente disponíveis.

Por último, gostaria apenas de salientar que há regras que têm de ser respeitadas na utilização de espaços comuns. O LTI é de todos, visto que foi construído para todos. A sua manutenção e preservação depende sobretudo de nós. A qualidade, ao contrário do que muitos pensam, depende também de nós e não simplesmente daqueles que pagam as contas. Relembro que um aluno que queira usar o LTI deve deixar o seu cartão de identificação na recepção do edifício Pós-Graduação para que um segurança lhe abra a sala. Ao sair devem deixar a sala fechada e ir levantar o respectivo cartão. Caso outros alunos queiram permanecer na sala, um deles deve dar o



seu cartão ao colega que se encontra de saída para que se efectue a troca de cartões na recepção. A pessoa que deixa o cartão na recepção, é o responsável pela sala enquanto estiver a usá-la, por isso, mais do que qualquer outro utilizador, deve zelar para que as regras de utilização sejam cumpridas. Caso ocorra algum desaparecimento ou dano abusivo do material e não se consiga identificar o autor, o

aluno responsabilizado será aquele que ao deixar o cartão na recepção assumiu o papel de responsável.

É importante que todos colaborem para que o LTI que temos neste momento seja um espaço privilegiado e agradável onde todos os alunos possam trabalhar com todo o conforto e qualidade que merecem.

Apresentação do Núcleo de Engenharia Biomédica

Por João Tiago Fernandes – LEBM, 2º ano

Não é a primeira vez que as palavras **Engenharia Biomédica** fazem a sua aparição nas linhas desta revista. Mas enquanto que as suas aparições prévias estavam relacionadas com generalidades como a licenciatura em si – esta recebeu, inclusive, um destaque na edição de Fevereiro de 2003 – e algumas das suas aplicações, proponho apresentar, nesta edição do **Pulsar**, um aspecto mais particular não da engenharia biomédica

como área científica, mas sim do curso de engenharia biomédica no IST: o **Núcleo de Engenharia Biomédica do Instituto Superior Técnico (NEBM-IST)**.

A ideia de formar um núcleo tornou-se óbvia desde cedo e passos para a sua construção começaram a ser feitos no ano de 2003. O facto desta licenciatura ser bastante recente (existe apenas há três anos em Portugal, iniciando-se no ano lectivo 2001/2002 no IST e, um ano depois, nas Universidades Nova, de Coimbra e do Minho) deu origem a necessidades e lacunas que apenas poderiam ser colmatadas através de uma participação activa e organizada dos estudantes deste curso. O desconhecimento do curso pelo público em geral e, particularmente, pelos estudantes do ensino secundário e universitário, assim como a necessidade de envolver os estudantes do curso no panorama da engenharia biomédica, foram os tópicos mais prementes que levaram a esta iniciativa.

Embora algum trabalho tenha sido feito, sobretudo no que toca à página do Núcleo e delineamento de plano de acção, a chegada das férias e contratempos que nos ultrapassaram atrasaram consideravelmente



Logo por Ricardo Maximiano,
LEBM, 1º Ano

a sua progressão. Agora, no terceiro ano de curso, retomamos projectos e ideias previamente estabelecidos – e alguns novos, também – com vontade e ânimo reforçados, contando, agora, com a inestimável ajuda e participação dos alunos de primeiro ano.

Os nossos objectivos a curto prazo passam fundamentalmente pela estruturação e elaboração de uma página onde se disponibilizará, entre outras, informação sobre o curso

e actividades referentes à engenharia biomédica: essa página pretende não só a divulgação do curso – e da engenharia biomédica em si – como também servir os alunos, proporcionando-lhes um acesso rápido e actualizado a novidades e actividades relevantes a este ramo de engenharia.

O contacto com outras Universidades é também uma prioridade. Uma constante comunicação permitirá um fluxo de informação e uma unidade com a qual todos têm a ganhar.

Embora este projecto esteja ainda no seu início, testemunha-se já uma grande vontade de o fazer progredir e tomar uma forma consistente, o que significa que provavelmente na próxima edição desta revista terão actualizações (nem que seja apenas o endereço da página e um e-mail oficial!). Engenharia Biomédica ainda é algo que suscita bastantes dúvidas e questões (como a sempre clássica “para que serve?”, cuja resposta mais usual é “serve para fazer máquinas de raio-X e coisas desse género”). É para reagir a essa situação que nos empenhamos: esperamos que consigamos fazer com que descubram o interesse que esta área científica possui!

NOVA DIRECÇÃO NO NFIST

“Morreu o Rei. Viva o Rei”. Há uma nova direcção no NFIST. Embora ainda esteja bem fresco na nossa memória o trabalho desenvolvido pela querida e saudosa ex-direcção, é altura de renovar ambições, expandir horizontes, delineando estratégias e estabelecendo novas metas e objectivos a atingir durante este mandato, tentando sempre manter uma perspectiva realista sobre os projectos a desenvolver.

As novidades começam no corpo dirigente que aumentou para 5 cargos. O NFIST atingiu uma dimensão tal que requer o trabalho contínuo de um grupo de pessoas com postos bem definidos, pelo que a antiga estrutura não era suficiente. Deste modo surgiram dois novos cargos: o Gestor de Recursos Humanos e o Gestor de Actividades. A nível de projectos, há duas grandes inovações: Road Trip I e a candidatura a receber o ICPS 2005. A Road Trip consiste em levar o Circo da Física a cinco capitais de Distrito durante uma semana, realizando em paralelo outras actividades como sessões de Planetário e mini-cursos sobre diversos temas da Física. A candidatura ICPS 2005 Lisboa, será votada em Novi Sad na Sérvia e Montenegro em



João Fortunato, Myriam Rodrigues, Filipe Madeira, Hugo Patrício, Miguel Machado

Agosto durante o ICPS deste ano. A relação com as Secções Autónomas é uma prioridade. A Astro e a Pulsar já têm uma dinâmica verdadeiramente autónoma pelo que o nosso trabalho está facilitado, funcionando como apoio às diversas actividades que eles desenvolvem. O Circo da Física contará com uma participação mais directa e atenta por nossa parte pois necessita de ser renovado, no entanto, está tam-

bém no bom caminho com uma nova e determinada direcção

Um dos principais objectivos é que esta nova direcção tenha a capacidade de aproximar os estudantes de LEFT ao NFIST. O trabalho que desenvolvemos vai sempre no sentido de divulgar e promover a nossa Ciência, envolvendo todos os estudantes de LEFT interessados em participar. Estamos também receptivos a novas ideias e projectos que tenhas. Basta contactar-nos por e-mail ou então dirige-te directamente à Sala de Alunos.

A Direcção do NFIST

nfist@nfist.ist.utl.pt

Novidades da Astro

Desde a última edição, a direcção da Astro mudou. Bem, relativamente... A actual direcção é composta por:

Elsa Abreu (2º ano) - Presidente
Marta Varela (3º ano) - Secretaria
Myriam Rodrigues (3º ano) - Tesoureira

Para os mais atentos já devem ter reparado que o que aconteceu foi um “rotate” entre 2 dos cargos, uma verdadeira Astro-Mafia ;)

Entretanto, depois da Semana da Física, a Astro organizou algumas observações esporádicas, quando o tempo o permitiu. Actualmente e devido à mudança de funcionamento da segurança do Pavilhão de Pós-Graduação, o acesso ao terraço durante a noite é-nos limitado, o que está a impedir a marcação de observações como de costume... A Astro está a tentar arranjar uma solução para o caso. Paralelamente, estamos a organizar a 2ª Saída de Campo da Astro,

prevista para o primeiro fim-de-semana de Março, que nos levará em busca de céus limpos para os lados de Alcoutim.

E “last but not the least” a Secção tem um novo telescópio! Graças ao concurso de actividades extracurriculares do IST/BPI, foi possível adquirir um Meade LX D55 8” (20.3 cm), a nova estrela da nossa constelação. Apareçam nas próximas observações, se quiserem dar uma espreitadela.

Até à próxima!



Minhas senhoras e meus senhores, bem vindos ao Circo!

Tendo o ano (quase) todo pela frente, esta é uma oportunidade ideal para divulgar o que é o Circo e, mais importante do que isso, o que o Circo faz e o que vai fazer ao longo do ano.

Após uma mudança de direcção na última Assembleia Geral dos sócios do NFIST, a direcção do Circo passa a ser constituída exclusivamente por caloiros de LEFT: Pedro Queiró (Presidente), Filipe Serra (Vice-Presidente) e Mónica Silvério (tesoureira). Espera-se assim conseguir dinamizar o interesse dos alunos do primeiro ano nas actividades do NFIST e, particularmente, nas do Circo da Física – interesse que será essencial para as actividades que este espera realizar durante o ano e para as quais contamos com o apoio de todos os alunos.

Para além das habituais visitas a escolas e bibliotecas, o Circo tem já uma grande actividade que se aproxima a passos largos – a primeira Road Trip, que o levará a cinco capitais de distrito de Portugal e para a qual contamos com o vosso apoio (tanto moral como um pouco mais activo...) e que se desenrolará um pouco como uma Semana da Física, mas alargada a todo o país.

Esperamos assim que manifestem o vosso entusiasmo e ofereçam a vossa colaboração para que o Circo prossiga as suas actividades de divulgação da Física e de estímulo do interesse científico na juventude Portuguesa.

Como tal, a nova direcção decidiu colocar em cada edição da Pulsar uma experiência possível de realizar em casa e que abrangerá as diferentes áreas da Física.

A primeira abordagem do Circo incidirá sobre fluídos, nomeadamente sobre pressão, o que envolve leis conhecidas por todos os estudantes de Física, como por exemplo a de Torricelli: quando um líquido escoar por um orifício, numa parede de um frasco aberto, a velocidade de escoamento é igual à adquirida por um corpo em queda livre, no vácuo, caindo de uma altura igual à distância da superfície livre até ao centro do orifício



Lei de Torricelli

$$v = (2gh)^{1/2}$$

Embora a vazão (volume de líquido que escoar por unidade de tempo) não seja constante, devido ao abaixamento do nível do líquido, Mariotte criou uma experiência que permite um escoamento constante.

A experiência pode ser efectuada em casa e para tal é necessário o seguinte material:

- 1 garrafa de plástico de 2 litros, transparente e com tampa;
- Palhinha grande;
- Cola;
- Rolha de cortiça pequena;
- Água;
- Bacia pequena;
- Pequeno suporte (ex.: pedaço de madeira);
- Massa plástica (opcional);
- Prego pré-aquecido (opcional);

A montagem a ser efectuada é bastante simples:

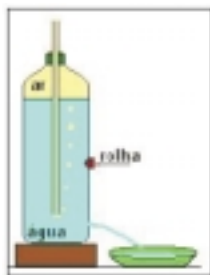
-Efectuar um furo na tampa da garrafa a fim de fazer passar a palhinha;

-Passar uma camada de cola entre o tubo e a tampa para isolar (depois de seca a cola complementar com a massa plástica);

-Fazer um furo na parte lateral (a meio) da garrafa (o furo pode ser efectuada com o prego aquecido);

-Vedar o furo com a rolha;

-Fazer um novo furo lateral mais próximo do fundo da garrafa.

