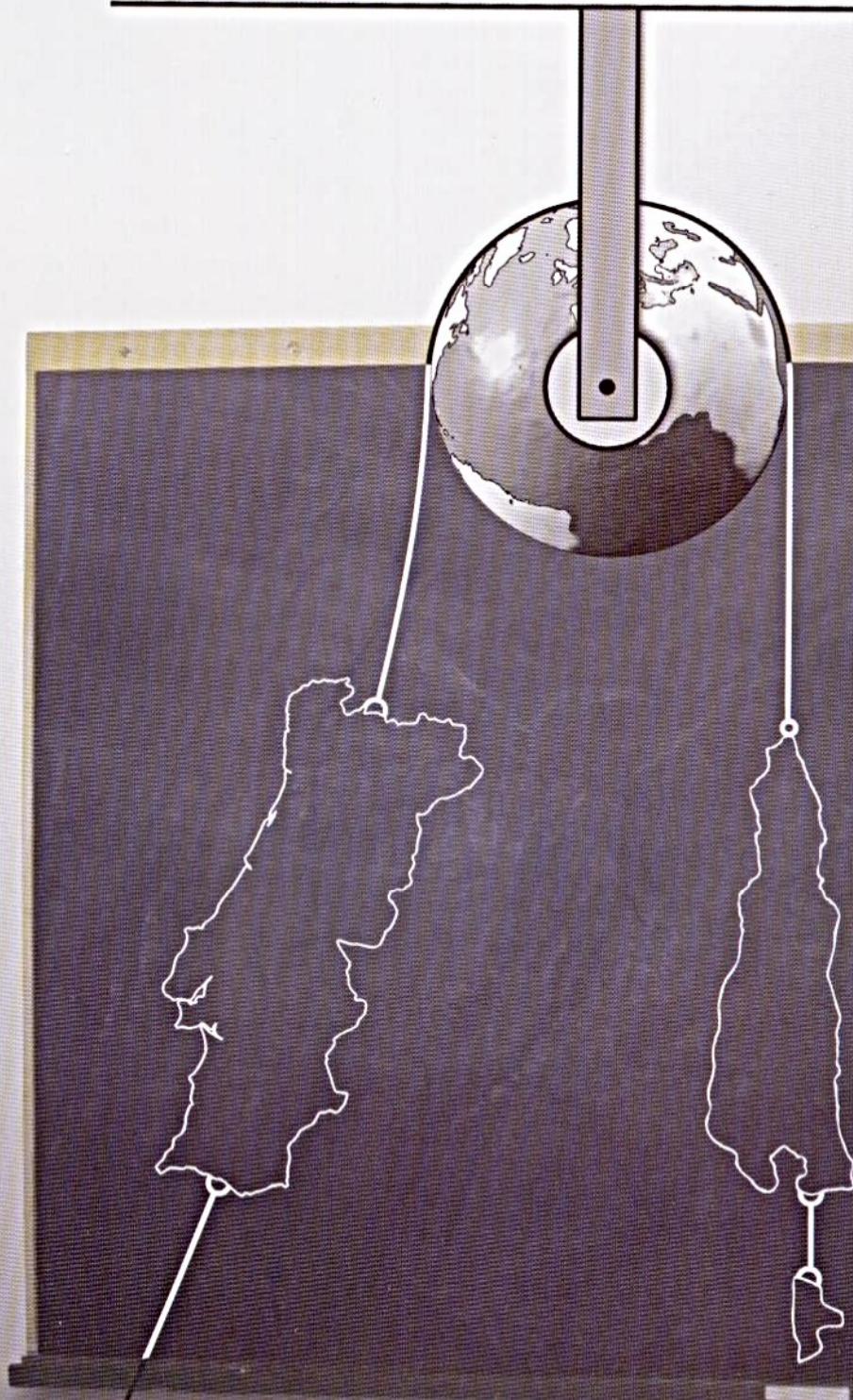


PULSAR

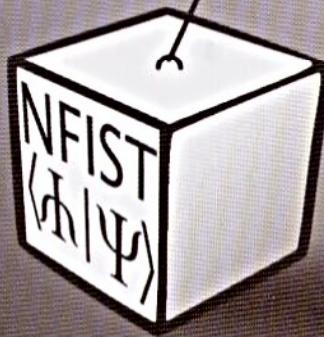
REVISTA DO NÚCLEO DE FÍSICA DO I.S.T.



Física em Timor

Física: Uma História

Biochips



Notícias

- Editorial	3
- Instantâneos	4

Local

- Semana da Física IX	5
-----------------------	---

Círculo da Física

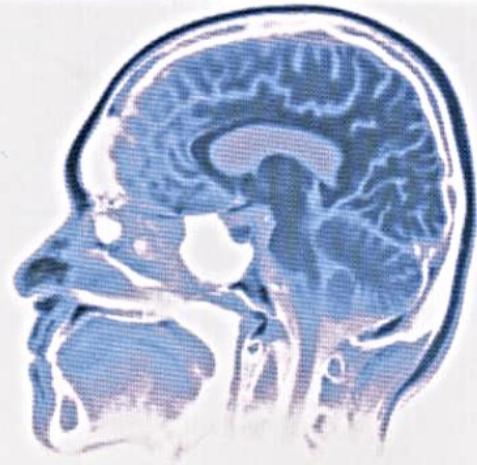
- Tubo de Ruben	6
-----------------	---

História da Física

- Física :Uma História.	7
-------------------------	---

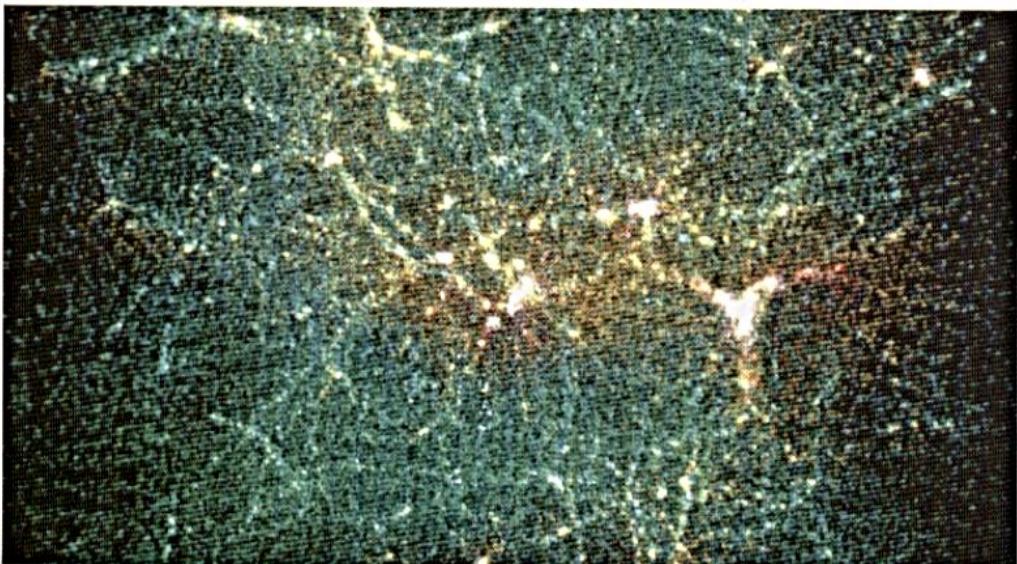
Artigos

- Física em Timor	10
- Matéria Escura (II)	13
- Anaglifos - Imagens 3D	15



Como funciona o nosso cérebro?

A "parte escura" da matéria



Revista do:



APOIOS:



Instituto *Português* da Juventude



Editorial

Pulsar

A Pulsar é uma publicação do NFIST de distribuição gratuita.

Edição de Fevereiro de 2006.

Direcção:

João Mendes Lopes
Tiago Guerra Marques

Gabinete de Imagem:

Gonçalo Pereira - Montagem
Pedro Cruz - Capa

Gabinete de Artigos:

Raquel Pinto
Elizabeth Cruz
João Mateus
Rodrigo Horta
Vanessa Batarda

Secção Biomédica:

Joana Coelho

Site:

[http://nfist.ist.utl.pt/
pulsar_index.html](http://nfist.ist.utl.pt/pulsar_index.html)

Morada:

Instituto Superior Técnico,
Edifício Ciência, piso 2 -
Secretaria de Física, Avenida
Rovisco Pais, 1096 Lisboa
codex

Telefone:

218419075

Fax:

218419013

E-Mail:

pulsar@nfist.ist.utl.pt

Tiragem:

1500 exemplares

É com alguma tristeza que anunciamos que esta será a nossa última edição da Pulsar enquanto directores. Foi com grande prazer e motivação que ao longo deste último ano, nos reunimos uma infinidade de vezes por causa desta nossa querida revista. Tentámos melhorá-la um pouco, aqui e ali, sempre com uma ponta de originalidade mas não esquecendo também as suas origens. Falou-se de tudo e mais um pouco, mas sempre com Física como pano de fundo. Física, Física e Física. Essa ciência que nos une na curiosidade e na vontade de querer sempre saber as coisas mais além. ■

2005: Odisseia na Física

O ano que passou foi de extrema importância para a divulgação da ciência mãe. Ao longo deste período, assistiu-se a uma série de eventos, palestras, exposições, enfim, um sem fim de actividades a propósito das comemorações do ano internacional da Física. No entanto, mais importante que tudo isso, foi notória uma maior dinâmica e consciencialização por parte da população em geral das diversas áreas de conhecimento da Física.

Em relação ao nosso núcleo, foi também, sem dúvida, um ano espectacular e único. 2005 viu um crescimento enorme do NFIST em termos de actividades e reconhecimento do seu papel na divulgação da Física em Portugal (e não só!). É de destacar a *Física sobre rodas – II RoadTrip* (que permitiu espalhar a palavra de Einstein, Newton e companhia por todo o Portugal), a tenda da Física do NFIST no Avante, a *Semana da Física IX* (a actividade original do NFIST cada vez com mais gente, experiências e conhecimento à mistura de muita diversão) e a ida do NFIST a Timor (que levou a Física ao outro canto do mundo! – se bem que o mundo não tem cantos, isto é, é redondo). Gostaríamos de enaltecer todo o trabalho e esforço

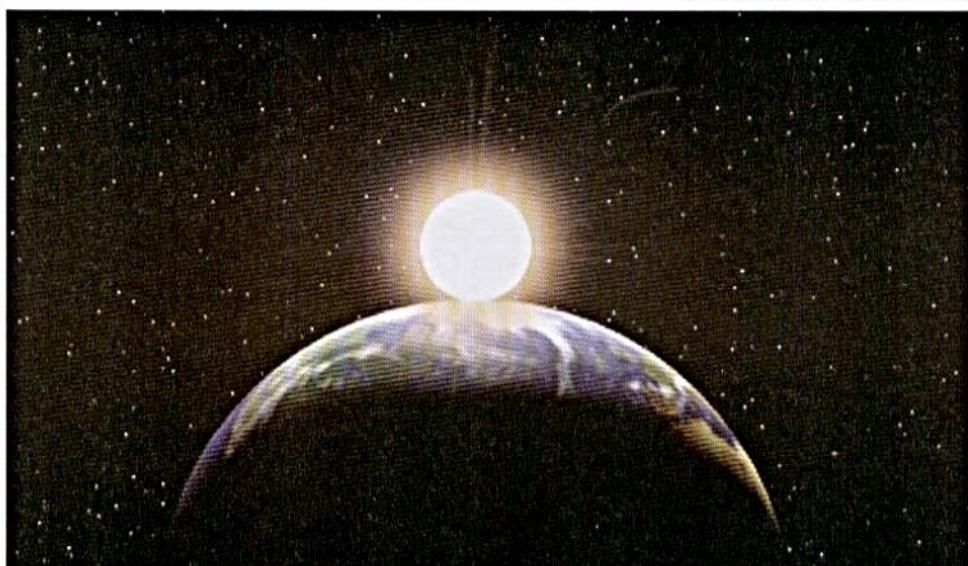
realizado por parte da direcção do núcleo que tornou todas estas actividades possíveis.

Quanto ao conteúdo da revista em si, temos, mais uma vez, artigos relacionados com investigações de ponta em tecnologia (**BioChips**), Física Teórica (**Materia Escura**), uma reportagem sobre um centro de investigação no estrangeiro (**Um Verão na GSI**) e artigos de teor mais prático (**Círculo da Física e Anaglifos**). Fazemos ainda, no âmbito do ano internacional da Física um resumo da Evolução da Física desde o aparecimento do homem (**História da Física**). Esperemos que esta revista seja, mais uma vez, do vosso agrado.

Gostaríamos de agradecer a todas as pessoas que nos ajudaram ao longo deste ano, em particular a todos os colaboradores e escritores de artigos. Que continuem a contribuir para este projecto assim como têm feito até agora.

Por último, fica aqui expresso um desejo de muito boa sorte para a próxima direcção da Pulsar e que não se esqueçam que podem sempre contar connosco para qualquer coisa.

Que 2006 seja um ano maravilhoso para todos! ■



Galileu

Um foguetão russo Soiuz lançou no passado dia 28 de Dezembro de 2005, a partir do cosmódromo de Baikonur no Cazaquistão, o primeiro satélite do futuro sistema europeu de localização Galileu da Agência Espacial Europeia (ESA). De seu nome Giove A, o satélite em questão, é um grande cubo de 602 quilos e vai servir para validar uma série de novas tecnologias, entre as quais o relógio atómico mais exacto até agora lançado para o espaço.

O Galileu, orçado em 3,8 mil milhões de euros, é o primeiro sistema de navegação por satélite para uso e controlo exclusivamente civil. O projecto terá 30 satélites (27 operacionais e 3 suplementares)

e deverá iniciar a fase comercial em 2010. A navegação por satélite permite conhecer a nível mundial, a partir de um determinado ponto, a posição, velocidade e o tempo onde se encontra o utilizador, esteja ele imóvel ou em movimento.

Actualmente, existem o GPS controlado pelo Exército dos Estados Unidos e o Glonass o equivalente russo. O Galileu será bastante mais rigoroso que os seus antecessores, pois terá uma precisão de menos de um metro e oferecerá vários tipos de serviços. Graças ao Galileu será ainda mais fácil localizar uma viatura roubada, estimar o tempo de espera por um autocarro, seguir as deslocações de



Descolagem do foguetão Soiuz

www.esa.int/esaNA/galileo.html

Ingredientes da vida descobertos a orbitar estrela semelhante ao Sol

O Spitzer Space Telescope da NASA descobriu pela primeira vez compostos fundamentais para a existência de vida numa órbita de uma estrela do tipo do Sol. Através de espectroscopia de infravermelhos descobriram-se moléculas orgânicas, acetileno e cianeto de hidrogénio numa estrela a cerca de 375 anos da constelação de Ophiuchus.

Estes gases, quando combinados com água, podem dar origem a diversos aminoácidos, sendo estes últimos necessários para formar proteínas assim como os ácidos nucleicos que constituem o ADN.

As moléculas foram detectadas num anel de gás e poeira a orbitar a estrela nova IRS 46. Estes anéis formam a matéria prima para a formação de planetas.