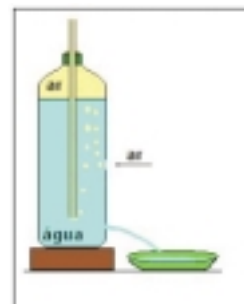


Procedimento

-Tapar o orifício inferior enquanto encher a garrafa com água;

-Fechar a garrafa com a rolha previamente preparada com a palhinha;

-Colocar a bacia para receber a água proveniente do orifício inferior da garrafa;



Retirar a rolha do orifício superior e verificar o que acontece.

Agora basta observar e retirar algumas conclusões...

Ao retirar a rolha, a água não sairá pelo orifício superior, continuará a sair apenas pelo orifício inferior com, praticamente, o mesmo fluxo e no interior da garrafa observam-se duas colunas de bolhas de ar, uma proveniente da extremidade da palhinha, outra proveniente do furo superior.

Na realidade a explicação é bastante simples, efectuando algumas deduções chega-se à conclusão que:

-A pressão na extremidade inferior da palhinha é igual à pressão atmosférica;

-A pressão no furo superior é inferior à da extremidade inferior da palhinha (Pascal);

-Logo, a pressão no furo superior é inferior à pressão atmosférica;

-Assim, pelo furo superior entra ar ao invés de sair água.

Despedida da Antiga Direcção

A Minha Relação com o NFIST

Para ser sincero, quando entrei para o Núcleo de Física era tão ignorante das suas actividades que mal sabia o que fazer ou, ainda menos, como fazê-lo.

Felizmente não estava só e umas ideias giras e ambiciosas misturadas com muita vontade, colocaram três gatos pingados rumo à aventura! Um bocadinho como o Frodo... um passo de cada vez.

Embora não soubéssemos muito bem como fazê-lo, conseguimos fazer da VI Semana da Física um sucesso. Mas houve tantas ideias e tantos planos que correram mal, que ficou fora de questão não fazermos a VII Semana.

Veio o ENEF e, como estivéssemos mais maduros e desenrascados, demos conta do assunto (se bem que, mesmo assim, não dispensámos uns 'stresses' horríveis). Hão-de ficar para sempre aqueles dias de ENEF!

Terminámos o mandato com a sétima Semana da Física e esta sim motivo de grande orgulho (mas mesmo grande!!).

Mas pelo meio destas três actividades houve ainda tantas coisas feitas, organizadas, criadas. Tantos problemas resolvidos; tantos planos – uns levados a cabo outros

ainda à espera de quem lhes queira pegar; tantos elogios e tão poucas querelas; tanto divertimento; tantas mãos na cabeça; tantas aventuras; tão poucas horas dormidas; tantas cartas escritas; tantas cabeçadas na parede; tanto suor; tantos amigos; tantas oportunidades, aproveitadas ou não; tantas pequenas desgraças e tanto disparate; tantos frutos – tão gostosos; tanto!

Tantos momentos que eu não trocava por nada!

Enquanto estive (na direcção), construí, aprendi, **criei**... mas **criei** coisas que não passam sequer de alicerces para algo muito melhor e maior. Agora, que já não estou na direcção, quero continuar ligado, quero estar por perto, quero ver qual a construção que se erguerá sobre esses alicerces. E quero, sem dúvida, assentar muito tijolo!

E além de querer, espero!

Espero que um dia, muito mais tarde, possa continuar a receber mails para ir a uma observação da Astro, espero que o Circo da Física vá à escola dos meus filhos, espero continuar a receber uma edição a cores do Pulsar e espero, mais que tudo, poder continuar a visitar e, quem sabe, ajudar a construir a Semana da Física.

Sempre convosco,

Rui Neta

Não sei bem por onde começar, se pelo que foi para o NFIST, ou se pelo que foi para mim, vice-presidente do NFIST e pessoa singular.

Para o NFIST, penso que foi o princípio de uma nova era. Ganhou reputação e dinheiro. Contactos e colaboradores. Ao longo do tempo em que estivemos na direcção, foi-se criando um núcleo duro de pessoas que ajudavam o NFIST e colaboravam nas suas actividades. A maior parte desse núcleo é hoje a direcção do NFIST. Sinto-me orgulhoso porque não só melhorámos o NFIST, como também fomos os tutores desta nova direcção. Esta direcção é extremamente prometedora e deposito nela inteira confiança e o futuro do NFIST. Acredito que o NFIST caminha para o sucesso e que um dia será uma associação de estudantes com poder e estatuto. Acabaram-se as direcções preguiçosas ou totalitárias, agora as coisas são a sério.

Quanto a mim enquanto pessoa, o que foi? Não só passou a ser um ano e meio da minha vida, foi durante alguns tempos a minha vida: o motivo pelo qual acordava de manhã, o motivo pelo qual estava cansado à noite. Adorei ser parte, ver as coisas a crescer, ver as pessoas a comentar, ver as actividades a multiplicarem-se, ver as ideias a surgir. Gostei também da introdução ao mundo empresarial, dos negócios e patrocínios, apoios, compras. Investimentos e desenvolvimentos, facturas, recibos. Bases de dados, servidores, Reitores, Presidentes. Escolas, professores, cheques, dívidas, orçamentos e planos de actividades. Relatórios de actividades e contas.

Outras palavras entraram no meu dicionário e creio que me serão úteis no futuro. Foi uma experiência enriquecedora e que me faz sentir privilegiado por a ter vivido.

Daniel Vidal

Estava no primeiro ano quando, ao participar, sem motivo nenhum, numa assembleia do NFIST, me incentivaram a fazer parte da sua direcção. Porque não?? Sem saber muito bem o que significaria acabei por, com o Rui e com o Daniel, constituir uma nova direcção. Esta experiência tornou-se numa das maiores e mais gratificantes experiências da minha vida. Orgulho-me e acredito que me valorizaram todas as noites mal dormidas, todas as dores de cabeça, todo o tempo investido para fazer crescer o nosso pequeno NFIST.

Muitas foram as actividades que organizámos: duas Semanas da Física, um Encontro Nacional de Estudantes de Física, várias visitas às escolas, entre muitas outras... não sei qual delas me deu mais prazer a organizar. Todas elas foram ricas em muitos aspectos: o contacto directo, nem sempre fácil, com os estudantes do secundário e outros mais pequeninos; verificar que a minha capaci-

dade de organizar crescia e que me superava dia a dia; partilhar os meus conhecimentos e o meu gosto pela Física com jovens ainda não completamente formados e mostrar-lhes que a Ciência pode também ser um modo de vida...

Ao longo destas actividades e com o tempo a passar, as nossas expectativas e objectivos foram aumentando, a nossa capacidade de trabalho tornou-se mais forte ao mesmo tempo que se fortaleciam os laços de amizade e de companheirismo que se formaram entretanto. Estávamos juntos a trabalhar e a sonhar por algo em comum, trabalhávamos para o bem de todos...

Agora outros se encarregaram desta missão, e são estes corajosos leftianos que que se preparam também para dar uma grande volta nas suas vidas. E cá estaremos nós para os ajudar...

Rita Macedo

Entrevista ao Professor Eduardo Ducla Soares

por Filipa Viola e Luís Carvalho

Foi com a sua encantadora simpatia e sempre constante disponibilidade que o Professor Ducla Soares nos recebeu para uma agradável conversa. Falámos sobre a sua carreira de professor e investigador, bem como dos locais onde trabalhou e como não poderia deixar de ser sobre Engenharia Biomédica e das perspectivas para esta área em Portugal.

Começámos por pedir ao Professor que nos falasse um pouco do caminho percorrido, da Física, onde deu os primeiros passos, até à área onde actualmente trabalha – a Biofísica.

Após terminar os seus estudos no Liceu, o Professor Ducla Soares frequentou a Licenciatura de Física e Química na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Completado o curso, que tinha na altura a duração de quatro anos, foi para França fazer o Doutoramento na área da Física do Estado Sólido, onde trabalhou especificamente com supercondutores.

Passados cinco anos regressou a Portugal, à Faculdade de Ciências, onde começou a sua carreira de docente. Cerca de sete anos depois, teve a oportunidade de ser Presidente do Departamento de Física. Esta situação possibilitava-lhe a dispensa da actividade docente por um ano, que quis aproveitar da melhor forma, juntando-o a um outro de licença sabática. Partiu então para os Estados Unidos da América, perseguindo um tema que já o fascinava na altura: a interface entre a Física e a Medicina. Durante esses dois anos trabalhou no *National Institute of Health* (NIH), na costa leste dos EUA, perto de Washington. Este Instituto, um dos mais famosos dos Estados Unidos, dedica-se à investigação básica na área da Saúde.

Dentro do NIH, trabalhou no Instituto de Neurologia, onde se usavam métodos físicos para estudar a actividade cerebral através de uma técnica denominada magnetoencefalografia. Foi neste período que o Professor teve o primeiro contacto com a Biofísica e com técnicas de Engenharia Biomédica.

Durante a nossa conversa, causou-nos alguma admiração o facto do Professor só se ter dedicado à Biofísica com quase 40 anos. Achávamos que estas opções surgiam bem mais cedo na carreira de um investigador. Contudo, o Professor é a prova viva que as coisas nem sempre são tão lineares para serem postas desta forma.

Na opinião do Professor Ducla Soares não há razão para um investigador ficar limitado a uma área e trabalhar somente esses assuntos durante toda a sua carreira. Considera sim, ser importante ter-se capacidade de mudar para novas áreas onde a experiência anterior possa ser uma vantagem. O seu caso é um exemplo concreto, visto que os conhecimentos adquiridos durante a época em que se dedicou ao estudo de supercondutores foram essenciais para entender as técnicas de electrónica subjacentes à magnetoencefalografia. Explicou-nos ainda que certos assuntos, após cerca de 20, 30 anos



Professor Ducla Soares

de estudo, começam a estar razoavelmente explorados e torna-se necessário procurar outras áreas para poder continuar a trabalhar de forma criativa.

Convém ainda salientar que naquela altura não existia praticamente ninguém em Portugal a trabalhar na área de interfaces entre Física e Medicina e apenas poucas pessoas possuíam a experiência de ter estado a trabalhar num país estrangeiro durante um período de tempo alongado.

Quando regressou a sua actividade de docente em Portugal, após a sua estadia de 2 anos nos EUA, o Professor tornou-se um impulsionador da Biofísica, contribuindo para a formação de um número significativo de pessoas nesta área, que foram os pioneiros portugueses a trabalhar em interfaces entre Física e Medicina. Nessa altura foi criado o Instituto de Biofísica e um programa de mestrado e de doutoramento em Biofísica na especialidade de Engenharia Biomédica. Actualmente cerca de quarenta estudantes já passaram pelo mestrado e existem quinze estudantes que já passaram pelo doutoramento.

Vivemos tempos de total abertura para esta área, muito diferentes daqueles que o Professor encontrou quando se iniciou na Biofísica. Hoje em dia existem diferentes instrumentos físicos que permitem obter informações sobre o corpo humano de uma forma muito melhor. Exames que hoje são banais como ecografias, TACs e ressonâncias magnéticas, há cerca de 20, 30 anos não eram correntes.

Estes são instrumentos físicos interessantíssimos que permitem a um Físico ou um Engenheiro Biomédico utilizar a informação para conhecer e entender o corpo humano a uma magnitude que até há bem pouco tempo era apenas um sonho.

Para além de estar ligado à Faculdade de Ciências, há cerca de 6 anos, o Professor Ducla Soares, a convite do Professor Jorge Dias de Deus, começou a leccionar no IST a cadeira de Biofísica, uma cadeira de opção da LEFT. Esta tem sido uma experiência bastante agradável. Os alunos acham interessantíssimo descobrir este nível de aplicabilidade da Física, chegando alguns mesmo a ingressar nos programas de formação avançada dirigidos pelo Professor.

Como futuros profissionais da área, quisemos saber onde se encontram a trabalhar actualmente os estudantes que completaram os programas de mestrado e doutoramento. Descobrimos que alguns se encontram empregados como professores universitários ou do ensino politécnico, outros trabalham em hospitais ligados a departamentos de radiologia ou medicina nuclear e, por último, outro grupo trabalha em empresas de equipamento biomédico como a *Siemens*, a *Philips* e a *General Electrics*. Alguns estudantes de doutoramento completaram a sua formação no estrangeiro e acabaram por ficar a trabalhar nesses países como investigadores, contudo os restantes encontram-se todos a trabalhar em

Portugal.

Um aspecto que o Professor quis salientar foi que nos programas de formação avançada recebe também estudantes de outras formações que não a Engenharia Física. Muitos deles são médicos que pretendem adquirir uma certa vantagem competitiva nas suas carreiras adquirindo conhecimentos de engenharia que lhes permitem entender as interfaces. Curiosamente, existem também alguns estudantes que são professores do ensino secundário e acreditam que a Biofísica poderá ser uma ferramenta útil para dar uma visão menos “árida” da Física aos seus alunos.

Depois de conhecermos um pouco melhor a carreira do Professor Ducla Soares, quisemos saber que tipo de trabalho desenvolve actualmente no Instituto de Biofísica. Foi então que nos falou sobre um assunto fascinante a que tem dedicado parte do seu tempo - o “*Binding Problem*”.

Com a sua inquestionável aptidão para ensinar e transmitir conhecimento, o Professor conseguiu explicar-nos rapidamente no que consiste o “*Binding Problem*”. Quando olhamos para um objecto ou para algo, tomemos o exemplo de uma rosa, sabe-se que a forma da flor é processada numa zona do cérebro, a sua cor noutra, contudo conseguimos ter uma percepção única daquilo que estamos a ver. Isto leva-nos a crer que terá de existir algum tipo de comunicação entre as várias áreas do cérebro que estão envolvidas na percepção sensorial. Acredita-se assim que o mecanismo pelo qual poderá estar a ter lugar essa comunicação esteja ligado aos diferentes tipos de ondas cerebrais conhecidos (ondas a, ondas b, ondas d...). Destas ondas pensa-se que um grupo na gama de frequência dos 20 Hz tem um papel importante no estabelecimento de ligações relativamente à actividade eléctrica dos neurónios nas diferentes zonas que têm a ver com a percepção da forma



O que vemos quando olhamos uma rosa?

e da cor neste caso particular da rosa.

Actualmente o “*Binding Problem*” está também a ser abordado numa perspectiva um pouco diferente onde se pretende estudar o controlo motor. Tomemos novamente um exemplo para entender o quão sofisticado é o controlo cerebral dos músculos. Imaginemos um tenista que vê uma bola a aproximar-se vinda do outro lado do *court* a uma velocidade de 150 quilómetros por hora. Esta pessoa tem apenas cerca de um ou dois décimos de segundos para enviar do cérebro para dezenas de músculos do corpo, com uma coordenação temporal extraordinária, a informação necessária para que consiga bater na bola no momento certo, com a raquete na inclinação certa, e à velocidade certa para que esta passe tão próximo da rede quanto possível e permita assim bater o adversário. É preciso que todos os músculos actuem de forma coordenada para que este processo ocorra.



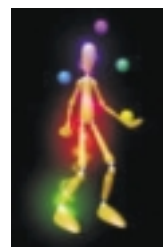
Andre Agassi

Existem assim estas duas perspectivas do “*Binding Problem*”, uma ligada à percepção sensorial, outra ligada ao controlo motor.

Uma experiência relativamente simples que está a ser feita para estudar coordenação cerebral, baseia-se no facto de, por exemplo, quando tocamos piano com a mão esquerda, o hemisfério que está associado a esse controlo é sobretudo o direito e caso toquemos com a mão direita o controlo é feito sobretudo pela parte esquerda do córtex. Ao pensarmos num pianista, vemos que tem de existir uma coordenação muito bem estruturada entre ambos os hemisférios. Estuda-se assim através de técnicas de electroencefalografia os potenciais eléctricos do cérebro de indivíduos a desenvolver diferentes actividades. Por exemplo, comparam-se as ondas cerebrais do indivíduo quando está a aprender a tocar piano, ou seja, quando ainda está a aprender a coordenar os movimentos de ambas as mãos, com as ondas após ter desenvolvido a capacidade de coordenar os dois hemisférios. Faz-se assim uma correlação entre sinais

medidos nos dois casos num hemisfério e no outro para tentar perceber os diferentes padrões associados à coordenação motora.

A experiência pode depois ser complicada comparando ondas cerebrais de pessoas de diferentes idades fazendo as mesmas actividades (sabe-se que jovens e crianças têm mais facilidade em aprender), bem como estudando a actividade cerebral de pessoas com diferentes perturbações da capacidade cognitiva. Esta técnica permite assim estudar situações patológicas e tentar perceber como é que doenças como Alzheimer afectam a capacidade de coordenação.



Malabarista, um exemplo extremo de coordenação

Uma dúvida que nos surgiu após ouvirmos todas as explicações do Professor, prendeu-se com o facto de termos noção que a técnica de electroencefalografia não era ela própria ainda totalmente conhecida. Até que ponto sabemos o que estamos a estudar? Até que ponto os padrões eléctricos medidos permitem obter conclusões?

O Professor explicou-nos que uma das grandes limitações actuais no estudo dos processos que têm lugar no cérebro prende-se precisamente com a incapacidade de reunir numa só técnica as resoluções espacial e temporal. Por um lado, temos técnicas como a electroencefalografia e a magnetoencefalografia que têm uma excelente resolução temporal. Por outro lado, temos a ressonância magnética que apresenta uma excelente resolução espacial.

O ideal seria ter uma técnica que permitisse olhar à escala do *micron* processos de excitação neuronal, permitindo fazer *zoom* em determinadas zonas do cérebro com uma resolução temporal da ordem do milissegundo.

Infelizmente, neste momento, estas técnicas não existem e na opinião do Professor não é óbvia a base física que permitiria desenvolvê-las. Contudo, aquele que for capaz de a descobrir, certamente será galardoado

com o Prémio Nobel e ficará para sempre na História.

A única forma de obter informação à escala do *micron* com uma resolução temporal do milissegundo é colocar um eléctrodo dentro do cérebro, contudo, como é óbvio, por razões éticas, este tipo de processo não se realiza. A única excepção prende-se com doentes com epilepsia e tumores cerebrais. Portanto, o que os investigadores fazem é o melhor que podem, ou seja, através da intersecção das técnicas disponíveis tentam compreender estes tipos de processos.

Uma das grandes questões que tínhamos preparado para o Professor Ducla Soares estava directamente relacionada com o conhecimento que vamos tendo do funcionamento do cérebro. Colocá-mos-lhe o cenário de não existirem os constrangimentos técnicos com os quais ele se depara no seu dia-a-dia de investigador e que tantas vezes o impedem de avançar. Investigando neste cenário, idílico, será que poderia haver um limite para o qual o nosso conhecimento tenderia? Por outras palavras, perguntámos ao Professor se na sua opinião existirá algum ponto para além do qual será impossível ir ou se, pelo contrário, um dia dominaremos na perfeição os processos que regulam a cognição, o comportamento, entre outras funções tidas como superiores e difíceis de compreender, visto necessitarem de um exercício de auto-análise, exercício este sempre sujeito a alguma parcialidade e falta de rigor. Na opinião do nosso entrevistado, estamos tão no início e tão infinitamente distantes do que poderíamos admitir ser um conhecimento razoável do cérebro que, qualquer resposta à nossa questão mais não seria que uma questão de gosto pessoal e não teria mais credibilidade que um mero palpite.



Como entender o cérebro?

Contudo, convém termos percepção da complexidade que este sistema representa. Temos cerca de cem mil milhões de neurónios. Sabemos que estes não realizam o seu trabalho

desacoplados, logo este problema é mais difícil de modelar do que qualquer outro com que a Ciência já se deparou. Problemas dinâmicos como os meteorológicos ou astronómicos são de longe menos complexos que os que estão relacionados com o funcionamento do cérebro humano.

Até há bem pouco tempo, procurávamos conhecer qual a relação entre as áreas do cérebro e as funções que ele realizava. Ora isto é o conhecimento mais básico e primitivo que é possível ter! Estamos efectivamente a dar os primeiros passos. Não temos dúvidas que os avanços que tomarão lugar nos próximos tempos estarão intimamente ligados às técnicas que conseguirmos produzir, no entanto, questões como o que é a "Inteligência" ou a "Imaginação" serão muito mais difíceis de responder se é que viremos algum dia a conseguir compreender esses conceitos de uma perspectiva física.

Compreender, por exemplo, os fenómenos que ocorrem no cérebro quando concluímos que $1 + 1 = 2$, seria um progresso fantástico para a nossa era. E estamos a falar de um processo que não é nada quando comparado com as subtilidades do pensamento humano.

Com a consciência de que tudo é ainda incerto e tão vasto, e que pouco é o conhecimento que é possível aplicar na medicina, em situações patológicas, que seria porventura o objectivo mais aliciante desta investigação, a conversa tomou outro rumo.

Perguntámos então ao Professor Ducla Soares qual seria o papel do país e, mais especificamente, da nossa comunidade científica, na descoberta de soluções para estes desafios. De todos os investigadores das mais diversas áreas com que o Professor já trabalhou, onde encontrou ele mais potencial? Na sua opinião, Portugal tem valores nas mais diversas áreas da Ciência. Da Física à Biologia, da Matemática à Química, no entanto, não deixou de manifestar a sua preocupação em relação ao caso da Medicina. Dado o panorama do mercado de trabalho do nosso país nesta área, toda a comunidade médica é canalizada para o exercício da actividade propriamente dita. O país, de alguma forma, vai perdendo assim potencial de crescer cientificamente já que só em alguns casos excepcionais os médicos se dedicam à investigação científica. É importante, na sua

opinião, contrariar esta tendência. No entanto, a Engenharia Biomédica virá concerteza inverter o panorama existente. A formação de excelência que os alunos que agora estão a ser formados possuem, será uma enorme mais-valia para o país. A pressão clínica para a existência de equipamento sofisticado é tão forte que este já existe em abundância. Existem, a título de exemplo, cerca de 20 máquinas de Ressonância Magnética em Lisboa, contudo, profissionais capazes de as utilizar em toda a sua plenitude e com os mais variados fins não abundam na mesma proporção. Urge, por este motivo, formar com toda a qualidade esta geração que certamente tomará lugares importantíssimos na nossa sociedade.