Os dados da espectroscopia indicaram que os gases se encontravam a temperaturas tais que deviam estar numa

órbita próxima da estrela, aproximadamente na "zona habitável" (região onde a Terra órbita o Sol e a água se encontra na fronteira entre o estado líquido e o gasoso).

Esta detecção apoia a teoria de que muitos compostos moleculares fundamentais ao aparecimento de vida já se encontravam no sistema solar antes de os planetas se terem formado.

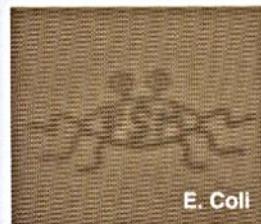
www.newscientistspace.com/channel/space-tech/astrobiology/dn8507



"Máquina Fotográfica" viva usa bactérias para capturar imagem

Um tecido denso de bactérias foto-sensíveis foi desenvolvido como um filme fotográfico único. Apesar de serem precisas 4 horas para capturar uma imagem e de apenas funcionar em luz

vermelha, é possível obter altas resoluções extremas (15,5 megapixeis por cm²). A luz ao incidir nas bactérias geneticamente modificadas activa os genes destas fazendo com que o fotoquímico escureça. Como as moléculas são muito pequenas o sensor possui uma enorme resolução. A bactéria eleita foi a *E. Coli* uma vez que esta normalmente usa a luz. Bactéria foto-sintéticas poderiam usar a luz para outros processos biológicos indesejados.



Apesar dos bons resultados, a "máquina fotográfica" viva nunca irá estar disponível para fins comerciais. A equipa responsável pela experiência encontra-se de momento a estudar a possibilidade de alargar o leque cromático do sensor, de forma a ser possível registar mais cores.

www.newscientist.com/channel/mech-tech/nanotechnology/dn8365

Ex-aluno de LEFT premiado

O ex-aluno de LEFT Vitor Cardoso ganhou o prémio para melhor projecto de investigação científica na área de Física Teórica atribuído pela Fundação Calouste Gulbenkian no âmbito do Program Gulbenkian de Estímulo à Investigação Científica. O projecto vencedor intitula-se "Radiação Gravitacional e Produção de Buracos Negros em Aceleradores de Partículas e Raios Cósmicos".

O Doutor Vitor Cardoso já tinha sido galardoado em 2002 com o prémio Gulbenkian de Estímulo à Investigação Científica mas na área da Matemática com o projecto "Análise Numérica das Equações às Derivadas Parciais em Relatividade Geral e Teoria de Cordas: Aplicação à Radiação Gravitacional e à Conjectura AdS/CFT".



Semana da Física IX

por Miguel Romão, 1º Ano LEFT

É difícil explicar como fui parar à 9ª semana da física (SF9). Acho que tudo começou depois do teste de Análise, quando uma guerrilha de membros do NFIST apareceu à porta do Salão Nobre para recrutar colaboradores. Eu, que não tinha nada melhor para fazer, fui na cantiga.

Quando dei por mim, 4 dias depois (não me lembro do que aconteceu entretanto), estava atrás de uma mesa a explicar como funciona um canhão electromagnético. Explicação essa que repeti ao longo de uma semana inteira, várias vezes ao dia, e que acabou por fazer da Semana da Física a melhor semana que passei desde que entrei no IST. Talvez a SF9 tenha sido como foi porque faltei às aulas, mas, como os meus pais lêem a Pulsar vou ter de discordar, achando mesmo que essa acabou por ser a parte chata da SF9.

Durante a SF9 aprendi muito de...física, ironicamente mais que no curso – isto sem querer ferir susceptibilidades. Para além disso, tirei um gozo enorme no que estava a ser

demonstrado, não só pelo gozo das experiências mas também ao ensinar – ou a tentar – os porquês, o que só por si é cómico uma vez que tinha só mais um ano que alguns visitantes. Estes que olhavam para mim com um ar de respeito – só por ser universitário – e volta e meia tratavam-me por “você”, lapsos que eu corrigia logo a seguir.

A SF também tem aquela particularidade que, para tipos chatos que gostam de contar piadinhos (leia-se: os alunos que têm disponibilidade para estar numa SF), é uma vantagem enorme: ter sempre público diferente a quem contar a mesma piada seca. Como podem imaginar, acabávamos por contar a mesma piada algumas dezenas de vezes por dia, mas sempre a pessoas diferentes, sendo nós, que no final do dia, os que já não suportavam as mesmas piadinhos.

A juntar tudo isto temos sempre o factor “gozar com o visitante”, não no mau sentido, como é óbvio, em que fazemos os possíveis para arrancar aquela expressão de espanto, com um

pouquinho de incredibilidade, nas caras dos nossos visitantes. Então, quando conseguíamos arrancar a um dos professores, ganhávamos o dia! Na maioria das vezes conseguíamos provocar esta expressão só pela experiência, mas muitas vezes – para quebrar a nossa rotina – começávamos a contar uma história inventada no momento, dessas tenho de lembrar a história do nhanhómetro: havia uma ampulheta normalíssima, mas em vez de areia tinha um gel. Uma das explicações dadas – apesar de não haver necessidade de falar daquele objecto perfeitamente banal – é que a estranha substância, a nhânhâ, era muco de uma espécie rara de caracóis que só se encontravam nas Ilhas Galápagos, muito difíceis de apanhar devido à sua elevada velocidade, hilariante mesmo, mas não mais do que as caras dos visitantes a olhar para a ampulheta como se algo de fenomenal se tratasse.



Como podem imaginar, há muito mais que se pode dizer sobre o que se passou na SF9. Toda a SF9 foi um evento altamente bem organizado, sempre com colaboradores com um excelente espírito de divulgação, que fez da SF9 uma experiência enriquecedora para quem nos visitou, espero eu... mas pelo menos tivemos muito bom feedback dos visitantes. Para nós, colaboradores, apesar de ter sido cansativo e tivéssemos de faltar a algumas – bastantes – aulas, foi de certeza uma semana muito bem passada (aqui há outro factor que os visitantes não têm: o convívio entre colaboradores).

Só para concluir gostaria de agradecer ao NFIST, em particular à secção do circo e do seu presidente, o excellentíssimo Sr. Cardoso, por toda a organização, e por terem possibilitado a minha participação. ■

Tubo de Ruben

Caros fãs do Circo da Física!

Nesta edição da Pulsar vimos mais uma vez trazer-vos uma das nossas experiências emocionantes: o Tubo de Ruben....

Mas quem é este famoso Ruben e que faz o seu tubo? Bem, de facto quem é famoso é a sua invenção, o primeiro osciloscópio a gás natural.

Todos já experimentámos – para os homens quando estão com um copo de cerveja na mão ou para as senhoras quando estão a lavar a roupa num alguidar – que quando batemos nos bordos dum recipiente com água são criadas ondas que, independentemente de quão agitadas são, têm sempre uma forma especial que depende apenas da geometria do contentor. Chamam-se a estas ondas “ondas estacionárias”, pois não se propagam; de facto, elas são a soma das várias ondinhas que produzimos ao bater no rebordo e que se propagaram e reflectiram repetidamente nos bordos do recipiente. Claro está que com isto tudo pretendemos chegar a outro tipo de ondas, muito mais difíceis de visualizar: as ondas sonoras. As ondas sonoras são tal e qual as ondas de água, quando ficam presas numa caixa geram ondas estacionárias. Esta é a base de toda a música. Consideremos um tubo por exemplo, objecto ao qual (perdoem-me músicos) uma grande parte dos instrumentos podem ser comparados. A onda sonora estacionária dentro de um tubo é muito simples: consiste em máximos e mínimos de pressão. De facto a onda sonora, sendo estacionária ou não, é apenas uma propagação de zonas de alta (onde há maior número de partículas de gás e logo maior número de choques) e baixa pressão (onde há menos partículas e menos choques) num gás. Voltando ao nosso tubo, criámos portanto um certo número (que deve ser inteiro!) de zonas de forte e baixa pressão, cada zona destas constituindo um comprimento de onda. Sabendo que o tom de um som



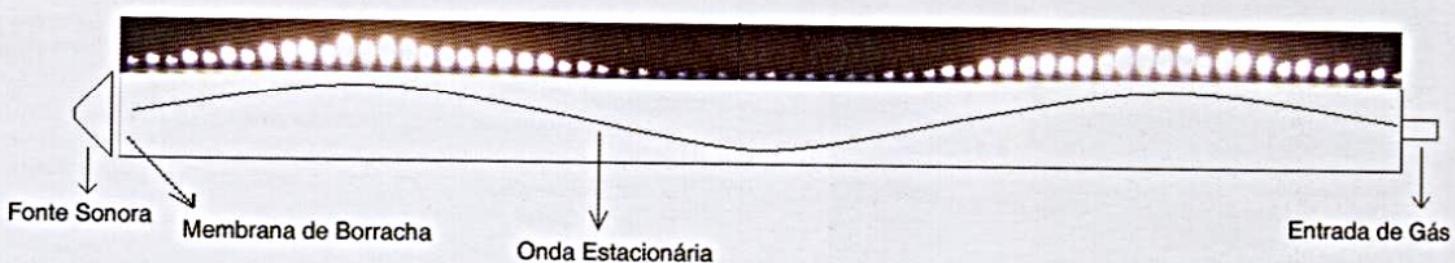
depende da sua frequência que depende por sua vez inversamente do comprimento de onda: quanto mais pequeno for o comprimento de onda mais agudo é o som, enquanto que se tivermos um comprimento de onda maior teremos um som mais grave. Sendo isto tudo muito bonito, resta a prová-lo vendo essas tais ondas.

É aqui que entra o Sr. Ruben que, apesar de não lhe ter caído nenhuma maçã em cima da cabeça, conseguiu produzir um engenho muito interessante. Lembrou-se, assim, de aproveitar o facto de haver maior concentração de gás nas zonas de maior pressão e vice-versa para as de menor pressão. Chegou portanto ele a casa, mandou o seu discípulo furar ao longo de um tubo metálico uma linha de furos de diâmetro modesto e, diante dos seus olhos maravilhados, colando de um lado uma membrana fina de borracha (i.e., um balão) e fazendo do outro lado entrar gás natural, demonstrou-lhe a existência de ondas estacionárias. O que se passou naquele momento único que a ciência proporciona? O tubo encheu-se de gás aquando a abertura da válvula do gás pela ágil mão do discípulo. Nesse momento, com uma voz confiante, ordenou-lhe o Sr. Ruben: “Toca para essa linda membrana um pouco dessa rude música que com teu vil oboé produzes.”, e assim atendeu à sua

demandado seu servo. Subitamente, dum brusco gesto, Ruben cospe de um isqueiro em sua mão um rasto de chamas que acende os jactos de gás que se escapavam pelos buracos... e os olhos do discípulo abriram-se como duas luas ao raiar de uma noite de verão pois as línguas ardentes tinham tomado a forma da onda estacionária que no tubo ressoava.

Milagre? Certamente! ...do engenho Humano. Como já tínhamos visto, nas zonas de maior pressão (os máximos da onda estacionária) temos mais gás, o que corresponde a uma maior chama quando acendemos o jacto que sai pelos buracos nessa região; por oposição, nas zonas de baixa pressão (os mínimos da onda estacionária) teremos chamas mais pequenas. E com um milagre tão facilmente explicável, conseguimos um dos maiores sucessos do Circo da Física que deixou de boca aberta centenas de alunos, estudantes, professores e passantes na IX^a Semana da Física.

Esperemos que sejam bem sucedidos a realizar esta experiência e que se divirtam muito com ela (mas cuidado que é perigosa por causa do gás inflamável!). Voltaremos na próxima Pulsar para vos trazer mais experiências do Circo da Física. Até breve! ■



Física : Uma História

por Oscar Leonardo, 1º Ano LEFT

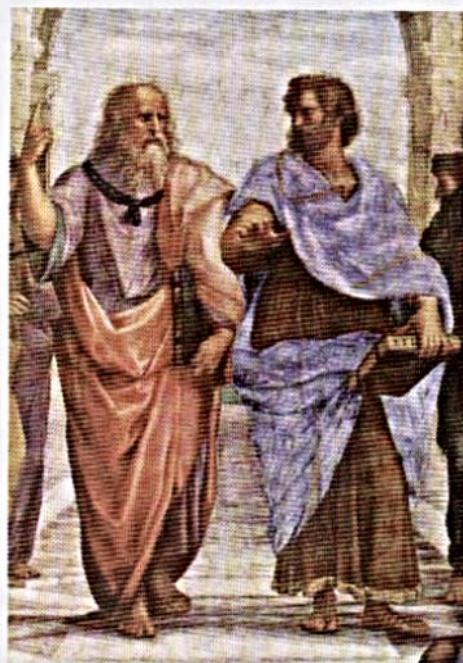
Das várias características que tornam o homem (e a mulher também!) um ser único no nosso planeta, a sua sede inesgotável de conhecimento é, sem dúvida alguma, uma das que mais o diferenciam. Seja a questão de saber se é possível ultrapassar a velocidade da luz, qual será a derradeira partícula elementar ou como é que o árbitro não viu aquela falta dos gregos na final com seleção portuguesa de futebol. A verdade é que a humanidade, desde os seus primórdios, anda à procura de respostas para os mistérios do universo. A Física é actualmente uma das nossas ferramentas mais poderosas para responder a essas questões, permitindo-nos observar desde as estrelas mais distantes ao interior dos próprios átomos, passando pela compreensão das súbitas faltas de visão dos árbitros de futebol. Mas como é que surgiu a Física? E, mais importante ainda, qual tem sido o impacto desta ciência na evolução da humanidade?

Foi na Grécia Antiga que se ouviu falar pela primeira vez na palavra *Física*. No entanto esta ciência, terá provavelmente nascido nos primórdios da humanidade. Os *Homo Sapiens* sabiam que uma pedra afiada cortava melhor que uma romba (conceito de pressão), que as peles de alguns animais diminuíam a perda de calor dos seus corpos desprotegidos durante as noites frias (conceito de condutividade térmica), e que a tensão de uma corda esticada num arco permitia-lhes lançar uma flecha mais longe e com mais força do que se a mandassem apenas com a força do braço (conceitos de projétil, tensão e momento angular). Estes poderão parecer-vos conhecimentos primitivos, mas gostaria de vos ver, apenas com paus e pedras, a construir instrumentos que vos permitissem sobreviver, durante anos a fio, num meio cheio de animais selvagens.