No que toca à nossa preocupação com a multidisciplinaridade do curso, que por um lado é uma enorme mais-valia, mas que por outro pode, e daí o nosso receio, retirar-nos algum potencial efectivo por não termos uma especialização forte em nenhuma área, o Professor mostrou-nos que este medo não tem razão de ser já que se por um lado essa especialização pode ser obtida numa pós-graduação, por outro as vantagens que temos em ter uma formação ampla compensam, de longe, as desvantagens.

Em jeito de conselho, o Professor mostrou-nos a facilidade e a abertura que há na investigação em áreas ligadas à saúde. Se há alguns anos Portugal estava distante fisicamente do centro científico da Europa, hoje, com toda a facilidade de comunicação e deslocação, é possível estabelecer redes de transferência de informação e conhecimento muito eficazes, sendo relativamente fácil a um estudante trabalhar com um grupo de investigação doutro país. De acordo com as suas palavras, as nossas perspectivas de trabalho são muito agradáveis e devemos por isso procurar lugar nos melhores centros de investigação do mundo na área que mais nos apaixonar. Estes estarão certamente ao alcance das nossas competências.

A equipa do Pulsar agradece ao Professor Ducla Soares a sua inteira disponibilidade e a simpatia que sempre demonstrou em todas as conversas que teve connosco.

Radiação Cósmica de Fundo

Um Retrato do Universo Primitivo

por Maria João Rosa

Segundo o Modelo do Big Bang, ou Modelo Cosmológico Padrão, hoje reconhecido como o modelo mais consistente para a origem e evolução do Universo, este foi em tempos extremamente quente e denso. Segundo esta teoria, o Universo tem vindo a expandir-se e, consequentemente, tem vindo a arrefecer, estando assim banhado por uma radiação térmica da ordem dos 3 kelvin (K), a radiação cósmica de fundo (RCF).

Descoberta acidentalmente em 1964, por Arno Penzias e Robert Wilson nos Laboratórios Bell (Figura 1),



Figura 1: Penzias e Wilson, descoberta da RCF

1), aquando da construção de um receptor de ondas de rádio para o qual não conseguiam retirar um excesso de ruído de fundo, a RCF já tinha sido prevista por George Gamow em 1948 e por Ralph Alpher e Robert Herman em 1950.

Devido a este feito, Penzias e Wilson foram galardoados com o Nobel da Física em 1978 e a sua descoberta constituiu, sem dúvida, uma reviravolta na cosmologia moderna e um argumento sólido a favor da teoria do Big Bang.

Actualmente a RCF é extremamente fria, ronda somente os 2,725 K acima do zero absoluto, o que a coloca na região de microondas do espectro electromagnético. A sua uniformidade e isotropia a grande escala é uma das razões mais importantes que corroboram o modelo do Big Bang. De facto, até hoje não foi possível explicar de outra maneira, nem arranjar uma fonte para a RCF que melhor explicasse a sua existência, do que a de que se trata de radiação fóssil proveniente da explosão inicial. O estudo das propriedades físicas desta radiação, como por exemplo o seu espectro, polarização e distribuição espacial, é de extrema importância na compreensão das condições e complexidade do Universo a grande escala.

Tal como foi referido, segundo o Modelo do Big Bang, o Universo tem aproximadamente entre 13 e 15 mil milhões de anos e teve origem num estado de elevada densidade e reduzidas dimensões. A RCF terá tido a sua origem aproximadamente 400.000 anos¹ após a explosão inicial, quando o Universo passou a ser

transparente à radiação, pois o plasma opaco que o constituía já tinha arrefecido o suficiente para se tornar num gás transparente de átomos electricamente neutros.

A partir desta organização da matéria em estruturas neutras, os fótons passaram a propagar-se livremente pelo Universo, sem interagirem consideravelmente com ela.

Tal como num dia nublado não conseguimos ver para além das nuvens devido à dispersão da luz visível pelas gotículas de água, também com a RCF acontece algo semelhante (Figura 3). O estudo da mesma permite aos cosmólogos a observação do Universo até 400.000 anos após o Big Bang, mas não mais além, devido à dispersão dos fótons por parte da matéria ainda não agregada em átomos de hidrogénio. A RCF é assim a melhor aproximação que temos duma fotografia do Universo primitivo, pois ela proporciona-nos uma “visão” da última superfície de dispersão entre matéria e radiação.

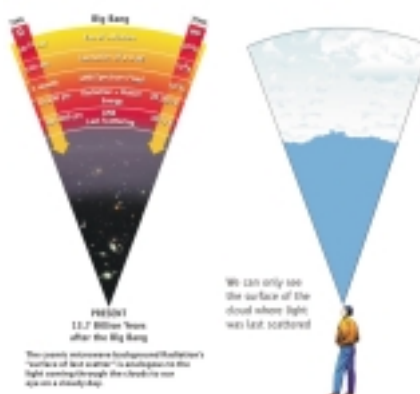


Figura 3

De acordo com a teoria, o espectro da RCF deveria ter as características do espectro de radiação do corpo negro (Figura 2): a quantidade de radiação por comprimento de onda deveria obedecer à distribuição de Planck, dependendo exclusivamente da temperatura de equilíbrio.

Em 1989 foi lançado pela NASA o Cosmic Background Explorer (COBE, Figura7), um satélite destinado a estudar o fundo microondas e infravermelho. Os resultados obtidos pelo COBE superaram todas as expectativas, até as mais optimistas, pois conseguiram uma medida da temperatura da RCF até quatro algarismos significativos ($2,7277 \pm$

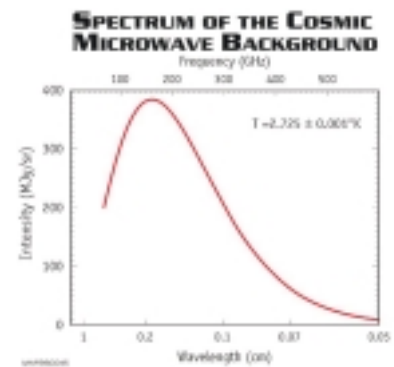


Figura 2: Espectro da RCF



Figura 4: Primeiras medições da RCF

0,002 K) e mostraram que as discrepâncias entre os resultados obtidos e o espectro de Planck teórico eram menores do que 0,005%. A RCF é o corpo negro mais perfeito conhecido na Natureza e só pode, assim, ter surgido das condições de extrema densidade e temperatura, características do Big Bang.

As primeiras medições efectuadas mostravam uma radiação perfeitamente isotrópica (Figura 4). Hoje em dia, através de instrumentos de alta sensibilidade, como o COBE, os balões BOOMERANG e MÁXIMA (1 e 2) e o WMAP (lançado em 2001 pela NASA, Figura 8), é possível detectar pequenas flutuações de temperatura (anisotropias) na RCF (Figuras 5 e 6). Estas flutuações devem-se, provavelmente, a variações na densidade da matéria do Universo primitivo (até 400.000 anos), que, por sua vez, deram origem às estruturas macroscópicas que hoje conhecemos.

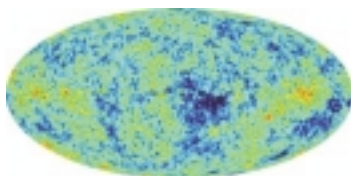


Figura 6: Flutuações na temperatura da radiação

A descoberta destas flutuações foi pela primeira vez anunciada em 1992 pela equipa do COBE *Differential Microwave Radiometer*, para grande alívio da comunidade científica, pois estas já tinham sido previstas desde Penzias e Wilson. Contudo, levou algum tempo até que fosse observada a sua existência, pois a observação está condicionada por vários factores, entre eles: sensibilidade dos detectores, variações da temperatura ambiente nos detectores, emissões de radiação por parte da atmosfera terrestre, radiação proveniente de objectos quentes próximos da Terra e outras fontes de radiação.

Hoje em dia as duas técnicas de detecção mais utilizadas são: amplificadores de microondas usando transístores com electrões de elevada mobilidade (HEMTs) e bolómetros, os quais medem a quantidade de calor numa pequena fracção de um dado material provocado pelos fotões da RCF.

O estudo das flutuações conduz a uma melhor compreensão da origem das galáxias e de estruturas de

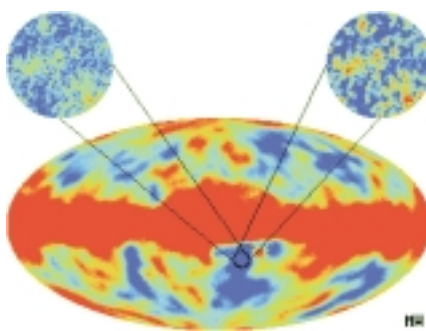


Figura 5: Mapa de temperatura da RCF - COBE

galáxias a grandes escalas, assim como ajuda na medição dos parâmetros básicos da teoria do Big Bang (constante cosmológica, parâmetro de Hubble, parâmetro de densidade, etc...)

Os resultados obtidos nos últimos anos no estudo da radiação têm tido um papel fundamental também na compreensão da geometria do Universo e conseqüentemente na sua futura evolução. Os resultados fortificam a ideia do

Universo ser plano, de se encontrar em expansão acelerada, mostrando também que cerca de 30% da sua total densidade provém da matéria (cerca de 27% pensa-se ser matéria escura), sendo o resto proveniente da (ainda misteriosa) energia escura, ou energia do vácuo. A descoberta da verdadeira natureza desta energia aguarda melhores medições, as quais já estão encaminhadas através do futuro lançamento de novos satélites que recolherão imagens de melhor resolução.

A Agência Espacial Europeia (ESA) tem previsto o lançamento de um satélite (Planck Surveyor) em 2007, para a medição da RCF. Este satélite terá uma precisão cerca de 50% melhor do que a do WMAP e efectuará medições em 10 canais de frequência entre os 30 e 857 GHz.



Figura 7: Cosmic Background Explorer (COBE)

Desde que foi emitida há milhões de anos atrás, a radiação cósmica de fundo contém em si uma enorme quantidade de informação sobre o Universo que não pode ser medida de outra maneira.

Desta forma, as novas medições da RCF contribuirão para responder a muitas perguntas pendentes em cosmologia e, provavelmente, contribuirão também para a colocação de novas perguntas, para as quais serão precisos novos satélites e novas medições.