Naquela altura não existia escrita, por isso, obviamente, não havia livros, mas as pessoas transmitiam oralmente os seus conhecimentos de pais para filho. As gerações mais novas experimentavam pequenas alterações que melhoravam, ou não, a eficiência dos instrumentos antigos (método experimental), o que permitiu uma evolução das técnicas de construção. Este costume é ainda hoje observado nas tribos *lefeanas* do Tejo, onde é usual observarmos os professores, mais velhos e experientes, a dizerem uma coisa nas aulas, e toda a gente nova a escrever, entusiasticamente, outra coisa qualquer no teste. Mas, e voltando à pré-história, com o aumento dos conhecimentos, a produção de ferramentas mais eficientes e de armas mais mortíferas, levou a que os homens daquela altura conseguissem mais comida e temessem menos os predadores, o que lhes deixou tempo livre para uma actividade muito importante e que infelizmente parece ter caído em desuso nos dias que correm: pensar. Efectivamente, foi por essa altura, mais milénio menos milénio, que as pessoas começaram a perguntar-se porque é que o mundo é como é, e outras coisas do género. Paralelamente ao primeiro pensamento científico surge a religião, fruto de algumas mentes brilhantes da época que viram naquelas perguntas uma óptima ocasião para assegurarem uma boa vida sem fazerem nenhum. À medida que se começavam a instalar em aldeias, a cultivar e a domesticar animais, alguns *Homo Sapiens* tentavam melhorar as suas condições de vida através do aperfeiçoamento das técnicas e instrumentos de trabalho. Outros, mais espertalhões, tinham cada vez mais tempo livre, e ao longo dos séculos seguintes as religiões desenvolveram-se muito, arranjando cada vez mais regras, razões e medos para que muitos trabalhassem para alguns. É então que chegamos à Grécia Antiga, onde a Física se começou efectivamente a desenvolver como ciência e onde passou a ser respeitada. Havia entre os gregos, uns tais filósofos (*filo*=amigo, *sofos*=conhecimento, logo, amigos do conhecimento) cujo trabalho era, imaginem só, pensar. Eles foram os primeiros a afirmar que o mundo deveria ser governado por uma série de leis lógicas que se relacionavam entre si, e passavam os dias a tentar

descobri-las. Fizeram grandes progressos na astronomia, descobrindo a maior parte das constelações que actualmente conhecemos, estudaram o movimento de vários planetas, criaram o conceito de éter, imaginaram a existência de uma partícula elementar (o átomo, que em grego antigo, *atomos*, significa indivisível), concluíram que a Terra era redonda (e até calcularam o seu diâmetro com um erro de apenas cento e catorze quilómetros), foram os primeiros a sistematizar a matemática, construíram o primeiro motor a vapor (a *eolípila*, construída por Herão de Alexandria) e tantas outras coisas cuja descrição dava para escrever um belo livro. As pessoas comuns daquele tempo ficavam maravilhadas com as suas explicações porque faziam sentido. Também foi na Grécia antiga que se criaram as primeiras escolas, no verdadeiro sentido da palavra. Nelas os *filósofos* (não esquecer que *filósofo* é um amigo do conhecimento e não tem nada a ver com o filósofo de hoje em dia) ensinavam a sua forma de pensar. Também foi nessa altura que se começaram a escrever os primeiros livros sobre Física, como o "Física de Aristóteles", "Sobre o Equilíbrio dos Corpos" de Arquimedes, ou o "Almagesto" de Ptolomeu.



Platão e Aristóteles,
dois famosos filósofos gregos
(fragmento do quadro de Rafael,
A Escola de Atenas)

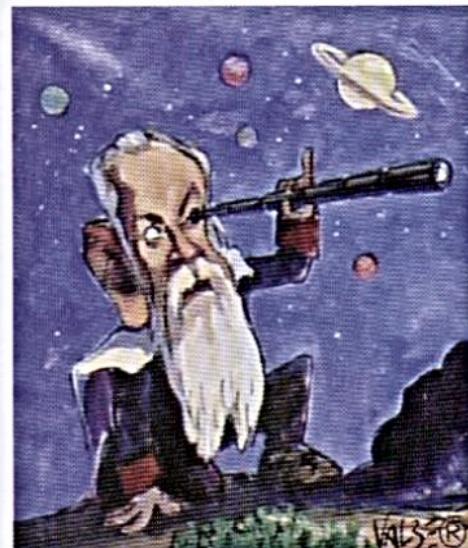
A maior parte deste conhecimento era, no entanto, adquirido a partir da especulação. Os filósofos meditavam longamente sobre os fenómenos observados e tiravam conclusões baseados em raciocínios aparentemente lógicos, sem se darem ao trabalho de verificar se aquilo que afirmavam era verdadeiro. Por exemplo, Aristóteles defendia que um projétil se deslocava em linha recta até ficar sem energia, e em seguida caía directamente para o chão.

Adicionalmente, a ideia da Terra ser redonda derivou do facto dos gregos considerarem que a esfera era o sólido perfeito. Não obstante, indivíduos como Arquimedes foram autênticos físicos experimentais que não se limitaram a enunciar novas teorias.

E estavam os gregos filosofando quando como quem não quer a coisa, surgiram os romanos, mais acostumados a lutar do que a pensar... e conquistaram a Grécia. A partir daí a Física começou a estagnar, porque a política e a guerra tornaram-se os pontos altos do dia, com os romanos preocupados apenas em saber como conquistar mais territórios ou então como derrubar o imperador de serviço. Após a queda do império romano as coisas pioraram ainda mais, porque toda a gente estava demasiado ocupada a tentar sobreviver à guerra, à fome e às doenças. O Mundo como que caiu nas trevas e as mentes dos homens ficaram toldadas pelo medo e a superstição. A maior parte dos livros escritos até aí foram destruídos ou perderam-se. No entanto os ensinamentos dos gregos não foram completamente esquecidos, porque os monges dos mosteiros mantiveram, ainda que ocultando do mundo exterior, muito do conhecimento dos antigos. Na verdade, a Igreja Cristã adquiriu um grande poder nos séculos seguintes devido ao facto de a maior parte das escolas, professores e livros estarem sob a sua alçada, o que lhes permitiu manter um controlo quase absoluto sobre os conhecimentos e formas de pensar da época. Esta situação manteve-se mais ou menos inalterada até ao século XVI. Este século é muito importante porque as pessoas, em geral, recomeçam a interessar-se pelo conhecimento e consequentemente pela filosofia dos antigos gregos. As escolas multiplicam-se por toda a Europa, assim como acesas discussões sobre quais as leis que regem o Universo. É então que surge, em Itália, Galileu Galilei, que pode ser considerado o primeiro verdadeiro físico da história da humanidade. O pai de Galileu tinha posses suficientes para o

mandar estudar medicina (sim, já naquela altura este era um curso muito concorrido) para a universidade de Pisa. Mas Galileu tinha pouco interesse pela área da saúde e rapidamente começou a baldar-se para assistir a umas aulas muito mais interessantes: as de Física. Revelou tanto talento nesta disciplina que os seus professores conseguiram convencer o seu pai a deixá-lo seguir área. Naquela altura não havia aulas práticas, nem teórico-práticas, nem de laboratório. Toda a matéria era dada nas aulas teóricas, mas isso não bastava a Galileu. Ele queria fazer alguma coisa palpável, dar forma e movimento aos conhecimentos adquiridos. Reza então a lenda que Galileu decidiu pregar uma pequena partida aos seus colegas de turma, baseado-se para isso nos seus conhecimentos de Física Aristotélica. Enquanto os incautos alunos descansavam à sombra da Torre de Pisa, Galileu sobe ao seu topo, levando numa bolsa de veludo, bem escondida sob a sua capa, uma maçã e uma uva. A sua ideia era deixar cair ambas as frutas em simultâneo, pois segundo a Física de Aristóteles a maçã, sendo mais pesada atingiria em primeiro lugar a cabeça de um dos colegas, o qual ao olhar para cima, para tentar perceber o que estava a acontecer, seria atingido num olho pela uva, que cairia mais devagar por ser mais leve. No entanto, surpresa das surpresas, ambas as frutas atingiram o pobre colega em simultâneo, desafiando as leis de Aristóteles. Então, enquanto procurava fugir do furioso colega, Galileu começa a pensar: "Epá, se calhar o Aristóteles não era tão esperto quanto isso, e talvez nem tudo o que ele disse esteja certo." Rapidamente levou a cabo algumas experiências por conta própria, o que lhe permitiu fazer várias descobertas, como qual a verdadeira trajectória do movimento de um projétil (uma parábola), algumas leis da inércia, e a balança hidrostática (que permitiu a criação do relógio de pêndulo). Estas actividades granjearam-lhe a admiração de alguns professores, que o viam como um génio... e o ódio de muitos outros que o viam como um herege. Com o passar do tempo Galileu tornou-se professor e andou de universidade em universidade, nunca desistindo de ensinar segundo o método experimental. Cria também um dos instrumentos mais importantes da Física: o telescópio.

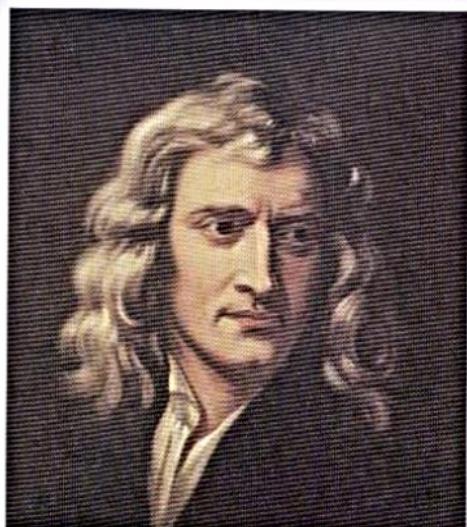
Com este instrumento, Galileu descobre quatro luas de Júpiter e apercebe-se de que o modelo do sistema planetário de Ptolomeu está



Galileu foi o primeiro a observar de perto os planetas do sistema solar

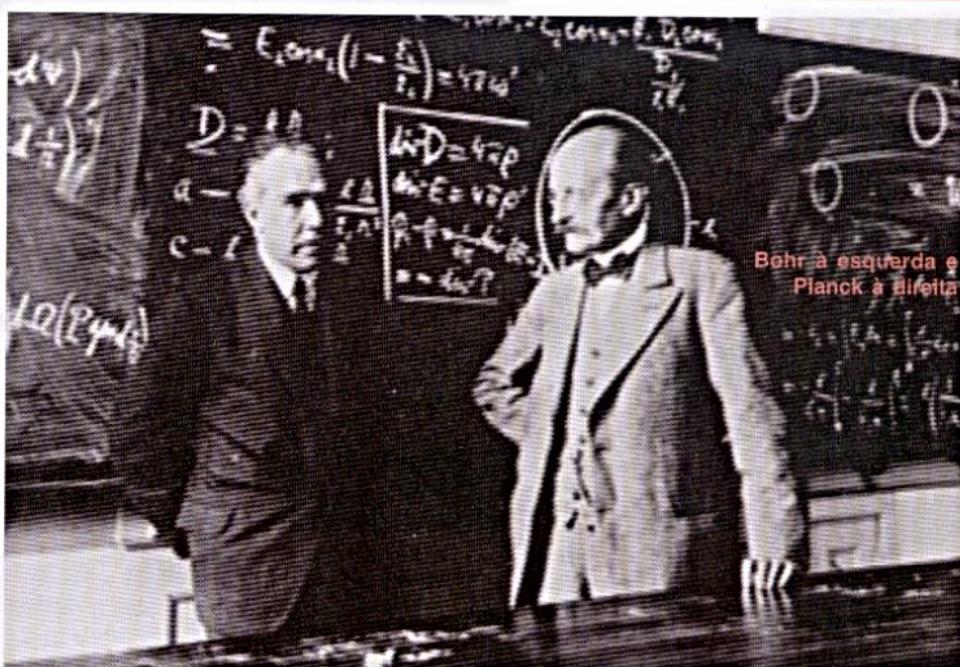
errado: é a Terra que gira em redor do Sol e não o contrário. Ora a questão se a Terra seria ou não o centro do Universo era o tema do dia em toda a Europa, e Galileu tinha agora provas irrefutáveis que defendiam a segunda hipótese. Seguro dos seus resultados e observações, vai para Roma onde apresenta os seus estudos à autoridade máxima, a Igreja. Estas eminentes recusam-se, no entanto, a olhar sequer pelo telescópio. Galileu escreve então um livro, "Dialogus de systemate mundi", onde apresenta os seus pontos de vista. Tal atitude não agrada nada à Igreja. Galileu é submetido a um duro julgamento no Tribunal da Inquisição, onde finalmente se vê obrigado a dizer que Ptolomeu e Aristóteles é que estavam certos e que nunca mais os iria contestar. Fica condenado, no entanto, a prisão domiciliária, e continua a trabalhar até ficar cego. Morre alguns anos mais tarde, mas o seu trabalho iria inspirar toda uma nova série de cientistas. Por coincidência (ou talvez não), no ano em que Galileu morre nasce um rapaz muito especial, em Inglaterra. O seu nome? Isaac Newton.

Isaac Newton, tal como Galileu, não ligou à vontade dos pais, que queriam que ele tomasse conta das terras da família e foi estudar para Cambridge. Newton aproveitou bem a sua estadia nessa instituição e aos vinte e cinco anos começou por revolucionar a Matemática descobrindo o cálculo diferencial e integral, em seguida a astronomia, construindo um telescópio reflector muito mais poderoso que os telescópios refractores utilizados até aquela altura, descobriu e previu a vinda de cometas e mostrou que a luz branca é composta por luzes de todas as cores. Revolucionou a nossa

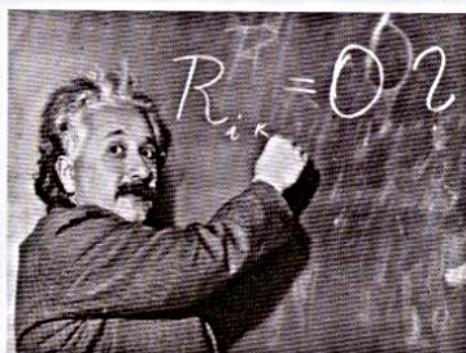


Segundo outra lenda, Newton terá descoberto a gravidade após uma maçã lhe cair na cabeça... Seria Galileu, desde o Céu, a dar-lhe uma ajudinha inspiradora?

maneira de ver o Universo com a sua lei da gravidade e escreveu os famosíssimos "Principia", uma trilogia em que explicava, por leis físicas, a maior parte dos fenómenos naturais então conhecidos. Quando Newton morreu a nossa percepção do Mundo tinha mudado por completo. Tal foi o peso do seu legado que durante



Bohr à esquerda e Planck à direita



Albert Einstein

trezentos anos ninguém se atreveu a questionar a veracidade das suas leis. Coube a um modesto funcionário de um gabinete de registo de patentes, na Suíça, de seu nome Albert Einstein, demonstrar que mesmo na Física não existem verdades absolutas. A sua Teoria da Relatividade mostrou que os conceitos "absolutos" de *tempo* e *espaço*, tão caros à Física de Newton, na realidade diferem de observador para observador. Simultaneamente, mas trabalhando em áreas diferentes, Niels Bohr e Max Planck lançaram os fundamentos da Mecânica Quântica, em que impera o domínio da incerteza. Apesar dos seus próprios contributos para a Mecânica Quântica, Einstein nunca aceitou esta sua faceta indeterminística.

A partir daí, e durante a primeira metade do século vinte, a Física foi a ciência por excelência, tendo-se desenvolvido a passos de gigante. Enxames de estrelas, nebulosas e novas galáxias preencheram o vazio do céu. No interior dos átomos encontraram-se novos mundos. A lâmpada, a televisão, a rádio, a electricidade, os meios de transporte, os computadores, os medicamentos, os telemóveis, tudo coisas que damos por adquiridas, não existiriam sem os grandes avanços da Física nos últimos séculos. Contudo ainda resta muito por descobrir. Cabe-nos em parte a nós, leitores, dar o nosso melhor para que a corda vibrante deste esforço, que atravessa o tempo e o espaço, não sofra qualquer descontinuidade. ■



Congresso de Solvay, onde participaram quase todos os físicos que contribuiram para a revolução do início do século XX.

Física em Timor

por Ricardo Figueira, Ex-Presidente do NFIST



Durante cinco dias, de 3 a 7 de Outubro, uma equipa do NFIST esteve em Díli, Timor-Leste, para através do ensino da Física (Divertida!), contribuir para o desenvolvimento de um país que se encontra agora a dar os primeiros passos a todos os níveis.

Depois das Semanas da Física....depois das Físicas Sobre Rodas....depois das idas do Circo da Física às escolas e às bibliotecas... depois das Observações Astronómicas no IST e por esse país fora... e depois do envio desta mesma revista que agora seguram a centenas de escolas portuguesas, havia mesmo necessidade de levar o NFIST até Timor-Leste numa iniciativa conjunta com um dos seus sócios fundadores e primeiro presidente desta associação, Yasser Omar??? Acredito, sinceramente, que só quem lá esteve pode responder sem sequer pensar duas vezes que: "sim, claro que sim!" É também em parte por isso que escrevo este artigo...

Primeiro contacto

São sete e meia da manhã em Díli e o Sol já se ergueu há muito...



Curiosamente, acordo ainda antes do despertador tocar, sem perceber se o que me despertara eram as imagens das baratas que tínhamos encontrado no dia anterior na nossa casa ou a expectativa de avançar para a prova dos nove ao nosso projecto. Mas afinal qual é o sentido que faz ensinar Física através de experiências em Timor? Num país com estas carências não há outras prioridades?

Partimos para a primeira escola guiados pelo Sr. Nonato, motorista da Embaixada Portuguesa em Díli e uma das primeiras vítimas dos indonésios no desenrolar do processo de Independência, como mais tarde nos viria a contar. Aguardavam-nos na Escola Portuguesa de Díli cerca de quatrocentas crianças, e nós tínhamos apenas algumas horas para mostrar por que razão tínhamos, afinal, atravessado meio-mundo com ímanes, discos de inércia, dinâmicos, etc. às costas. Nos objectivos do projecto escrito da Física Divertida em Timor lia-se:

1. Despertar o interesse para a Ciência, e para a Física em particular, junto dos estudantes e da população de Timor Leste;
2. Estabelecer laços de cooperação no ensino e na divulgação da Física;
3. Promover a observação e a experimentação como formas de ensino.

Porém, há muitas maneiras de atingir o descrito nos pontos anteriores, mas ainda assim, aos olhos do NFIST, o projecto ser um fracasso total... Tudo dependia de conseguirmos reproduzir tão longe de casa a "magia" do Circo da Física, mas com muito menos recursos (leiam-se experiências como a cama de pregos ou o Van de Graaff), para um público que nem sempre compreendia à primeira o português, e debaixo do sol timorense, frequentemente comparado com um maçarico a arder sobre as nossas cabeças.

Ora, se o projecto tivesse acabado naquela manhã o NFIST não teria atingido os seus objectivos. Não que a sessão de Física Divertida tenha corrido mal, muito pelo contrário. O público era vasto e extremamente interessado, mas o tal "clique" teimou em só se fazer sentir na parte da tarde, já noutra escola, desta feita uma oficial timorense com alunos do 12º ano. Na realidade, e como é hábito em todas as acções do NFIST, a máquina (leiam-se os colaboradores) demora sempre um pouco a aquecer e a engrenar a marcha que optimiza o rácio entre conhecimentos físicos demonstrados e a postura relaxada que é nossa marca e que acreditamos fazer a diferença.

"Clique Físico-Circense"



O famoso "clique fisico-circense" veio, desta feita, sob a forma de um pequeno episódio com um dos professores locais presentes. Ainda a sessão ia no início quando fui interpelado por um professor que, numa mistura de indonésio e tétum, exigia exaltado mais fórmulas nas demonstrações das experiências, ou pelo menos, era isso que entendíamos. Fórmulas??? Nunca o Circo da Física fez uso de fórmulas para explicar experiências... Aliás, o objectivo é exactamente o oposto!

Infelizmente, nem mesmo a Professora Ana Maria da Escola Portuguesa, que nos acompanhou a tempo inteiro com o objectivo de fazer as eventuais pontes entre o português e o dialecto local, conseguia descontar o que exigia o tal professor exaltado... Só mais tarde, após o mesmo professor se ter dirigido para o quadro e resolvido uma determinada equação para um

valor específico é que entendemos que ele, afinal, nos estava a agradecer, porque pela primeira vez tinha compreendido realmente na prática o significado dessa mesma equação! A turma irrompeu em palmas enquanto o professor nos apertava vigorosamente a mão dizendo "Obrigado Barak!", que significa "muito obrigado" em português. Afinal, o projecto estava mais que justificado!

Ao longo dos restantes dias que passámos a viajar pelas escolas de Díli e arredores, sucederam-se vários episódios que dissipariam as dúvidas até do mais céptico dos cépticos acerca dos fundamentos desta aventura. A atenção e a curiosidade que os brinquedos do Circo da Física despertavam em cada turma com que contactávamos era fenomenal. Nunca antes, em qualquer outra acção do NFIST, quer tenha sido no IST ou numa qualquer cidade do Portugal remoto, um simples Berço de Newton tinha causado tanto espanto e admiração! No entanto, tendo em conta as circunstâncias, este espanto até podia ser previsível... O que superava as expectativas era ver os alunos fazerem a analogia entre a conservação do momento linear e da energia demonstradas pelo Berço de Newton, e uma qualquer colisão prática do dia-a-dia!

"Malais" em acção

Normalmente, sempre que chegávamos a uma escola, aguardavamo-nos uma sala cheia de alunos todos vestidos de igual, cumprindo o verdadeiro espírito da farda ou do traje académico de promover a igualdade ou, a um nível mais básico, de facultar uma roupa em condições aos alunos. Em poucos minutos, as nossas experiências estavam prontas a serem utilizadas e, aproveitando o silêncio inicial provocado pelo espanto e a novidade, começávamos por uma ou duas das experiências que mais atenção e riso despertavam para, aí

sim, termos a inteira e completa dedicação daqueles jovens, para aprenderem ao longo das duas horas seguintes tudo aquilo que os "malais" (estrangeiros em tétum) traziam de Portugal.

Este crescendo na disposição dos alunos para nos ouvirem fazia-se sentir de inúmeras formas que variavam ao longo do tempo, com uma derivada de valor claramente positivo que se aplicava: ao tamanho dos sorrisos; à disposição para se sentarem numa cadeira rotativa e comprovarem a conservação do momento angular enquanto giravam de braços ora abertos ora fechados e, principalmente, na facilidade com que entendiam o nosso português. É que embora o português seja a língua oficial de Timor Lorosae, só algumas das pessoas das gerações mais novas ou então das mais velhas é que o dominam. Os restantes pertencem às gerações que nasceram e cresceram sob o domínio Indonésio, altura em que o português quase foi extinto naquela região do mundo. Assim, acontecia com frequência no início de cada sessão termos de recorrer invariavelmente à nossa incansável tradutora e amiga, que repetia as nossas palavras em Tétum. Mas à medida que as horas passavam, estabelecia-se uma clara ligação entre nós e os alunos em que a comunicação já era feita através de algumas palavras/expressões que aprendermos do dialecto local (como "loro" que significa sol) e pela simples vontade dos alunos de perceberem o que os portugueses estavam para ali a dizer, não tivesse o tétum cerca de 40% de palavras portuguesas!

Qual não foi o nosso espanto quando, numa das escolas, um dos professores nos fez uma questão sobre uma das experiências que tínhamos demonstrado e quem lhe explicou foi um dos seus alunos que traduziu o nosso português para indonésio, uma

vez que o professor pertencia a uma das gerações que não teve contacto com a nossa língua!

Missão cumprida

Tudo aquilo que poderíamos imaginar serem indicadores de que estávamos efectivamente a atingir os nossos objectivos aconteceu: os alunos mais atentos tiraram escrupulosamente apontamentos das experiências e fizeram questões no fim para complementar a explicação que tinham apreendido; os professores timorenses tomaram notas sobre o modo e materiais de construção das experiências; frequentemente, quando a sessão acabava e já nos encontrávamos a guardar os nossos materiais encontrávamos os alunos ou professores que tinham assistido ora a esfregarem um balão na cabeça para testarem a acumulação de electricidade estática, ora a tentarem equilibrar uma vassoura horizontalmente no dedo para confirmarem que o centro de massa não correspondia ao centro geométrico!

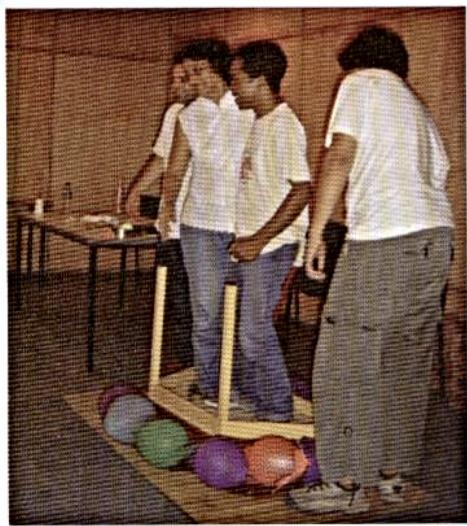
Os pequenos kits que conseguimos reunir de material para reproduzir as nossas experiências e de alguns livros de divulgação científica em português eram recebidos pelos professores das escolas como verdadeiras dádivas agraciadas com sinceros "Obrigado Barak!". Era então nesta altura, que os professores manifestavam a sua grande ânsia por adoptar finalmente o programa lectivo português das físico-químicas, frequentemente na ilusão de que este lhes traria mais demonstrações como a nossa, o que infelizmente nem sempre é verdade.

Embora tenhamos estado principalmente com alunos do ensino secundário, houve ainda tempo para visitar duas faculdades: a de engenharia e a de ciências de educação. Na primeira, todos os alunos presentes tinham acabado de entrar para a faculdade, cujas aulas ainda não tinham sequer começado, pelo que a formação deles era semelhante à dos alunos do ensino secundário e nos levou a optar por não aprofundar demasiado as explicações. Esta foi uma ousadia que "pagámos" bem caro! É que à medida que íamos fazendo as nossas experiências foram surgindo questões mais profundas e estruturais como, por exemplo, "porque é que são as cargas eléctricas negativas que se movem de um lado para o outro e não as positivas?" ou "se a Terra puxa o Sol e o Sol puxa a Terra, porque é que se diz que a Terra anda à volta do Sol enquanto este fica parado?". Claro que estas e outras perguntas dentro do mesmo género não ficaram sem resposta e foi qualquer coisa de



fenomenal vê-las formarem-se na assistência, obrigando-nos a um esforço extra para fazer passar alguns conceitos que já não são tão comuns às noções do dia-a-dia.

Realidade amarga



Já na parte da tarde, na faculdade de ciências da educação, tivemos um encontro imediato com o passado recente de Timor. Durante a demonstração da Cama de Balões, experiência em que explicamos a noção de pressão colocando uma mesa invertida sobre cerca de uma dezena de balões e convidamos os presentes a subirem para ela, um dos balões explodiu. Este acontecimento nada teria de anormal, dado que se encontravam cinco adultos em cima da mesa, se uma rapariga na assistência não tivesse desmaiado com o forte estrondo. É difícil explicar o que sentimos quando compreendemos que a razão mais profunda por detrás do desmaio residia num trauma de guerra ainda bem presente...

Encriptação quântica

Já na recta final da nossa curta estadia e como se já não fosse suficientemente estranho falar de noções básicas de Física em Timor, o elemento mais "graduado" da comitiva, o Yasser Omar, teve oportunidade de leccionar uma palestra acerca do seu campo de investigação entitulada "A Nova Sociedade da Informação... Quântica" que, entre outras coisas, aborda o tema da encriptação quântica. Mais uma vez, a estratégia de simplificação com base em analogias simples mas válidas provou ser uma excelente abordagem, tornando possível falar de temas tão complexos como o desta palestra.

Prolongar o efeito

Conscientes dos limites da nossa breve estadia em Timor e da reduzida influência que as nossas sessões de Física Divertida podem ter, se não for

feito um esforço continuado de explicação da Física através da experimentação, preparamos um encontro aberto à comunidade educativa para o qual convidámos os professores das escolas que visitámos, desta feita sem os alunos. Foto7b.jpg

O objectivo era fazer uma nova explicação das experiências e esclarecer eventuais dúvidas, para que assim, os próprios professores pudessem reproduzir as nossas explicações e experiências com outras turmas com as quais não tivemos oportunidade de estar. Outra forma que encontrámos de perpetuar o nosso esforço foi através da oferta à Universidade Nacional de Timor-Leste (em tétum Universidade Nasional Timor Lorosa'e) de um telescópio que ficará à disposição dos alunos das várias faculdades da Universidade. No entanto e como não poderia deixar de ser, pedimos autorização à Universidade para utilizar o telescópio durante a nossa estadia para descortinarmos um pouco mais do céu de Timor, que em muitos aspectos nos era perfeitamente desconhecido. Seria crime não aproveitar o facto de nos encontrarmos no hemisfério sul! Estas observações ainda serviram para dar alguma formação aos responsáveis da Universidade acerca do funcionamento do telescópio e em aspectos gerais de Astronomia.