Referências:

1. <http://aether.lbl.gov/www/projects/cobe;>
2. <http://www.damtp.cam.ac.uk/cosmos/Public/index.html;>
3. <http://astron.berkeley.edu/~mwhite/rosetta/rosetta.htm;>
4. http://map.gsfc.nasa.gov/m_uni.html;
5. D. N. Spergel et al, astro-ph/0302209;

¹ Ver Ref. 5.

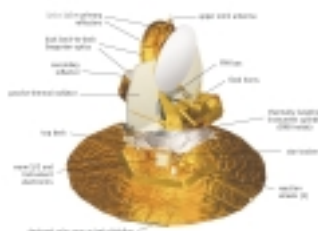


Figura 8: Wilkinson Microwave Anisotropy Probe (WMAP)

O Universo em Todas as Suas Escalas*

Jorge Dias de Deus, Professor de Física, IST

* Texto escrito para a conferência inaugural no “ III taller iberoamericano de enseñanza de la física universitaria”, La Habana, 2003.

Desde que nascemos que pensamos - tal como os nossos pais - que somos o centro do mundo. Das atenções, é certo, mas não do mundo. Sabemos que há coisas grandes, enormes mesmo, e coisas pequenas, ínfimas, e que nós, de algum modo, estamos no meio. A medida certa, a medida de todas as coisas. Ilusão infantil, e nada mais. O segundo da minha pulsação não tem nada a ver com o tempo de vida (zero vírgula vinte e três zeros e um segundos) de partículas elementares instáveis, ou com a escala de tempo de vida do Universo (um seguido de dez zeros anos). Da mesma maneira que a minha polegada, ou o meu pé, está imensamente longe quer do presumível tamanho do electrão (zero vírgula vinte e três zeros e um metros), quer do enormíssimo Universo (um seguido de vinte e seis zeros metros).

Pode perguntar-se: haverá escalas limite? Quer dizer: haverá o objecto mais pequeno de todos, ou o objecto maior de todos? Ou o objecto que vive menos tempo, ou o objecto que vive mais tempo? É difícil responder a estas questões. Do lado do “infinitamente pequeno” (entre aspas para não ter problemas com os matemáticos) existe na física uma certa tradição de “bonecas russas”: passa-se para a escala mais pequena e aparece nova estrutura. Foi assim com a molécula, o átomo, o núcleo, o protão, o electrão, o quark. E vai continuar a ser assim? Julgo que sim: não suporto

teorias de todas as coisas, ou teorias de explicação final.

Do lado do “infinitamente grande” (já se sabe porque ponho as aspas), a questão coloca-se de maneira de certo modo diferente.

Os físicos têm a ideia, vinda do próprio Einstein, de que, pelo menos nas grandes escalas, tudo é democraticamente trivial. Quer dizer: o que se passa aqui é o mesmo que se passa ao lado e, em geral, em qualquer outro sítio; o que ocorre hoje é igual ao que ocorreu ontem e ao que vai ocorrer amanhã. É esta ideia, aliás, que está por detrás das leis de conservação, do momento linear, do momento angular, da energia.

É evidente que no Universo democrático não podemos ser crianças: o mundo não tem centro, sendo infinitamente uniforme e eternamente igual.

Mas será que o Universo é mesmo assim?

Einstein, pelos anos 10, 20 do século passado, pensou que sim. A partir da relatividade geral tentou encontrar um modelo estático para o Universo democrático. Tinha um pequeno problema: é que a força que domina a grandes escalas (e grandes massas) a gravitação, é uma força exclusivamente atractiva. Assim sendo, como era possível ter um impávido Universo com galáxias, estrelas, planetas e o que se queira mais sem que tudo

entrasse em colapso concentracionário por acção da gravidade? A solução de Einstein foi inocentar um potencial repulsivo – a chamada constante cosmológica – cujo único papel era o de impedir o colapso universal, e assegurar o equilíbrio estático do Universo. E Einstein aparecia como um Deus em descanso, a contemplar a sua Obra, também em descanso, isto é, sem História...

Em ciência, por norma, as grandes decisões são tomadas com base nos resultados da observação e da experiência. Na ciência do Universo - cosmologia - embora haja especificidades particulares, o mesmo se passa.

Observar o Universo começou, muito prosaicamente por ser olhar para o Céu. Durante milénios foi assim. Mediram-se o período de translação da Terra em volta de Sol (365 dias), o período de translação de Lua em volta da Terra (28 dias), o período de rotação da Terra em torno do seu eixo (1 dia), observaram-se as imóveis estrelas distantes e os fulgurantes cometas, mediram-se distâncias às estrelas e o raio da Terra, fizeram-se previsões de eclipses. A imagem que aparecia era a imagem dum mundo estável, centrado na Terra, cheio de ciclos e de repetição. Com Natal, Páscoa e Verão, com épocas para semear e épocas para colher, com períodos de cheias e períodos de secas. A vida na Terra estava regulada.

Galileu acrescentou ao olho nu a luneta: as surpresas começaram a aparecer. E a ideia surgiu de que os outros objectos, ditos celestiais, talvez não fossem afinal tão diferentes da Terra. O Sol não era puro, tinha manchas, a

1 000 000 000 000 000 000 000 000	10^{24}	yotta
1 000 000 000 000 000 000 000	10^{21}	zetta
1 000 000 000 000 000 000	10^{18}	exa
1 000 000 000 000 000	10^{15}	peta
1 000 000 000 000	10^{12}	tera
1 000 000 000	10^9	giga
1 000 000	10^6	mega
1 000	10^3	kilo
1	10^0	
0,001	10^{-3}	milli
0,000 001	10^{-6}	micro
0,000 000 001	10^{-9}	nano
0,000 000 000 001	10^{-12}	pico
0,000 000 000 000 001	10^{-15}	femto
0,000 000 000 000 000 001	10^{-18}	atto
0,000 000 000 000 000 000 001	10^{-21}	zepto
0,000 000 000 000 000 000 000 001	10^{-24}	yocto

As escalas do universo



Hubble

Lua revelava-se com montes e vales, e planetas e satélites eram muitos.

Mas foi só a partir da primeira metade do século XX que, devido aos grandes telescópios desenvolvidos, foi possível ver para além do Céu. Isto é: ver para além da galáxia (Via Láctea), ver outras galáxias, ver outros céus e outros mundos. E uma nova - radicalmente nova - imagem do Universo começou a surgir.

O Universo em grande escala, o Universo das galáxias, é tudo menos um Universo de ciclos e de repetição. É um Universo em evolução, um Universo com História.

Foi o astrónomo americano Edwin Hubble quem, no final dos anos 20 do século passado, começou a vislumbrar o Universo que hoje conhecemos. Dois resultados, da maior importância, foram então obtidos. Por um lado, verificou-se que a informação transmitida pela luz, vinda de galáxias, era no sentido de os elementos químicos aí existentes, serem exactamente os mesmos existentes na Terra: hidrogénio, hélio, cálcio, sódio, ferro etc. etc. Tal vinha dar apoio à ideia de um Universo espacialmente homogéneo e isotrópico. Mas, por outro lado, as ondas de luz com informação sobre os elementos, vindas de galáxias distantes, chegavam com um passo maior, isto é, com um comprimento de onda maior. A luz visível com maior comprimento de onda é a que corresponde ao vermelho. Ao desvio observado na luz vinda das galáxias distantes chamou-se, por isso, desvio para o vermelho, Hubble foi ainda mais longe. A partir das suas observações ele afirmou (embora, dada a fraca qualidade das suas observações, talvez seja mais correcto dizer que ele postulou) que o desvio para o vermelho era proporcional à distância a que se encontrava a galáxia donde vinha a luz. Quer dizer: pondo no eixo vertical de um gráfico os valores do desvio

para o vermelho, e no eixo horizontal as distâncias às galáxias, obtém-se uma linha recta. Ao coeficiente angular da recta (à constante de proporcionalidade) dá-se o nome de constante de Hubble, H . As observações posteriores às de Hubble vieram confirmar que a sua lei estava correcta. Embora o valor encontrado para H , devido à melhoria na qualidade das observações, seja cerca de 10 vezes menor do que o valor encontrado por Hubble... Hubble teve sorte com o seu postulado, mas como se sabe, a sorte prefere os audazes.

O que significa afinal o desvio para o vermelho? No quadro da relatividade geral (de Einstein, mas neste caso, sem a participação de Einstein), de Sitter, Friedman, Robertson e Walker mostraram que um Universo vazio ou com matéria homogeneamente distribuída, admitia soluções não estáticas, evolutivas.

No quadro do modelo homogéneo, evolutivo é muito fácil interpretar os resultados de Hubble: as galáxias estão-se a afastar umas das outras, o desvio da luz para o vermelho traduzindo exactamente esse afastamento. O Universo, é um Universo em expansão.

Um enorme passo, resultante de novas observações e especulações teóricas, tinha sido dado: o Universo no seu conjunto - ou o que nós pensamos sê-lo - é um Universo com evolução, é um Universo com História.

Poderá haver, e parece haver mesmo, homogeneidade e isotropia espaciais. O Universo aparece semelhante, esteja eu em que local estiver a observá-lo. Mas em relação ao Tempo, não há nenhuma homogeneidade, não há invariância temporal.

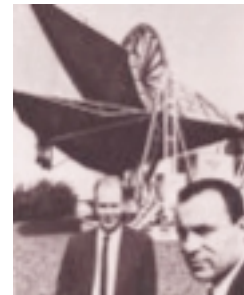
Mas como é que evoluiu o Universo?

Hoje em dia observo um Universo em expansão. Para estudar o passado, tenho que rodar o filme para trás. Então "verei" um Universo a contrair-se até se reduzir a um ponto. Supondo que a velocidade actual de afastamento das galáxias se mantém constante, quando se anda para trás no tempo, é possível calcular a idade do Universo, isto é, o tempo cosmológico que passou desde o ponto inicial, até hoje: da ordem de dez mil milhões de anos. À ideia de que o Universo em expansão surgiu de uma explosão

pontual, inicial é que se dá o nome de Big-Bang.

Até aqui, as nossas considerações foram, essencialmente, de natureza geométrica. Ora o Universo não é só Espaço e Tempo, também tem "coisas". Essas "coisas" são electrões, quarks, luz, núcleos, átomos, moléculas, células, pedras, plantas, seres vivos, planetas, sóis, galáxias e muitas outras coisas mais.

Para caracterizar o Universo actual em grande escala, há duas "coisas" que são determinantes. Por um lado, as galáxias, que, sendo aglomerados de milhões de estrelas, funcionam como os pontos materiais da dinâmica do Universo, por outro, a radiação cosmológica de fundo, isto é, a luz (invisível a olho nu) que isotropicamente enche o Universo.



Penzias e Wilson

De facto, em 1964, dois engenheiros electrotécnicos de antenas, Penzias e Wilson, descobriram que às suas antenas chegava radiação electromagnética vinda uniformemente de todas as direcções de espaço, na banda das ondas de rádio, que não correspondia a qualquer emissor localizado. Era como se todo o Universo tivesse estado a emitir!

Ora isto faz sentido? A resposta é que faz, se se considerar o Universo no seu todo, ele próprio, como uma "coisa", um objecto. Com efeito, qualquer objecto emite radiação, luz, que traduz a temperatura a que ele se encontra. O Sol tem uma temperatura de superfície de 5 000 graus e emite luz na banda do visível, isto é, luz que nós vemos. O corpo humano a 36-37 graus emite luz não visível, na banda dos infra-vermelhos (detectada por detectores de infra-vermelhos). A radiação medida por Penzias e Wilson corresponde a existir um Universo a radiar à temperatura de 3 graus absolutos (Kelvin).

A radiação de fundo dos 3 graus é, de facto, um fóssil vindo de eras passadas do Universo, de há muitos milhões de anos. Já vimos que a temperatura da radiação é uma medida do tipo de radiação, do comprimento de onda da sua oscilação. Pequenos comprimentos de onda (ultravioleta, raios X), quer dizer altas temperaturas; grandes comprimentos de onda (infravermelhos, ondas de rádio), baixas temperaturas. O facto da temperatura da radiação cósmica ser tão baixa, só 3 graus, é uma consequência do comprimento de onda ser muito grande. Mas isso acontece porque o comprimento foi “esticado” devido à expansão do Universo: desvio para o vermelho. Há muitos milhões de anos, quando a radiação cósmica foi produzida, em consequência da neutralização das cargas eléctricas em átomos e moléculas, a temperatura era muitíssimo mais elevada.

A imagem do Universo em expansão começa a ficar cada vez mais convincente. É um Universo hoje dominado pelas galáxias e pela radiação de fundo. Quando andamos para trás no tempo o Universo comprime-se e a temperatura aumenta. É como se colocássemos o Universo ao lume e o comprimíssemos, ao mesmo tempo! Devido à crescente agitação térmica a força da gravidade deixa de ser capaz de segurar as estruturas galácticas. Estas começam a “desestruturar-se”, originando nuvens bastante uniformes. É até aí que chegam os mais potentes telescópios de hoje. Entretanto, o comprimento da onda da radiação vai diminuindo, o que quer dizer que a temperatura aumenta.

E se continuarmos a andar para trás no tempo? O processo de “desestruturação” continua. A certa altura, as forças moleculares, devido ao aumento da energia térmica, não têm “força” para manter a estrutura das moléculas, e estas decompõem-se nos seus constituintes, os átomos. A seguir, os próprios átomos se ionizam, com cargas negativas, electrões, por um

lado, núcleos atómicos, positivos, por outro. É aí que a matéria pesada e a radiação se unem, já que cargas eléctricas e radiação electromagnéticas estão em constante interacção. E é aí, portanto, que acaba (ou começa, se viermos do outro lado do tempo) a impávida e não interactuante radiação de fundo. Estamos já muito, muito longe da actualidade, estamos a cerca de 3 minutos do Big-Bang.

Quanto mais para trás no tempo formos, menos segurança vamos tendo no que se espera encontrar. Mas o processo de “desestruturação” das coisas deve continuar. A seguir, são os próprios núcleos atómicos, com os protões e os neutrões, que se decompõem nos seus constituintes, os quarks. Cria-se o famoso plasma de quarks e gluões. Estar-se-á então a 10 micro-segundos do Big-Bang!

Para trás e mais para trás? Esta viagem para trás no tempo é uma viagem do “infinitamente grande” ao “infinitamente pequeno”. A Cosmologia, vista assim, é a passagem da Astrofísica para a física de Partículas. No fundo, vai-se encontrar, uma grande unidade da física, como ciência unificadora de todas as escalas.

Quererá isto dizer que no fundo compreendemos toda a história do Universo? Claro está que não. Primeiro, não temos física capaz de descrever o que se passa em torno do Big-Bang, com distâncias ínfimas e intervalos de tempo ínfimos. Depois, para compreendermos de facto o Universo em expansão - expansão que parece ser acelerada - precisamos duma energia que suporte a essa expansão acelerada, mas não observada, e de uma grande quantidade de matéria, igualmente não observada. A massa e energia observadas no Universo são uma fracção mínima da massa e energia necessárias para o pôr a funcionar.

Embora a ciência tente sempre descobrir os mistérios, no seu avanço ela vai sempre fazendo aparecer outros.

Bandejas, Cintos, Fermiões, Bosões, etc...

por Jorge Rocha

Toda a gente sabe que quando rodamos um objecto 360° em torno de um qualquer eixo, este volta à posição inicial de tal maneira que não conseguimos diferenciar as duas situações. Mas será realmente verdade que uma rotação completa é indistinguível de nenhuma rotação?

Pensemos no velhinho truque da bandeja, que passamos agora a descrever:

1º Colocamos a dita bandeja sobre uma mão;

2º Mantendo a bandeja sempre horizontal, rodamos-a até estar sobre o nosso ombro. Neste momento ela completou meia volta (180°);

3º Continuemos a rodar a bandeja, fazendo-a passar por cima da nossa cabeça até dar uma volta inteira (e ficarmos numa posição um pouco desconfortável – passar rapidamente ao ponto seguinte);

4º Sem nunca alterar o sentido de rotação, prosseguir o malabarismo fazendo passar a bandeja por baixo do braço que a segura, voltando assim à posição inicial (mais confortável).

Este exercício faz-nos pensar em duas coisas: em primeiro lugar, não devemos colocar bebidas na bandeja até termos algum treino; dum ponto de vista menos pragmático, reparamos também que no final do 3º passo a bandeja completou uma rotação em torno de um eixo (supostamente vertical se já tivermos adquirido bastante perícia) mas que a posição em que ficamos não é a mesma que a nossa posição inicial nem pode ser obtida desta sem que se rode a bandeja. No entanto, se dermos duas voltas completas, como fizemos nos quatro passos, voltamos à situação original.

Façamos outra experiência. Peguemos numa fita flexível, longa e estreita. Os leitores com espírito mais

prático realizarão o seguinte exercício com um cinto, por exemplo. A receita completa-se em três passos:

1º Agarrando cada extremidade da fita com uma mão, estica-se a banda horizontalmente, por exemplo, sem formar dobras;

2º Mantendo uma das pontas fixas, roda-se a outra 360º, ou seja, aplica-se uma torção ao cinto. Neste momento tenta-se (sem o menor êxito) desfazer a dobra criada sem nunca rodar as extremidades, apenas usando translações;

3º Fixando ainda a mesma ponta, dá-se mais uma volta completa na extremidade oposta, novamente no mesmo sentido, criando assim outra dobra. É agora altura de verificarmos que as duas dobras podem ser desfeitas apenas com translações das pontas, bastando para isso passar uma das extremidades por trás da outra (deixamos ao cuidado do leitor a confirmação experimental deste facto)!



Donuts e matemática...

Mais uma vez verificamos que conseguimos deformar duas rotações completas até obter a configuração original mas não conseguimos fazer o mesmo com uma volta completa e começamos a desconfiar que este resultado

surpreendente é mais geral do que poderia parecer à primeira vista.

O que estas curiosidades têm em comum é serem ambas manifestações duma mesma constatação misteriosa: no espaço em que (parece que) vivemos, podemos distinguir entre um número ímpar e um número par de rotações completas em torno de um eixo. A explicação deste facto prende-se com uma questão topológica que tentaremos esclarecer. Rotações espaciais (em R^3) são descritas matematicamente por um grupo designado por $SO(3)$ e, em particular, uma volta completa em torno de um eixo é descrita por uma curva fechada em $SO(3)$. Devido à topologia deste grupo, tal curva não pode ser continuamente deformada e encolhida até se obter um único ponto. Diz-se então que $SO(3)$ não é simplesmente conexo (um exemplo clássico dum conjunto que não é simplesmente conexo é a superfície de um donut). No entanto, existe um outro grupo, conhecido por $SU(2)$, que é, em certo sentido, muito parecido com $SO(3)$, tão parecido que podemos sempre associar a cada elemento de $SO(3)$ exactamente dois elementos de $SU(2)$. Acontece que a volta completa descrita pela curva fechada em $SO(3)$ corresponde desta maneira a uma curva aberta em $SU(2)$ (onde o ponto inicial e final estão associados ao mesmo ponto de $SO(3)$). Só dando duas voltas completas em $SO(3)$ é que obtemos uma curva fechada em $SU(2)$. A situação é análoga à relação entre um relógio e um dia terrestre: enquanto a Terra dá uma volta em torno de si mesma (aproximadamente), um relógio de ponteiros funcional dá duas voltas. O relógio faz o papel de $SO(3)$ enquanto que a Terra representa $SU(2)$. Para finalizar o raciocínio, entra em jogo a topologia de $SU(2)$: ao contrário de $SO(3)$, este grupo é simplesmente conexo e portanto a curva fechada que obtemos pode ser reduzida a um ponto. Desta forma concluímos que podemos reduzir duas

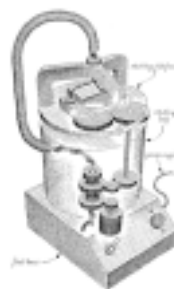
rotações (ou qualquer número par) em torno de um eixo a zero rotações, mas que não conseguimos fazer o mesmo com uma rotação (ou qualquer número ímpar de rotações). Desta maneira conseguimos distinguir entre uma rotação e nenhuma rotação e, por conseguinte, a resposta à pergunta inicial deste artigo é: Não.

A constatação inesperada de que duas rotações são “o mesmo que” nenhuma rotação foi usada por D. A. Adams para desenhar um engenho (de certa complexidade mas conceptualmente simples) usualmente designado por *antitwister* que consegue fornecer energia através de fios eléctricos a um objecto que esteja a rodar. Este facto permite



Modelo sequencial do mecanismo antitwister de D. A. Adams

contornar a dificuldade óbvia que normalmente surge quando tentamos ligar fios a objectos em rotação: de tanto rodar, os fios acabam por partir, resultando numa quebra do fornecimento de electricidade à máquina em rotação! Naturalmente este mecanismo teve diversas aplicações na indústria. Com algumas alterações, que consistem basicamente em substituir os cabos eléctricos por um conjunto de prismas, este engenho também permite observar (através de várias reflexões em cadeia) espécimes (por exemplo) colocados em centrífugas em rotação, criando assim uma imagem estática do espécime em observação como se este estivesse imóvel (mas acrescido dos efeitos da força centrífuga). O *antitwister* tem assim aplicações a outras áreas como a biologia.



Uma máquina que incorpora o princípio antitwister

Voltando um pouco atrás, vimos que podemos distinguir topologicamente duas classes de rotações (as pares e as ímpares) e que este facto está relacionado com o grupo $SU(2)$. Ao que parece, $SU(2)$ gosta de dividir tudo em duas classes pois também no contexto da teoria de representações se verifica que as suas representações podem pertencer a duas classes distintas (ditas de

conjugação). Esta constatação aparentemente inofensiva tem contudo enormes consequências, por exemplo, na física microscópica onde as chamadas “partículas elementares” (que supostamente formam os ingredientes básicos do nosso mundo) são caracterizadas, entre outras, por uma quantidade designada por *spin*. O *spin* é por sua vez governado pelo grupo $SU(2)$ que mais uma vez intervém, dividindo as partículas de *spin* semi-inteiro (os fermiões) das de *spin* inteiro (os bosões). E esta diferença entre fermiões e bosões é tão fundamental que está na base de um capítulo da física, a física estatística quântica.