Ajudas preciosas

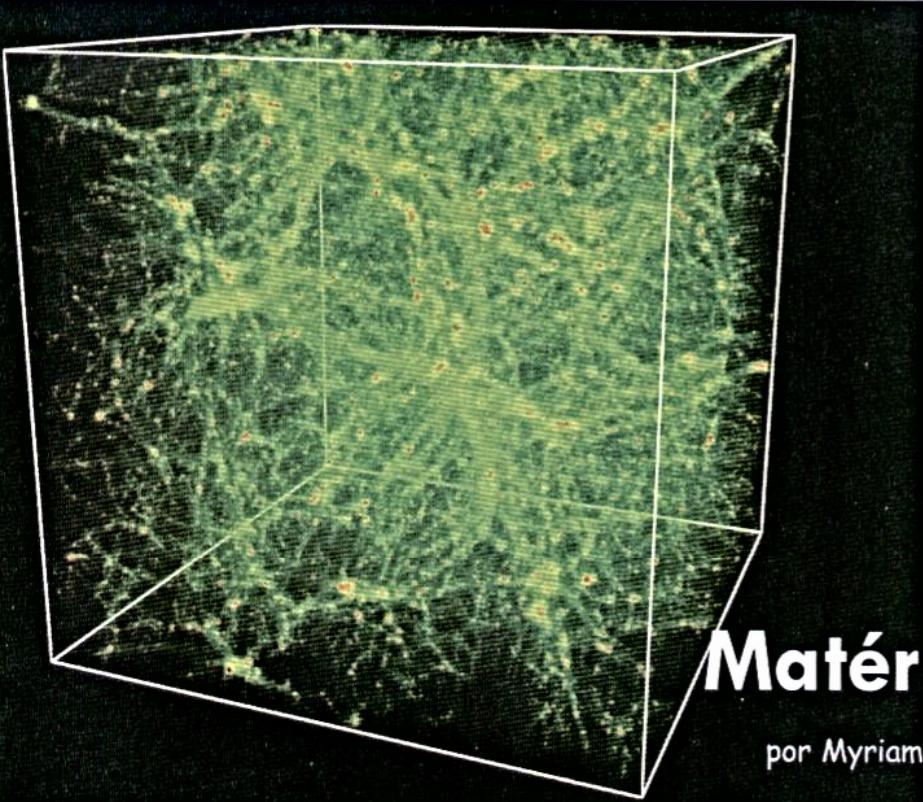
Ao longo de toda a semana em que estivemos em Timor, houve uma presença que foi perfeitamente transversal e foi um dos principais garantes do sucesso do projecto. A Professora Ana Maria Ferreira, Directora da Escola Portuguesa de Díli, acompanhou-nos desde o primeiro ao último momento e esteve bem ao nosso lado na linha da frente a explicar as

experiências do NFIST, que agora também são dela, dado que é a nossa mais recente sócia-honorária. Não é qualquer pessoa que ao fim de algumas horas já se encontra completamente dentro do espírito que nos move, do gosto pela divulgação científica, que implica frequentemente o sacrifício pessoal em função desses valores mais altos que são a Ciência e a Educação.

A Física Divertida em Timor foi um projecto que se excedeu a si próprio, como espero que este relato tenha deixado claro. Esta aventura só foi possível graças às entidades que acreditaram mais uma vez num projecto inovador do NFIST e se disponibilizaram para contribuir com apoio financeiro ou logístico, concretamente, a Fundação para a Ciência e Tecnologia, a Fundação Calouste Gulbenkian, o Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento e a Embaixada de Portugal em Díli. Agradecemos também ao Instituto Superior de Economia e Gestão por ter possibilitado a ausência de Yasser Omar durante o período de realização do projecto.

Este projecto também não teria sido possível sem o apoio dos colaboradores do NFIST, que mesmo sem estarem ligados directamente ao projecto, contribuíram para o seu desenvolvimento ao longo da fase de preparação e do decorrer do projecto em si. Acredito também que este projecto pode ter sido um primeiro passo no início de um novo tipo de colaboração com países em vias de desenvolvimento como Timor-Leste e que estão lançadas as bases para repetir esta iniciativa, desta feita, de uma forma mais sustentada e com maior duração. ■





Mas o que é realmente esta estranha matéria escura que parece não interagir com o resto da matéria e que só se pode ver pelo seu efeito gravitacional? Dimensões extras, matéria exótica, matéria normal mas invisível?

Matéria Escura (II)

por Myriam Rodrigues, 5º Ano LEFT

(Continuação do artigo Matéria Escura (I), Pulsar 25)

Vou começar por explicar rapidamente o que é a matéria bariônica e a não bariônica. A matéria bariônica é toda a matéria ordinária composta por protões, neutrões e electrões, por conveniência inclui-se também os buracos negros. Foi toda criada pouco depois do Big Bang. Uma fracção da matéria bariônica poderia estar sob a forma de objectos difíceis de observar porque emitem pouca luz, como por exemplo:

- Anãs castanhos (estrelas demasiado pequenas para criar luz por reacções nucleares)
- Planetas
- Asteróides
- Buracos negros

Estes objectos são os chamados MACHOS, MAssive Compact Halo Objects. Existem vários projectos actualmente em funcionamento, na sua detecção:

MACHO Project e EROS.

A detecção de MACHOS baseia-se no efeito de microlensing. Quando um desses objectos passa em frente a uma estrela, a intensidade desta aumenta bruscamente devido ao efeito de lente gravitacional. Como são eventos muitos raros, é necessário estudar uma grande quantidade de estrelas ao mesmo tempo de modo a conseguir observar um destes eventos.

No entanto, o Modelo Cosmológico padrão permite determinar com precisão a quantidade de matéria bariônica criada na nucleosíntese. Os dados actuais predizem que o

universo é dominado por matéria não bariônica. Todo o resto tem que ser uma matéria não barionica. Esta matéria pode ser muita coisa, existem muitas teorias: wimps, partículas SUSY, wimpzillas (versão godzilla dos wimps). Para explicar o paradoxo da matéria escura, a hipótese/teoria tem que verificar vários pontos: serem massivas (para poderem contribuir significativamente para a massa total do Universo, ou seja... 80%) e interagirem muito pouco com o resto das partículas (são "invisíveis" ou indetectáveis).

Existem vários candidatos a matéria escura não bariônica :

- **Axiões** Estas partículas foram inventadas para salvar o QCD da violação forte CP. Se existem, nasceram quando a temperatura do universo era de 10^{12} K, mas foram produzidos fora do equilíbrio e não chegaram a adquirir velocidade térmica. A massa suposta dos axiões é da ordem de 10^2 a 10^5 eV.

- **WIMPS** Weakly Interacting Massive Particle. Esta dominação agrupa uma grande quantidade de partículas: gravitino, partículas supersimétricas do graviton e do fotão, photino, neutralinos e outras partículas de SUSY.

Para perceber os vários modelos de matéria escura é preciso explicar algumas noções de formação das galáxias e enxames.

As galáxias formaram-se a partir de pequenas inhomogeneidades de densidades que aumentam de tamanho devido à atracção gravitacional. Essas inhomogeneidades seriam devidas ao período de inflação.

A radiação cósmica de fundo é a fotografia dessas perturbações a $z = 1000$. Zonas mais densas têm temperaturas mais elevadas, enquanto que as zonas com menos densidades são mais frias. Portanto as pequenas diferenças de temperatura no CMB são proporcionais à amplitude das flutuações de densidade do Universo na época de recombinação. As flutuações de temperatura no CMB são da ordem de 10^{-5} .

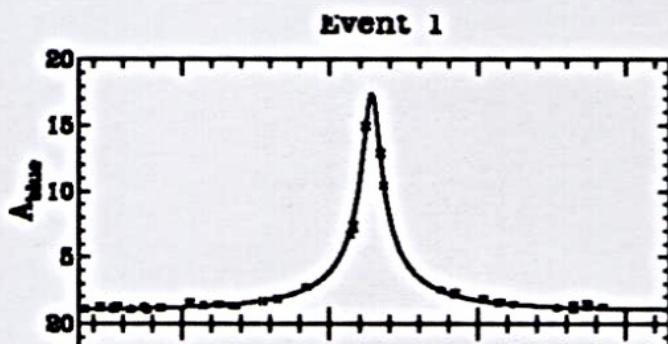
Como essas perturbações conseguiram permanecer até agora e como aumentaram para obter as grandes estruturas de matéria visíveis no Universo actual? O colapso gravitacional de uma perturbação só é possível se esta tiver um tamanho maior do que o comprimento de Jeans (1902).

Uma perturbação com tamanho menor ao comprimento de Jeans desaparece, e só as de tamanho superior são conservadas e formaram as estruturas hoje visíveis.

O estudo da evolução das perturbações em função do tipo de matéria é a ferramenta mais utilizada na determinação do modelo de matéria escura.

Existem vários modelos de Matéria Escura, constituídos por partículas diferentes. Os dois mais importantes são a matéria escura quente e a fria.

O primeiro modelo de matéria escura foi elaborado por Zeldovich no final dos anos 70. O modelo Hot Dark Matter (HDM) tem como base os neutrinos. A matéria escura seria formada por neutrinos com massa em repouso perto de 10GeV. O modelo é chamado Hot Dark Matter devido ao facto dos neutrinos serem relativísticos ao momento da decoplagem destes com o resto do plasma primordial. No caso dos neutrinos, a massa de Jeans corresponde a um superenxame. A z_{eq} , o livre percurso médio dos neutrinos é da ordem de vários Mega Parsec. Todas as flutuações de tamanho menor serão apagadas e as primeiras estruturas são superenxames de $10^{15} M_{sol}$. Este modelo consegue explicar facilmente as grandes estruturas do Universo: supercluster, filamentos, etc.. Mas revela-se pouco eficiente, para explicar



Evento de microlensing de um "macho", Projeto MACHO

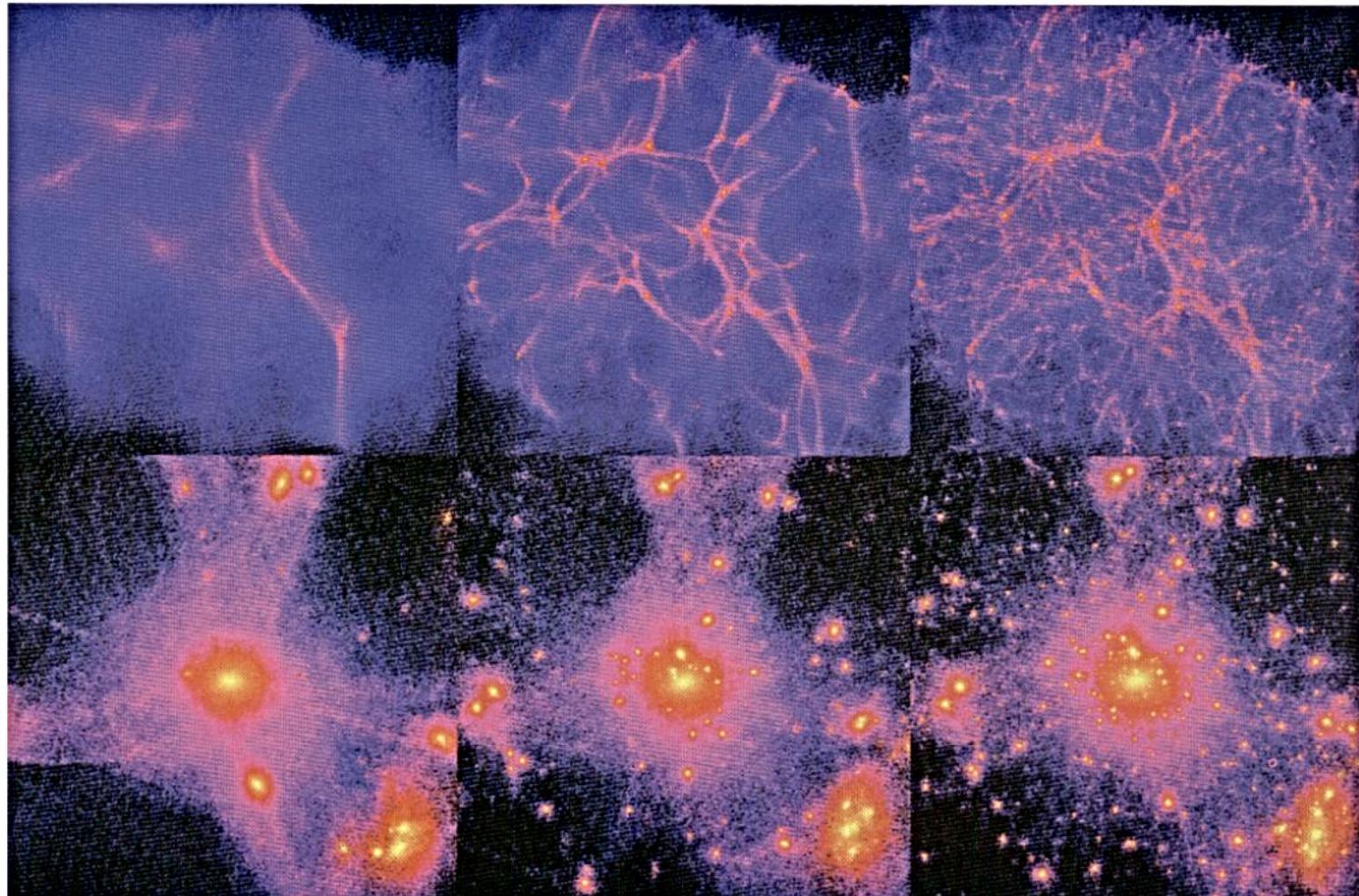
a formação das galáxias. A formação das pequenas seria devido à fragmentação das grandes estruturas, mas o modelo só prevê a formação de galáxias a partir de $z \sim 1$, enquanto que as observações revelam que a maior parte das galáxias se formaram a $z \sim 3$.

Na mesma época, Peebles propôs outro modelo: o Cold Dark Matter (CDM). As partículas que compõem a matéria escura seriam não relativistas quando decoplaram, daí ser chamada teoria "fria". Essas partículas teriam uma massa de alguns GeV. Neste caso, a massa de Jeans seria da ordem de

estruturas mais pequenas que galáxias. As pequenas estruturas, de massa $\sim 10^6 M_{sol}$ fundir-se-iam sucessivamente, até obter galáxias, enxames, superclusters. Obtem-se um tempo mais realista que no HDM, na formação das galáxias, aproximativamente $z \sim 4$.

O CDM parece ajustar-se melhor aos dados observacionais, no entanto, as pequenas discrepâncias obrigaram os teóricos a criar novos modelos mistos, tal como CDM+lambda e CDM+HDM. ■

Evolução das Homogeneidades para o modelo de Hot, warm e Cold dark matter



Anaglifos

Imagens 3D

por João Fortunato, Licenciado em LEFT

Decerto já reparaste naquelas imagens espectaculares a três dimensões em que é necessário usar um par de óculos especial, com uma lente vermelha e outra azul. Neste artigo vais aprender como funciona este tipo de imagens, como podes fazer as tuas próprias imagens em 3D e os óculos para as poderes ver.

A este tipo de imagem 3D dá-se o nome de anaglifo. Os anaglifos foram inventados por volta de 1850 por um físico português, José Carlos de Almeida. O princípio de funcionamento destas imagens baseia-se no facto de os nossos olhos verem a mesma imagem de perspectivas diferentes, ou seja, quando olhamos para um objecto, o olho esquerdo vê uma imagem mais desviada para a esquerda do objecto e o direito vê uma imagem mais desviada para a direita. Esta diferença é mais perceptível quanto mais perto estiver o objecto para onde estamos a olhar.

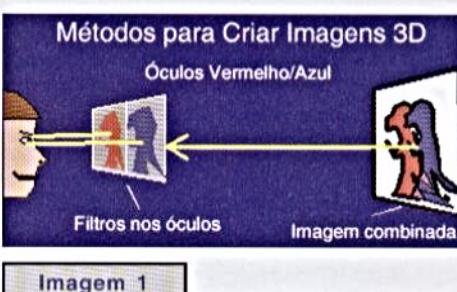
Dica: Observa qualquer objecto que esteja a cerca de um palmo do teu nariz, fecha um olho e depois o outro. Notas a diferença?

Como funcionam?

Quando estas duas imagens diferentes são interpretadas pelo nosso cérebro, conseguimos ter a noção das

três dimensões. Então como fazemos para ver imagens 3D numa fotografia? O truque consiste em obrigar os nossos olhos a verem coisas diferentes quando olhamos para a mesma fotografia. Isto é possível se conseguirmos separar as duas partes diferentes que estão na mesma imagem. A maneira mais simples de o fazer é fazendo com que uma das partes tenha apenas a componente vermelha da imagem e a outra as componentes verde e azul. Utilizando óculos especiais, cujas lentes coloridas actuam como filtros, um olho irá ver a imagem com a componente vermelha e o outro com as azuis e verdes.

(ver imagem 1)



Como fazer as tuas próprias imagens?

Para poderes fazer os teus próprios anaglifos (imagens 3D), precisas de um par de imagens estereoscópicas. Isto é, duas imagens do mesmo objecto, cujos pontos de tiragem (local de onde tiras a fotografia) estão separados pela distância entre os teus olhos, cerca de 4~5 cm. A partir destas imagens, e com a ajuda de software de tratamento de imagem podes combiná-las de modo a obter uma imagem única, mas em 3D!

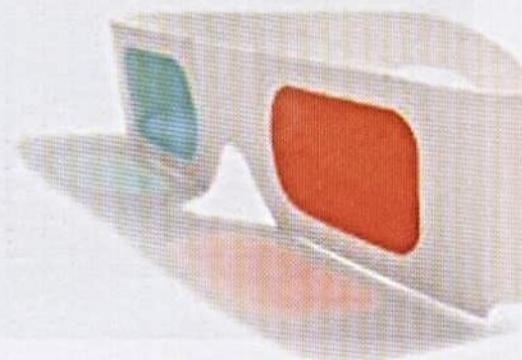
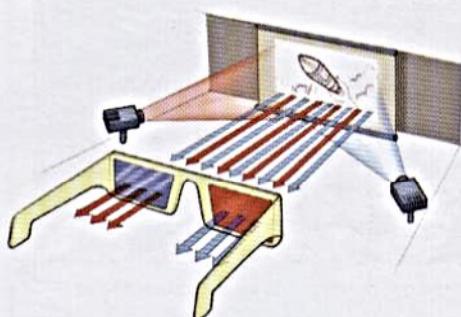
A forma mais fácil de criares anaglifos consiste na utilização de uma

câmera fotográfica digital e do programa "The Gimp".

Este é freeware e existem versões para sistemas operativos Windows, Linux e Mac OSX. Pode ser encontrado em <http://www.gimp.org/>

O primeiro passo consiste em tirar as fotografias. Idealmente deverias utilizar um tripé, de modo a garantir que o deslocamento da imagem é apenas horizontal. No momento em que a primeira fotografia irá ser tirada, deves assegurar-te que o objecto está um pouco deslocado para a esquerda em relação ao centro da fotografia (no caso desta conter mais do que um objecto usa um ponto de referência fácil de identificar), esta corresponderá à imagem do olho esquerdo. Em seguida, desloca a câmara (ou tripé, se o utilizares) em cerca de 4~5 cm para a direita e tira uma segunda fotografia. Esta corresponderá à imagem do olho direito.

O segundo passo consiste na passagem das imagens para o computador. Dá-lhes um nome sugestivo e fácil de perceber, como por exemplo **objecto_esquerda.jpg** para a primeira imagem e **objecto_direita.jpg** para a segunda (no caso destas não estarem no formato JPEG devem manter a extensão do ficheiro utilizada).



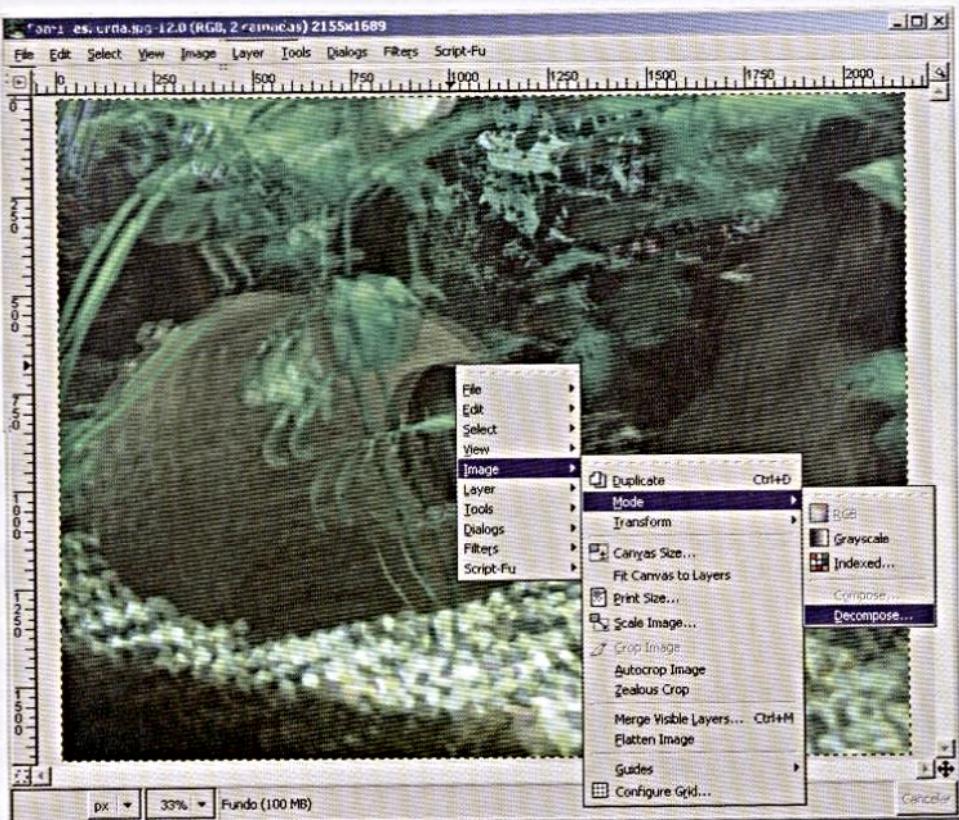


Imagen 2

O terceiro passo consiste em abrir as imagens no GIMP. Começa por iniciar o programa. De seguida vai a **File** > **Open** e selecciona as duas imagens. Aparecem duas novas janelas cada uma com a sua imagem. Selecciona a imagem do olho esquerdo e cria uma nova camada transparente. **Layer-> New Layer**.

Esta camada vai ser onde vamos colocar a parte correspondente à imagem do lado direito, portanto podes dar-lhe o nome **D**.

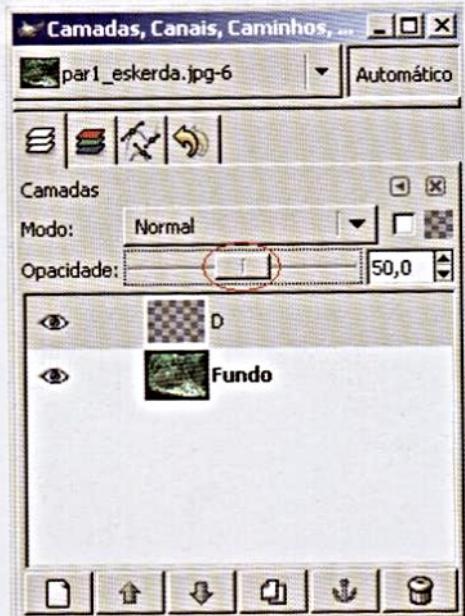


Imagen 3

as camadas da imagem selecciona a camada transparente que criaste.

Volta a seleccionar a janela da imagem do olho esquerdo e clica em **CTRL+P** para transferires a imagem do olho direito para a camada transparente que criaste. A partir deste ponto podes fechar a janela com a imagem do olho direito.

O ponto seguinte consiste em alinhar as imagens. Para isso tens de alterar a opacidade da imagem que está na camada **D** para cerca de 50%, de modo a poderes ver ambas as imagens ao mesmo tempo.

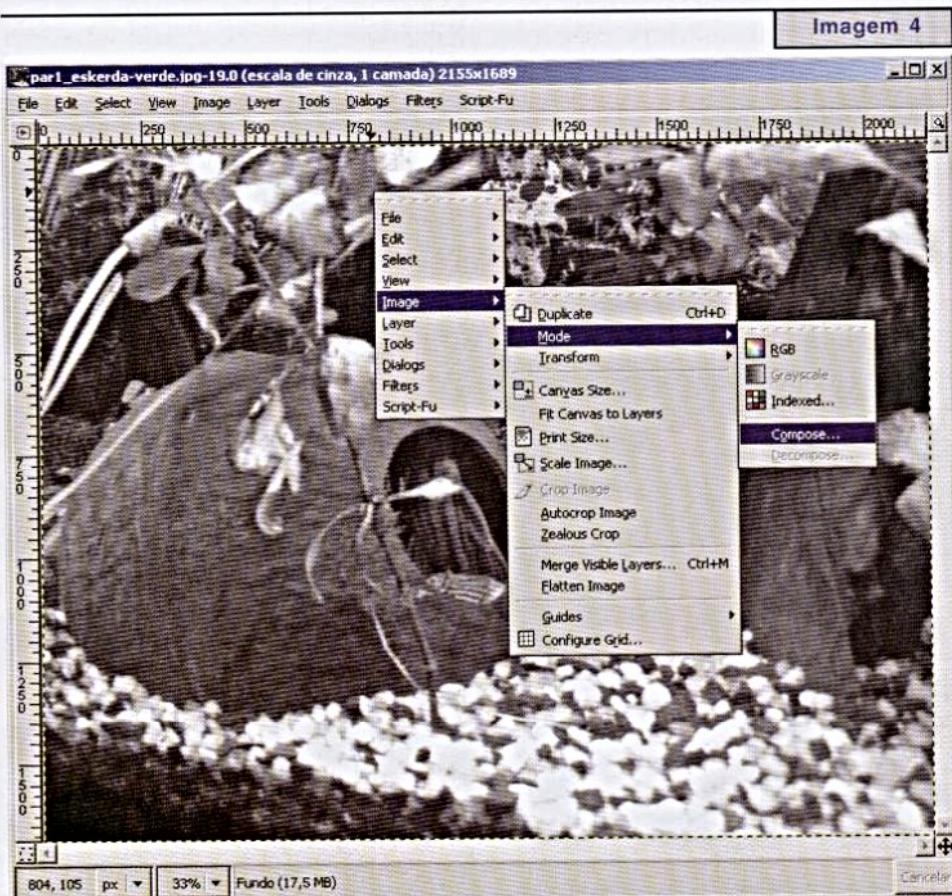
(ver imagem 3)

Utilizando o rato podes mover a imagem transparente e coloca-la em posição.

Dica: Se ainda te lembras de que os olhos vêem imagens diferentes e que quanto mais perto está o objecto que se observa maior é a diferença, então tenta ajustar as imagens de modo a que os pormenores da parte de trás e do centro se sobreponham o máximo possível.

Em seguida altera a opacidade da camada D outra vez para 100%.

O quarto passo consiste no corte da imagem de modo a que fiques apenas com a parte da imagem que se sobrepõe. Para realizares essa operação vai a **Image->Crop Image**. Para teres a certeza de que a imagem é composta por duas camadas de



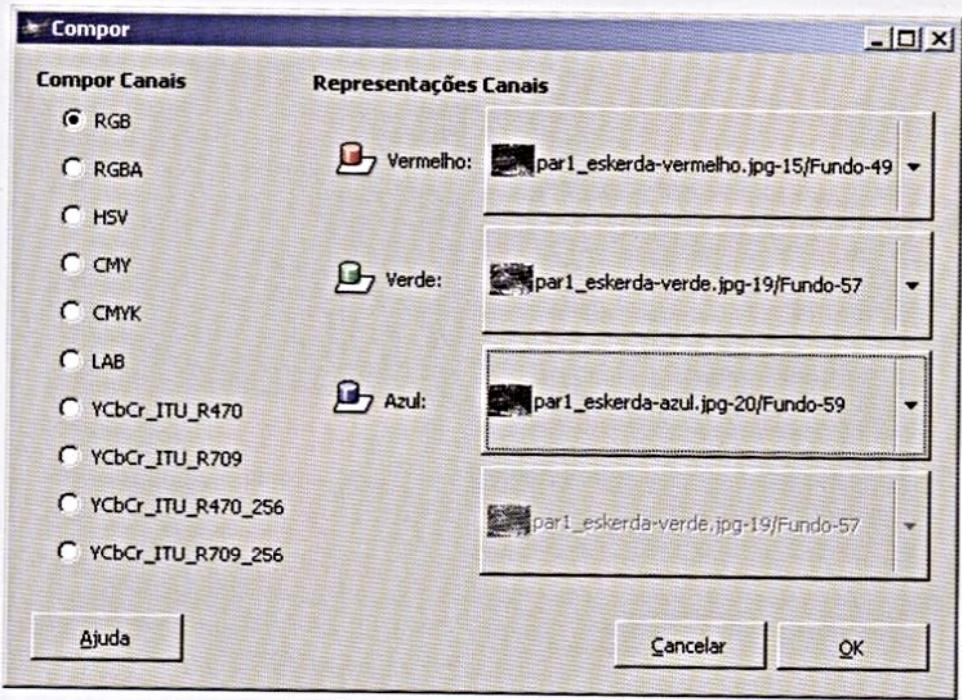


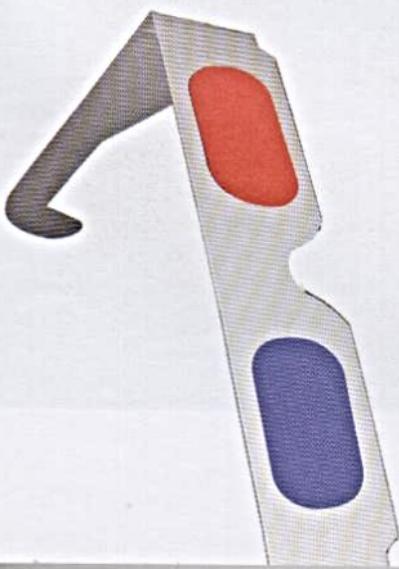
Imagen 5

tamanhos iguais vai a **Layer->Layer to Image Size**.

O passo seguinte consiste em separar as várias cores. Para isso vai a janela onde aparecem as camadas e selecciona a do fundo (a que tem a imagem do olho esquerdo). Volta à janela onde está a imagem, clica nesta com o botão direito do rato e vai a **Image->Mode->Decompose**

(ver imagem 2)

Na janela que aparece escolhe o formato RGB (Red, Green and Blue) e certifica-te que a opção **Decompose to Layers** não está seleccionada. Vão aparecer três novas janelas com imagens, cada uma com a sua componente de cor retirada da imagem do olho esquerdo. Fecha as janelas da cor azul e verde. Volta à imagem a cores e na janela com as camadas escolhe a camada **D**. Clica de novo com o botão direito do rato na imagem a cores e faz a decomposição nas três cores tal como anteriormente. Desta vez fecha apenas a janela com a imagem referente ao vermelho.



Para finalizar só tens de combinar estas três imagens numa só. Para isso selecciona uma delas e clica com o botão direito do rato. Selecciona de novo **Image->Mode** e agora **Compose**.