Assim sendo, podemos afirmar que o grupo $SU(2)$ está mesmo em toda a parte: bandejas, cintos, fermiões, bosões, etc...

TRÂNSITO DE VÊNUS

Por Myriam Rodrigues e Elsa Abreu

INTRODUÇÃO

No dia 8 de Junho de 2004 será possível observar totalmente o trânsito de Vénus, a partir dos continentes europeu, africano e de grande parte do continente asiático. Este acontecimento, que ocorreu pela última vez em 1882, consiste na passagem de Vénus entre o Sol e a Terra, encontrando-se os dois planetas numa posição da sua órbita que permite um alinhamento dos três astros. Tal fenómeno sucede por períodos alternados de 122 e de 8 anos.

A importância da observação do trânsito de Vénus deve-se à sua utilidade no cálculo da UA (i.e., a distância Terra-Sol) a partir da paralaxe.

HISTÓRIA

Johannes Kepler foi o primeiro a prever correctamente o trânsito de Vénus, mais exactamente o de Dezembro de 1631. Infelizmente esse trânsito não era visível em grande parte de Europa e ninguém observou o evento. Kepler previu também o trânsito de Mercúrio uns meses antes do de Vénus. Pierre Gassendi observou esse trânsito em Paris, confirmando assim os cálculos de Kepler. Vistos da Terra, Vénus e Mercúrio são uns pontos minúsculos no grande disco solar. A observação dos trânsitos só foi possível graças à invenção de Galileu Galilei: o telescópio.

Utilizando o método de Kepler, Jeremiah Horrocks previu o trânsito do dia 4 de Dezembro de 1639, 8 anos depois da primeira data, prevista por Kepler. A partir da projecção do disco solar num telescópio, Horrocks foi o primeiro a observar este raro evento.

O trânsito de 1882 foi de grande importância, já que foi a partir dessas observações que se conseguiu medir a Unidade Astronómica. (cf. anexo).

A determinação da distância Terra-Sol apareceu como um dos prin-

cipais objectivos da astronomia depois de Copérnico. Porque as distâncias dos planetas ao Sol tinham sido todas calculadas em UA, a determinação desta última tornou-se essencial para a compreensão do sistema solar, e foram portanto lançadas expedições para os quatro cantos do mundo afim de recolher o máximo de dados.

COMO FOI CALCULADA A UNIDADE ASTRONÓMICA

A determinação da unidade Astronómica era essencial para a

percepção do nosso sistema solar (ver anexo).

A distância Sol-Terra foi calculada pelo método da paralaxe (cf. imagem 1). A paralaxe é a medida da aparente mudança de posição de um objecto em relação a um segundo plano mais distante, quando esse objecto é visto a partir de ângulos diferentes. A metade do ângulo sob o qual é visto um objecto de dois pontos diferentes é chamada paralaxe desse objecto. Ela é tanto menor quanto mais afastado do objecto estiver o observador, reduzindo-se a valores desprezáveis quando a distância

Distância dos planetas ao Sol

A “adopção” do modelo heliocêntrico de Copérnico constitui um dos marcos da astronomia. Pode-se, a partir desse momento, medir distâncias, contrariamente ao que permitia o modelo de Ptolomeu, e revelar assim as dimensões do Sistema Solar.

O caso da determinação da distância ao Sol, por exemplo, é muito fácil para os planetas inferiores (Mercúrio e Vénus). Consiste em medir o ângulo de máxima elongação, ou seja, a distância angular máxima entre o planeta e o Sol, visto da Terra. A distância determina-se a partir de um cálculo trigonométrico simples. Para os planetas superiores o cálculo é um pouco mais complicado e baseia-se no intervalo de tempo que separa a quadratura e a oposição do planeta (duas configurações).

Ex: distância Vénus-Sol (figura 3)

A elongação máxima de Venus é 46.054°

Obtemos assim que $VS = \sin(46,054^\circ)UA =$

$$= 0,72UA = 107.380.800 \text{ K}$$



Figura 3

Contudo, as distâncias são calculadas em função de uma incógnita: a distância Terra-Sol, também chamada Unidade Astronómica (UA). A determinação da UA foi um dos problemas essenciais da astronomia pós-copernicana, resolvida graças ao trânsito de Vénus.

aumenta muito em relação à que separa os pontos de observação.

A partir do ângulo de paralaxe é possível determinar a distância média ao objecto.

No caso da distância Sol-Terra, o ângulo de paralaxe medido é a separação entre duas trajectória do trânsito vistas a partir de dois locais diferentes da Terra.



Imagem 1

A figura 1 resume as distâncias e ângulos conhecidos:

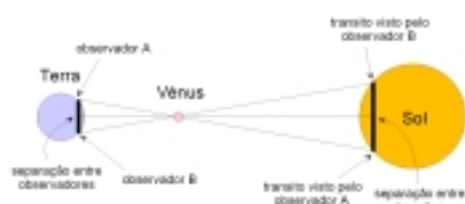


Figura 1

Da figura 1 podemos extrair a seguinte relação de proporcionalidade:

$$\frac{x}{0.28} = \frac{d}{0.72} \quad (1)$$

onde d é a distância entre os dois observadores (na Terra) e x o desvio (em Km) da posição de Vénus no Sol.

O desvio x da posição de Vénus depende, portanto, da distância entre os observadores. Por outro lado sabemos que a razão entre o desvio visto da Terra e o diâmetro aparente do Sol, D_{ap} , é igual à razão entre o desvio real (x) sobre o diâmetro real do Sol, D_{sol} :

$$\frac{x'}{D_{ap}} = \frac{x}{D_{sol}} \quad (2)$$

Onde x' é o desvio aparente visto da terra.

Substituindo na equação (2) os valores de (1), obtemos que :

$$\frac{x'}{D_{ap}} = \frac{0.28d}{0.72D_{sol}}$$

Desta expressão podemos tirar uma informação interessante, o diâmetro do Sol:

$$D_{sol} = \frac{0.72dD_{ap}}{0.28x'}$$

Um método para determinar x' consiste em projectar o Sol e medir o desvio no desenho. O diâmetro aparente e o desvio x' podem portanto ser substituídos pelo diâmetro do Sol e o desvio no desenho.

Tipicamente, para valores $d = 2000$, $D_{ap} = 16$ cm e $x' = 0,059198$ obtém-se:

$$D_{sol} = 1.390.008 \text{ Km}$$

A partir do diâmetro do Sol é fácil determinar a distância Sol-Terra sabendo o diâmetro aparente do Sol :

$$UA = \frac{D_{sol}}{2} \bigg/ \tan\left(\frac{D_{ap}}{2}\right)$$

O diâmetro aparente do Sol (diâmetro angular do sol visto da Terra) é conhecido desde a antiguidade e vale aproximativamente 0.534° . Logo vem que:

$$UA = 149.140.000 \text{ m}$$



Figura 2

CONCLUSÃO

Sendo que a observação do trânsito de Vénus permite determinar o valor da unidade astronómica de forma relativamente simples, astrónomos amadores vão, no dia 8 de Junho, fazer medições a partir de diferentes locais de forma a reunir um conjunto de dados que lhes permita refazer esse cálculo.

Entretanto é possível obter mais informações acerca deste evento junto de diversas instituições e, para os mais interessados, participar nas observações que serão realizadas em vários pontos do país.

Rendez-vous dans quatre mois!



Concerto IST De Páscoa

O Departamento de Física está a organizar um Concerto de Páscoa que terá lugar no dia 29 de Março no Salão Nobre do IST, pelas 18 horas.

O concerto envolve a participação do Coro da Universidade Técnica, de que fazem parte alunos de Doutoramento do Departamento de Física, num repertório que inclui peças como *Missa em Fá* de Haydn, *Glória* de Vivaldi e *Ave Verum Corpus* de Mozart.

Pretende-se assim trazer de novo ao Salão Nobre do IST a vida cultural, no domínio das artes e ciências, que o caracterizou no passado.

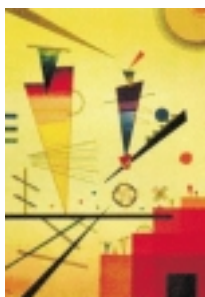


Para Além da Técnica

Cada dia, cada instante são únicos... Com tantas ofertas em tantas áreas à nossa volta, cabe-nos a nós, seres humanos de vertentes múltiplas, a escolha de actividades por onde espriar a criatividade.

Artes Plásticas

Meio para criar e desenvolver sensibilidade artística, são vários os sítios em Lisboa que promovem cursos ou *workshops* nesta área. Nestes encontram-se a Sociedade Nacional de Belas Artes (no Marquês de Pombal e em <http://www.snba.pt>), com cursos de Formação Artística anuais (Iniciação ao Desenho, Iniciação à Pintura, História de Arte, etc...) e a Fundação Gulbenkian (ao fim da Av. Duque de Ávila e em <http://www.gulbenkian.pt>) com seminários pontuais sobre variadíssimos temas (http://www.gulbenkian.pt/arte/camjap_publico_adulto.asp).



Vão ser também abertas inscrições no Técnico, no GAPE, para um curso de escultura em pasta de papel (todas as informações serão actualizadas em <http://gape.ist.utl.pt>, na página da área de interesse de Artes Plásticas).

Mas, para quem gosta mais de olhar do que praticar, são muitas as salas de exposições perto da universidade. A pé, pode-se ir até à Culturgest e ao Centro de Arte Moderna José Azereado Perdigão, sendo este último perto da Fundação Calouste Gulbenkian. De metro, contam-se entre as que ficam acessíveis a Fundação Arpad Szenes-Vieira da Silva (<http://www.fasvs.pt>), com exposições temporárias por vezes dedicadas a alguns dos mais importantes artistas do século XX.

Foram também organizadas visitas guiadas gratuitas pelo GAPE para estudantes do Técnico (mais informações na página acima referida).

Cinema

No coração de Lisboa, o Técnico encontra-se perto de cinemas tão diversos como o Monumental, o Cine 222, o Ávila, o King e o Nimas – todos a cerca de 15 minutos de distância a pé, não contando com o Quarteto.

No último ano, a distribuidora Medeia (da qual fazem parte os cinemas King, Monumental e Saldanha Residence) criou uma promoção que faz com que os utilizadores possam entrar todos os dias com preço de 2^º (mediante o pagamento de 5 euros). As inscrições podem ser feitas nestes cinemas.



Os saudosistas podem encontrar cinema de todas as épocas, todos os dias, na Cinemateca, ao pé do Marquês de Pombal.

Para informações online actualizadas não esquecer o site: <http://www.7arte.net>.