Selecciona as imagens correspondentes às várias cores colocando-as no canal de cor apropriado e clica em **OK**

(ver imagens 4 e 5)

Irá aparecer uma nova janela com a tua imagem final em 3D! Não te esqueças de a gravar, para isso selecciona **File->Save**.



Imagen Final



Um Verão na GSI

por Pedro Queiroz, 5º Ano LEFT



O que é a GSI?

A GSI (Gesellschaft für Schwerionenforschung - Companhia para a Investigação de Iões Pesados, <http://www.gsi.de>) é um dos principais laboratórios nessa área a nível mundial. Foi fundada em 1969 num subúrbio de Darmstadt, uma cidade perto de Frankfurt am Main, e é financiada pela República Federal da Alemanha (90%) e pelo Estado de Hessen (10%).

Tem quase 1000 empregados, dos quais cerca de um terço é composto por cientistas e engenheiros, e recebe todos os anos muitos cientistas de todas as universidades alemãs e dos 150 institutos em 30 países com os quais colabora.

Na GSI os vários grupos de trabalho têm à sua disposição muitos aparelhos científicos. Entre os mais importantes conta-se o acelerador linear (UNILAC), o ciclotrão de iões pesados (SIS), o anel de armazenamento experimental (ESR), o separador de fragmentos (FRS), o laser de alta potência (PHELIX, em avançada fase de construção) e muitos outros instrumentos de detecção e espectroscopia, para além de uma

unidade para tratamento de cancro com iões pesados.

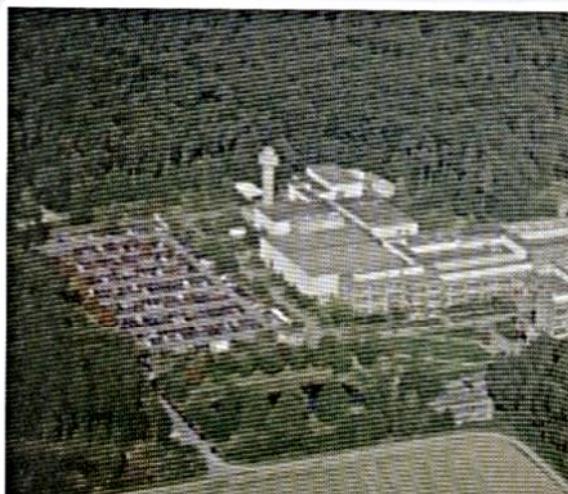
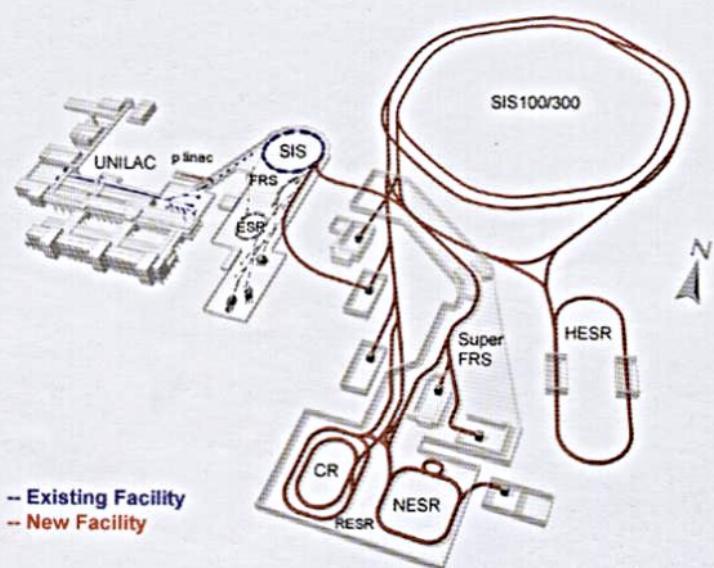
O UNILAC (**Universal Linear Accelerator**) serve, como o nome indica, para acelerar iões. Depois dos iões criados é necessário que atinjam uma determinada energia para poderem ser utilizados numa dada experiência. O UNILAC permite que se chegue a energias relativamente baixas. Para energias mais altas (na ordem de GeV) é necessário utilizar o SIS (**Schwerionensynchrotron**). O ESR (**Experimental Storage Ring**) é ao mesmo tempo um equipamento de armazenagem e um equipamento experimental. É possível conservar no seu interior durante longos períodos iões a altas energias para serem utilizados mais tarde, mas também é possível utilizá-lo como instrumento de medida de tempos de vida, por exemplo. O FRS (**Fragment Separator**) permite separar os vários iões que compõem o feixe. Uma das formas mais utilizadas para criar iões é o choque entre núcleos, do qual resultam vários fragmentos, daí o nome. Por fim, o PHELIX (**Petawatt High Energy Laser for Heavy Ion Experiments**) está em fase

de desenvolvimento e permitirá à GSI levar a cabo experiências com um laser de alta energia.

A GSI ganhou também notoriedade internacional pela descoberta de seis elementos da tabela periódica (Bóhr, Hásio, Meitnério, Darmstádio, Roentgénio e Unúnbio).

No campo da medicina, a GSI é pioneira no tratamento de tumores cerebrais com iões pesados (neste caso carbono - pesado comparando com o protão). As vantagens deste método são enormes, uma vez que os iões pesados têm um pico de absorção pelos tecidos mais profundos e mais bem definido que os fotões, o que minimiza os efeitos colaterais da terapia. Depois de oito anos e 250 pacientes tratados com sucesso, a GSI colabora agora na construção de uma unidade dedicada em Heidelberg que terá capacidade para 1000 pacientes por ano.

Para o futuro a GSI planeia aumentar bastante a sua capacidade de investigação com a construção da FAIR (**Facility for Antiproton and Ion Research**). O coração desta nova instalação será um duplo anel acelerador com um perímetro de 1100 metros, ao qual se juntará um complexo sistema de anéis de armazenamento e estações experimentais. Aguarda-se apenas a aprovação do projecto pelas





autoridades federais, que assegurarão grande parte do financiamento da obra.

E porquê "Um Verão na GSI"?

Assim como acontece com outros laboratórios, a GSI oferece todos os anos um programa de Verão. Cerca de 35 estudantes (dos 3º e 4º anos) de toda a Europa têm a oportunidade de passar 8 semanas em Darmstadt. O programa inclui um pequeno projeto

executado junto de um grupo de investigação e várias palestras dadas por cientistas das várias áreas de interesse da GSI. Os projectos disponíveis vão desde programação até cálculos teóricos, passando por biofísica, electrónica, física atómica e física nuclear.

Eu testei um módulo electrónico para detectores de germânio produzido pelo NSC (Nuclear Science Center) de Nova Deli com o grupo RISING (Rare Isotope Spectroscopic Investigation at GSI).

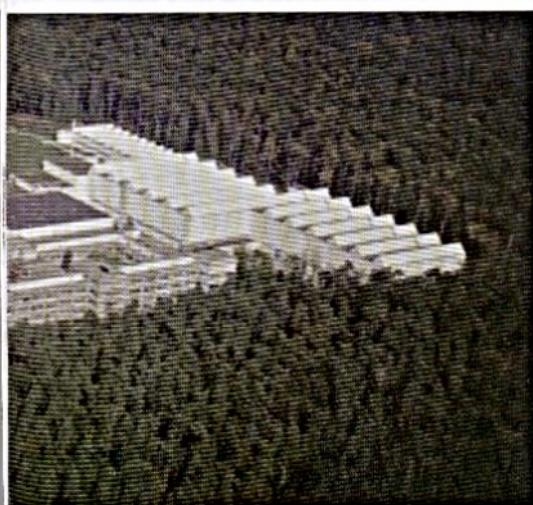
Para além desse projeto e das palestras, tive ainda oportunidade de travar amizade com alguns dos outros estudantes, o que fez com o que tempo passado fora do laboratório se tornasse memorável. Frankfurt, Heidelberg, Estrasburgo e Berlim foram alguns dos nossos destinos de fim-de-semana, para além de longos passeios de bicicleta pelos bosques mais próximos, idas a praias de lagos, churrascadas e muito mais.

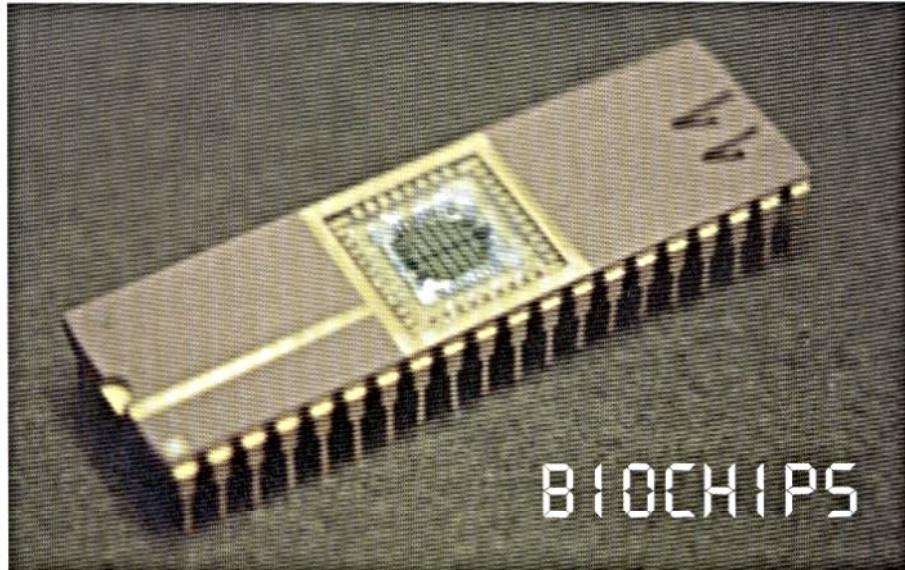
Os cientistas residentes são também, no geral, pessoas muito abertas e sempre prontas a ajudar no que for preciso. Pela sua localização

junto a uma pequena localidade e pelas suas reduzidas dimensões (quando comparada com o CERN, por exemplo), a GSI acaba por ter um ambiente quase familiar, o que torna o tempo lá passado bastante agradável e até relaxante.

As candidaturas para o programa de 2006 já estão abertas e acabam em Fevereiro. Para mais informações sobre o processo basta consultar a página <http://theory.gsi.de/stud-pro>. A GSI paga a deslocação e o alojamento, para além de uma semanada que é suficiente para as despesas diárias. A cada aluno é atribuído um tutor e um projeto que tenta corresponder às indicações dadas durante a inscrição. Os organizadores do programa (Dr. Jörn Knoll e Sr.ª Heide Rinnert) são pessoas muito prestáveis que responderão a todas as dúvidas que surjam.

Não posso acabar este texto sem um apelo: não deixem mesmo de concorrer (neste ano ou nos próximos). Eu fui o único candidato português para o Programa 2005 e, por muito que isso tenha facilitado a minha entrada, não deixa de me entristecer a falta de conhecimento e interesse que há em Portugal por este tipo de iniciativas. ■





por Francisco Delgado,
ex-LEFT

O que aconteceria se conseguíssemos transportar todo um laboratório de análises químicas para o interior de um pequeno dispositivo automatizado, que caracterizasse quantitativamente uma determinada amostra em busca de doenças, microorganismos, compostos venenosos ou outras substâncias? Se tal fosse feito de maneira fiável, portátil e rápida, as vantagens seriam enormes: imagine-se, que num local remoto caracterizado pela sua ruralidade, se poderia imediatamente determinar se uma galinha estava ou não contaminada com a gripe das aves, ou se a água era ou não própria para consumo. O domínio de utilização seria,

então, diverso, indo das aplicações médicas à luta contra o bioterrorismo.

A construção deste tipo de dispositivos é o objectivo dos investigadores de biosensores. Biosensores são, portanto, dispositivos que nos permitem de alguma forma detectar ou caracterizar uma quantidade bioquímica relevante. De entre os muitos que há, são de destacar os biochips, mais particularmente os baseados em sensores magnetoresistivos: biosensores baseados em fenómenos magnéticos construídos em circuitos integrados passíveis de serem lidos e controlados por dispositivos electrónicos.

Como funciona um biochip magnetoresistivo? Habitualmente os meios de detecção bioquímicos baseiam-se na "marcação" do alvo a ser detectado. Este pode ser feito incorporando isótopos radioactivos, partículas fluorescentes ou moléculas carregadas, mas neste caso usam-se partículas magnéticas. Por exemplo, se o alvo for uma cadeia de DNA, a partícula magnética poderá ser ligada à cadeia complementar, ou no caso daquele (o alvo) ser uma célula, a partícula é ligada a um anticorpo que posteriormente se ligará à membrana da célula. Assim, à amostra a ser analisada adicionam-se estas "etiquetas", e caso esteja presente o alvo a detectar, as "etiquetas" marcá-lo-ão. Depois de marcada, a

amostra é colocada sobre o biochip, cuja superfície foi tratada de maneira semelhante. Nela colocam-se moléculas que reconhecem o alvo e o prendem (FIGURA 1). Posteriormente, lava-se o biochip para retirar tudo o que não se ligou. Resumindo, se na amostra estiver o alvo a detectar, neste momento ele estará imobilizado no biochip e marcado com partículas magnéticas. Agora resta-nos ver como é que sabemos se ele lá está ou não.

A detecção do alvo é feita por intermédio da revelação da sua "etiqueta" magnética. Esta produz um campo que se pode detectar com sensores estratégicamente colocados sob a superfície do biochip. Estes sensores podem ser Válvulas de Spin (SV) ou Junções de Efeito de Túnel (MTJ): dispositivos que variam a sua resistência eléctrica consoante o campo magnético que lhes é aplicado e daí a denominação de sensores magnetoresistivos.

Habitualmente, quer as válvulas de spin, quer as junções de efeito de túnel são ilustres desconhecidos do público, mas nos dias que correm é raro quem não faça uso deles diariamente! São estes sensores os responsáveis pela leitura da informação contida nos discos rígidos dos computadores.

A detecção é então feita pelos sensores magnetoresistivos que conseguem "sentir" a presença das "etiquetas". Uma vez que estas só estão presentes se o alvo também estiver, podemos garantir que foi encontrado aquilo que procurávamos.

Um biochip funcional terá inúmeros biosensores e estará marcado com os receptores do alvo ou alvos a detectar. O dispositivo completo incorporará o biochip, os reagentes (moléculas com

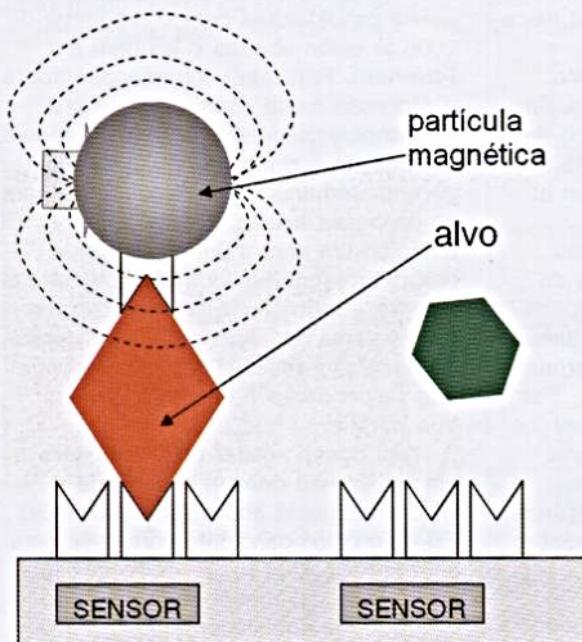
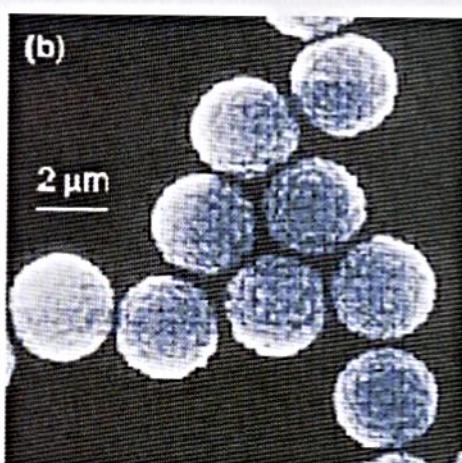
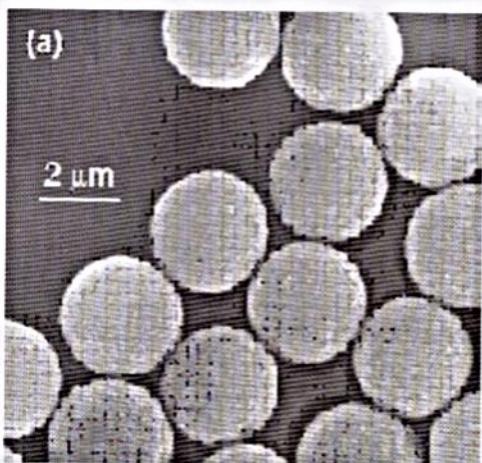


Figura 1



Partículas e uma válvula de spin

as "etiquetas" e líquidos de lavagem), as câmaras de reacção, os controladores microfluídicos (bombas e válvulas) e o sistema electrónico de controlo, visualização e comunicação de dados.

Há que realçar o facto de existirem vários outros tipos de biochips. Habitualmente, o sistema de "etiquetagem" é do mesmo género, mas a detecção pode ser feita através de microscópios de fluorescência, determinação de frequências de oscilação de pontes, alavancas microscópicas, etc. Uma das vantagens das partículas magnéticas é a de permitirem que sejam manipuladas remotamente através do uso de campos magnéticos.

Para uma Caixa

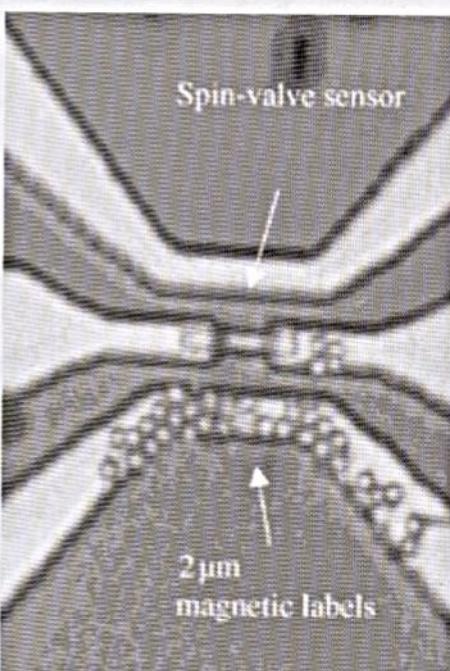
Sensores magnetoresistivos

As válvulas de spin e as junções de efeito de túnel são sensores magnetoresistivos: dispositivos que variam a sua resistência eléctrica

consoante a direcção e intensidade de um campo magnético aplicado. Ambos são filmes finos – multicamadas de materiais metálicos com poucas centenas de nanómetros de espessura e algumas dezenas de micrómetros quadrados de área. São construídos em salas limpas, tal como os processadores de computadores. Intrínsecamente são bastante diferentes: as válvulas de spin variam a resistência por alteração na taxa de difusão dos electrões de condução, enquanto as junções de efeito de túnel fazem-no por variação da corrente através de uma barreira de potencial – tudo mecânica quântica em acção! Ambos os efeitos são obtidos por variação da orientação relativa da magnetização de duas camadas magnéticas: uma presa e uma livre para oscilar consoante a direcção e intensidade do campo externo. Nos biosensores, esta camada oscila devido à presença do campo gerado pelas partículas magnéticas. ■

Bibliografia:

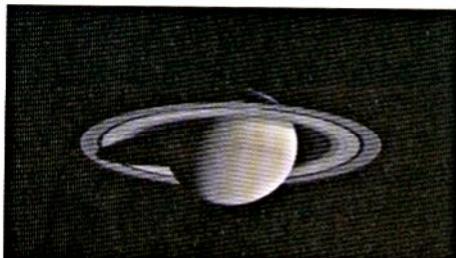
- J. Rife, et al.; "Design and performance of GMR sensors for the detection of magnetic microbeads in biosensors"; *Sensors and Actuators A* 107, 209 (2003).
- P. P. Freitas, H. A. Ferreira, et al.; "Magnetoresistive DNA chips", in *Magnetoelectronics*, Ed. M. Johnson, Academic Press, New York, 2004.
- D. L. Graham, H. A. Ferreira and P. P. Freitas; "Magnetoresistive-based biosensors and biochips: a review"; *Trends in Biotechnology* 22, 455 (2004).



Partículas Magnéticas

Participa na Pulsar

Gostas de Física? Gostarias de ver um artigo teu publicado na Pulsar?



A Pulsar está à procura de artigos relacionados com qualquer área da Física. Desde Astrofísica, Lasers e Plasmas, Partículas, Gravitação, GeoFísica a Computação Quântica, escreve sobre o que gostares mais.

Entra em contacto connosco por email pulsar@nfist.ist.utl.pt com o teu nome, idade, contacto e uma pequena descrição do artigo.



Para mais informações:
www.nfst.ist.utl.pt/pulsar_index.html



Biofísica: uma ferramenta ao serviço da exploração do cérebro

por Jorge Beira, 2º ano LEBM

O órgão mais complexo do corpo humano esconde ainda muitos mistérios para os quais ainda não temos respostas. Motivados pela vontade de querer descobrir como o cérebro funciona e como consegue gerir a informação de forma tão rápida e, na maioria das vezes, eficiente, os cientistas desenvolvem cada vez mais projectos centrados nestes problemas. A Biofísica é então uma poderosa ferramenta que tem permitido descortinar alguns dos segredos que o nosso centro de controlo esconde de nós próprios.

A aplicação dos conhecimentos científicos e dos avanços tecnológicos à área da saúde possibilita melhorias na qualidade de vida do ser humano. Ele, em troca, vive mais e melhor, podendo contribuir mais activamente para o progresso da humanidade. No entanto, e porque há sempre um preço a pagar quando há uma mudança, a medicina está longe de ser capaz de resolver todos os problemas da saúde das

pessoas até porque, em cada dia que passa, surgem novas variantes de patologias conhecidas ou até doenças que até aí tinham sido encobertas por outras.

Aparelho com que é feito o PET



Sendo o cérebro o centro de controlo por excelência, responsável por todas as acções e pensamentos de uma pessoa, as doenças associadas a este órgão são estudadas com um outro objectivo, para além da cura: saber como o cérebro normal funciona. A medicina e a psicologia continuam a percorrer um longo caminho, motivadas pela curiosidade de quem quer sempre saber mais.

O diagnóstico de doenças relacionadas com o cérebro tem vindo a evoluir, como seria de esperar, mas não de forma tão acentuada como outras áreas da medicina. A engenharia biomédica tem tido um papel importante neste campo, aliando os conhecimentos de física e de outros ramos da ciência para resolver problemas da medicina. Os casos clínicos estudados nesta área são de pessoas que, accidentalmente, sofrem lesões em determinadas áreas do cérebro. É graças a estes infelizes casos que é possível obter felizes resultados em relação a perguntas

laboratório para estudos pormenorizados, alterando variáveis e facilitando a investigação, já que é eticamente inaceitável provocar lesões em pessoas com o único objectivo de estudar causas e consequências – por isso, o estudo está limitado aos casos insólitos que ocorrem por acasos da vida.

O cérebro subdivide-se em diferentes áreas, não sendo estas totalmente independentes umas das outras. É constituído por um número muito elevado

Fusão de imagens de PET e CT

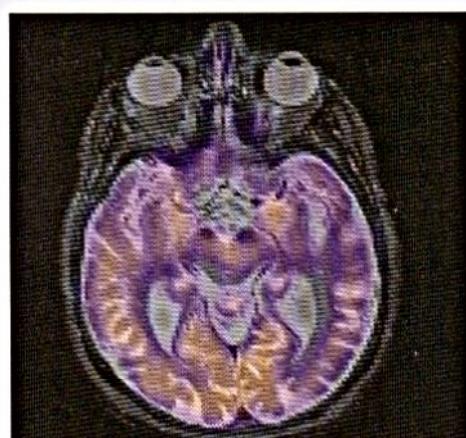


de neurónios e células da neuroglia, que são células de suporte estrutural e funcional. Estas células têm um papel ainda um pouco desconhecido na dinâmica cerebral. Sabe-se que actuam em diferentes processos, mas não se conhece com certeza a forma como o fazem nem a totalidade dos processos em que intervêm. Os neurónios são especializados em reagir de forma muito rápida, com a geração de correntes eléctricas de intensidade muito fraca, mas que já é possível detectar com a tecnologia actual. É a Biofísica que estuda estes processos bio-eléctricos que asseguram a comunicação e o processamento de informação, tanto entre o cérebro e os restantes órgãos como entre os próprios constituintes cerebrais. Associados a estes campos eléctricos, são produzidos (como um físico esperaria) campos magnéticos de fraca intensidade, que podem ser detectados através do princípio da supercondutividade – um método designado **magnetoencefalografia**. O **electroencefalograma** obtém, com princípios semelhantes, resultados acerca da actividade eléctrica do cérebro.

Esta actividade electromagnética neuronal é acompanhada de variações metabólicas (relacionadas com as substâncias que as células cerebrais consomem e produzem no decurso da sua actividade) e hemodinâmicas (já que o sangue que irriga o cérebro fornece às células oxigénio e nutrientes necessários ao seu bom funcionamento, e nele são dissolvidas substâncias tóxicas produzidas pelas células ao desempenhar as suas funções).

A **imagiologia** cerebral conta hoje com várias técnicas desenvolvidas

graças à física e à engenharia em geral. A detecção de positrões por isótopos injectados, que está na base da **PET** (Positron Emission Tomography), permite monitorizar substâncias activas

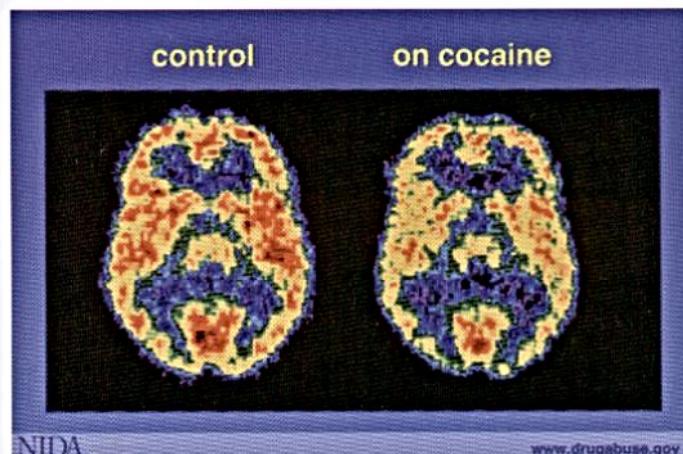


Há zonas cerebrais mais específicas para certas funções, mas a actividade não é limitada a uma determinada região – muitos locais intervêm para a realização de uma única acção

metabolicamente, enquanto que as variações da ressonância magnética de átomos constituintes do cérebro são analisadas por **Ressonância Magnética Estrutural e Funcional**. A Tomografia Axial Computerizada (TAC) é uma Tomografia Computerizada (CT) que permite diagnosticar, por exemplo, a presença de tumores cerebrais ou outras patologias, um dos meios de diagnóstico mais usado. A maior vantagem da maioria destes métodos é que não são invasivos, e é com esta característica que a Biofísica permite um diagnóstico menos doloroso para o doente, permitindo condições mais próximas das normais por haver menos actores que disturbem o doente, sendo os resultados mais fieis.

As técnicas existentes estão em constante evolução, já que cada vez mais se tentam aliar diferentes métodos para

Usando os conhecimentos do funcionamento cerebral podem detectar-se outras informações, como por exemplo o consumo de drogas



obter resultados mais precisos. Por exemplo, já é possível obter imagens tridimensionais relacionadas com a actividade cerebral, e com elas podemos monitorizar a evolução biológica do sistema no tempo, sendo mais fácil diagnosticar um problema que esteja perante nós. A informática e a electrónica revelam-se assim importantes também para a área da Biofísica, sendo apenas possível tratar e analisar a informação obtida com recurso a poderosos computadores – é devido a estes que conseguimos recriar imagens do cérebro em acção. É desta forma que agora podemos ambicionar conhecer melhor os processos sensitivos, cognitivos e emocionais, que são o que realmente fazem do Homem um ser diferente e tão especial.

Bibliografia:

- Brain Research™ Web Page
<http://www.brainresearch.com/>
- Mapa interactivo do cérebro (BBC)
<http://www.bbc.co.uk/science/humanbody/body/interactives/organs/brainmap/index.shtml>
- “The Whole Brain Atlas” (Harvard Medical School)
<http://www.med.harvard.edu/AANLIB/home.html>
- Princípios de Hemodinâmica Cerebral
<http://www.hemodynamic.com/>
- Human Brain Project
<http://www.lanl.gov/p/p21/humanbp.shtml>

Agenda Científica

Museu da Ciência da Universidade de Lisboa

4 e 11 Março - Curso Livre de Introdução à Astronomia (Nível I)

8 de Fevereiro e 8 de Março - Museu da Ciência em Quarto Crescente
Obs.Astronómicas 19:30-21:30

www.museu-de-ciencia.ul.pt/

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Até 28 de Abril - As pedras que rolam (Exposição Itinerante)

www.fc.ul.pt

Pavilhão do Conhecimento

Até 15 de Agosto - Exposição - Vida Fácil!

*Venha descobrir como a Ciência e a Tecnologia tornam a vida mais fácil.
Experimente ainda como esta poderá ser diferente num futuro próximo.*

www.pavconhecimento.pt

Escola de Ciências da Universidade do Minho (Campus de Gualtar, Quartas às 15h)

8 de Março - Guerra das ciências? Que guerra? Quais ciências?
António Manuel Baptista

5 de Abril - Biofísica da actividade cerebral
Ducla Soares

24 de Maio - Contributos do João Jacinto de Magalhães para a ciência do séc. XVIII
Manuel Fernandes Thomaz

28 de Junho - O dia em que nasceu a ciência
João Caraça

www.ecum.uminho.pt