Culinária

Para quem gosta de novos sabores, recomenda-se a visita aos vários restaurantes vegetarianos à volta da universidade, em especial o *Hare Krishna* com cheiro a incenso e aroma budista, existente no nº 91 da Rua da Estefânia (o preço por refeição é 5 euros ao almoço).

Para quem quiser obter mais informações sobre restaurantes, receitas e, eventualmente, juntar-se a um grupo de pessoas com vontade de jantar em diversos sítios exóticos pode visitar a página de interesse de Culinária do GAPE (nas áreas de interesse em <http://gape.ist.utl.pt>).

Desporto



Na nossa universidade, dispomos de piscina de natação e ginásio (no Edifício de Pós-Graduação), instalações invejáveis para quem achar que este é o meio de manter mente sã em corpo são...

Não esquecer também as muitas equipas do Técnico (em <http://aeist.ath.cx/> podem-se encontrar todas: desde andebol a futsal...).

Ecologia

Num mundo em constante mudança, têm que ser cada vez maiores as preocupações concedidas não só ao ambiente como também aos animais com que o ser humano partilha o planeta.



No Técnico, é a Secção Autónoma de Ecologia (<http://mega.ist.utl.pt/~aeoist>) a encarregar de promover o Verde sem ser nos jardins... Neste semestre, vai ocorrer uma semana dedicada a Consumo Responsável de 22 a 26 de Março, onde serão abordados os temas de testes em animais, veganismo e Comércio Justo...

Estão à espera das ideias de todos!

Jogos

Além dos agrupamentos espontâneos em torno de um tabuleiro na P10 ou na sala de alunos, quem se interessa por jogos de estratégia pode contactar o “Grupo de Estratégia, Simulação e Tática” (<http://ae.ist.utl.pt/~gest/>), uma secção autónoma da Associação de Estudantes.

Criada este ano, a área de interesse do GAPE dedicada a este tema (Puzzles em <http://gape.ist.utl.pt>) sugere a resolução de quebra-cabeças semanais. Além da destes problemas vai ser promovida uma sessão de jogos na terceira semana de Março com o Professor Jorge Nuno Silva, no campus da Alameda e do TagusPark.

Música

Além dos concertos da Gulbenkian, vão ser dedicados dois dias à música aqui na universidade, no Salão Nobre... Todas as informações na página de interesse de Música do GAPE (<http://gape.ist.utl.pt>).

Teatro

“Proibida a entrada a quem não andar espantado de existir” é o lema do Grupo de Teatro do IST, que promove encontros semanais,



workshops e apresenta novas peças todos os anos.

Também no Técnico, o GAPE promove protocolos que facilitam o pagamento de bilhetes de teatro. Assim, no Teatro da Trindade, qualquer aluno do Técnico paga menos 30% que os restantes utilizadores...

Já fora da universidade, quem quiser experimentar a sua capacidade artística pode dirigir-se ao Chapito (<http://www.chapito.org>) que promove cursos de fim de tarde sobre “Expressão Dramática”, “Malabarismo”, “Realização plástica”, entre outros.

Variados

Variados cursos livres (desde Literatura Portuguesa até Cultura Árabe...) podem ser frequentados na Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa (em: http://www.fl.ul.pt/alunos/c_livres/index.htm).

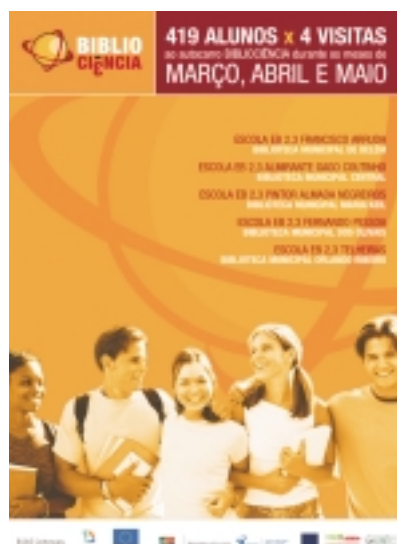
Além destes cursos, é necessário mencionar a recente iniciativa do Departamento de Engenharia Civil do IST: a criação de Seminários de Humanidades (em <http://www.civil.ist.utl.pt/>) abertos a pessoas de todos os cursos sobre os mais diversos temas: desde “Arte Contemporânea” até “Cidadania e Defesa”!

Quem quiser ainda discutir sobre estas e mais áreas pode ainda viajar para o site: <http://gape.ist.utl.pt/forum>.

É só mesmo ter vontade e escolher...

BIBLIOCIÊNCIA

O projecto *Bibliociência* é um projecto que está a ser levado a cabo pelo Departamento de *Bibliotecas e Arquivos da Câmara Municipal de Lisboa*, no qual o NFIST tem participado também.



O Núcleo tem vindo a participar em actividades das Bibliotecas da CML nos últimos anos, actividades estas que têm tido como objectivo despertar o interesse para a ciência entre o público mais jovem de Lisboa. O projecto *Bibliociência* partilha igualmente deste objectivo.

Um autocarro foi completamente remodelado com tudo o que é preciso para, no seu interior, se poderem realizar experiências e actividades de Matemática ou de Ciências Naturais.

Duas bancadas para actividades *hands-on*, um *écran* plasma para passar vídeos sobre as actividades, mesas com computadores para actividades interactivas e uma estação meteorológica no tejadilho são só algumas das características do fantástico autocarro *Bibliociência*.

Este mês teve início a mais importante fase do *Bibliociência*: durante os meses de Março, Abril e Maio o autocarro irá visitar 5 escolas diferentes, mostrando para que servem as ciências no nosso mundo e abrindo novos horizontes a alunos do 2º ciclo.

Existe ainda uma página na internet inteiramente dedicada ao projecto, onde podem ser encontradas algumas das actividades que estarão no autocarro e onde se apresenta também uma descrição mais detalhada do projecto e o tempo *record* em que foi posto em prática.

Visitem www.biliociencia.cm-lisboa.pt

Queres ver aqui
o teu **cartoon**?
Vê como concorrer
na contracapa!



29

Três pessoas fazem o check-in num hotel. Pagam 30 euros ao gerente do hotel e vão para o quarto. O gerente descobre que um quarto só custa 25 euros e dá 5 euros a um empregado para devolver. A caminho para o quarto, o empregado raciocina que é difícil dividir 5 euros entre três pessoas então fica com 2 euros e dá 1 euro a cada pessoa. Cada pessoa pagou 10 euros e recebeu 1 euro, portanto pagaram 9 euros cada e somando dá 27 euros. O empregado tem 2 euros que somando dá 29 euros. Onde está o euro restante?

Same Street

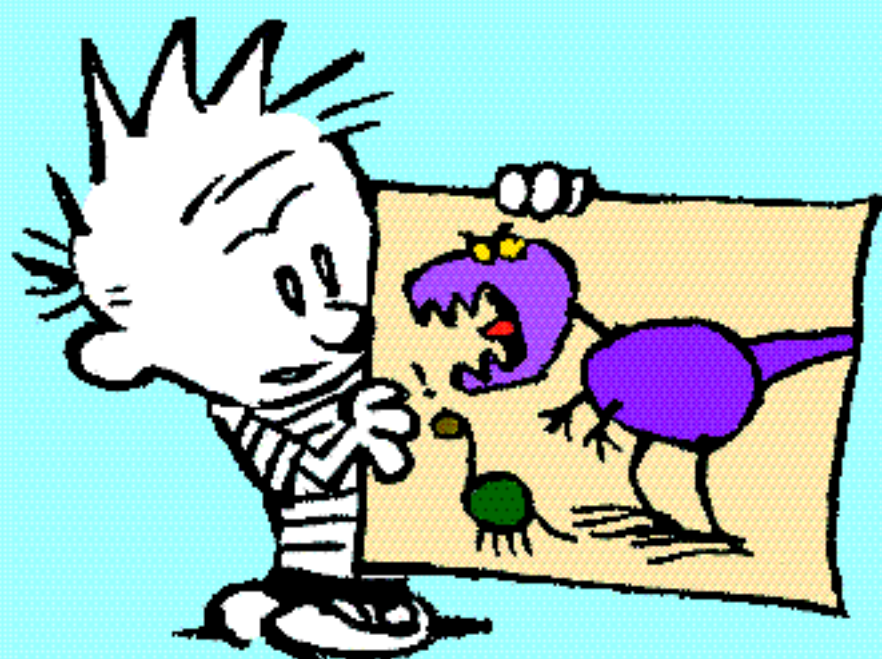
A Maria e a Mónica ambas querem sair com o Miguel. Eles moram todos na mesma rua mas no entanto nem a Maria nem a Mónica sabem onde mora o Miguel. As casas nesta rua estão numeradas de 1 a 99. A Maria pergunta ao Miguel "O número da tua casa é um quadrado perfeito?" Ele responde. A Maria depois pergunta "É maior que 50?" Ele responde outra vez. A Maria pensa que sabe aonde mora o Miguel e decide visitá-lo. Quando chega lá descobre que é a casa errada. Isto não é surpreendente, visto que o Miguel só respondeu à segunda pergunta honestamente. A Mónica, inconsciente da conversa de Maria, faz duas perguntas ao Miguel. A Mónica pergunta "O número da tua casa é um cubo perfeito?". Ele responde. Ela depois pergunta "É maior que 25?". Ele responde novamente. A Mónica crê que sabe aonde é que mora o Miguel, e vai visitá-lo. Ela também está enganada pois o Miguel novamente só respondeu honestamente à segunda pergunta. Sabendo que o número do Miguel é menor que o da Mónica e o da Maria, e que a soma dos três números é um quadrado perfeito multiplicado por dois, aonde mora a Maria, a Mónica e o Miguel?

a soluções aparecem no site na próxima semana **nfist.ist.utl.pt/~pulsar**

Não consigo deixar de pensar na frase-chave da minha mestra: "Nunca pares." Nunca parei porque, na verdade, venho parando há anos. Cada vez mais devagar, cada vez mais concentradas, as frases. O amor esgota-me as palavras em gestos, é isso acima de tudo. Suga-me a energia nos intervalos do dever, esse monstro horrendo que me prega sustos sempre que menos espero: e eu nunca estou à espera. Está tudo ao contrário, Deus deve ser um péssimo engenheiro. Deixou o mundo todo mal calculado, e aposto que a culpa foi das bases matemáticas, que de resto não eram sólidas. Mas este mundo pouco perfeito traz-me a acordar todos os dias. É certo que na prática quem o faz é o som fedorento do despertador do meu telemóvel. Ainda assim é na realidade a seco que me puxa os melhores sorrisos. É na imperfeição e no imprevisível que encontro a felicidade e a amargura maiores, e é precisamente pelo enorme cano de sensações que une estes dois sentimentos que gosto de viver.

Rute Martins

concurso de cartoons da **Pulsar**



Envia-nos um cartoon até dia 15/04,
o melhor será publicado na secção cultural
da próxima Pulsar!

consulta o regulamento em:
nfist.ist.utl.pt/~pulsar/concurso

