

# PULSAR

REVISTA DO NÚCLEO DE FÍSICA DO IST | OUTUBRO 2012 | EDIÇÃO 30 | DISTRIBUIÇÃO GRATUITA

## BOSÃO DE HIGGS

A TEORIA  
QUE COMPLETOU  
O MODELO PADRÃO



## NEUROCIÊNCIA

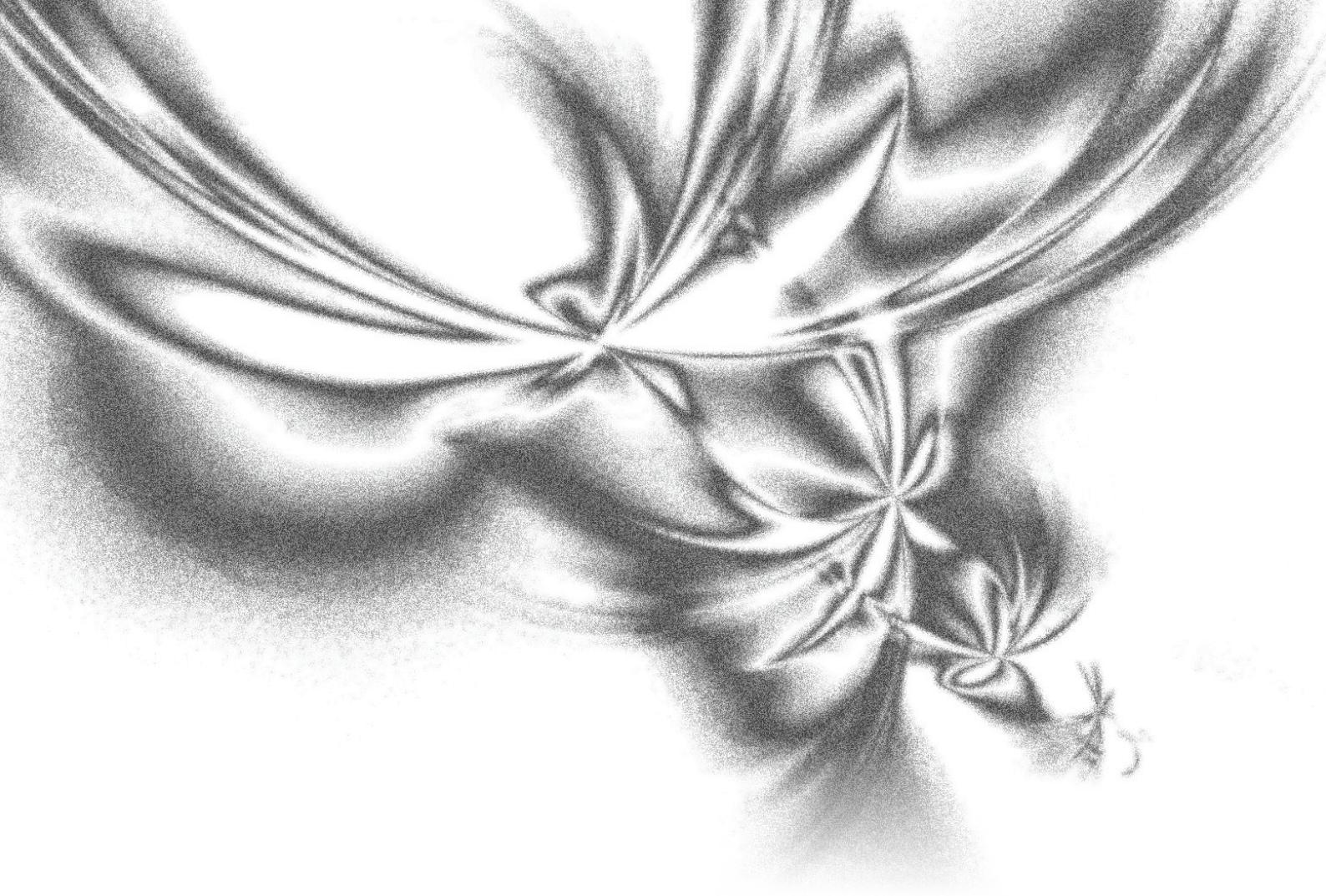
À conversa com Tiago Marques

## QUARK!

Preparação Olímpica

## DOUTORAMENTO

E depois do curso?



## Apoios



## Parceiros



## Ficha Técnica

### Direcção:

Fábio Cruz  
Francisco Nunes

### Redacção:

Ana Valinhas, André Martins, André Lopes, Filipe Thomaz, Francisco Nunes, João Luís, João Sabino, Pedro Cosme, Sofia Santos

### Revisão de textos:

Vera Monteiro

### Arte

**Fotografia:** Inês Costa

**Design e montagem:** Fábio Cruz

### Produção

**Impressão:** Socingraf, Artes Gráficas

**Tiragem:** 1500 exemplares

### Contacto

**Site:** <http://pulsar.nfist.pt>

**e-mail:** pulsar@nfist.pt

**Morada:** Núcleo de Física do Instituto Superior Técnico, Avenida Rovisco Pais, Instituto Superior Técnico, Edifício Ciência - Departamento de Física, 1049-001 Lisboa

**Telefone:** 218419075

**Ext:** 3075

## Índice

- 4** Crónica “Físicos do hoje - João Magueijo”
- 5** Como ser doutorando em Portugal
- 6** Da física à neurociência
- 8** Quark! - Preparação Olímpica
- 10** 2012, um ano para a História
- 13** Crónica “A física e a tecnologia da Televisão”
- 14** O circuito de Chua
- 16** Astronomia no Alentejo e não só!
- 18** Crónica “Investigação no MEFT - Francisco Lopes”
- 19** Agenda Científica



## Editorial

É com grande orgulho que vos apresentamos o trigésimo número da Pulsar. Sabemos que três anos de interregno é demasiado tempo, mas por vezes são justamente os projectos que mais valem a pena que mais inércia oferecem.

Nesta edição, como não podia deixar de ser, cobrimos a (maior?) descoberta científica deste ano: o bosão de Higgs, vemos como se aplica a física à neurociência e mostramo-vos as saídas da Astro e a nova aquisição do Circo (Secções do Núcleo de Física). Há crónicas novas: física na tecnologia e histórias de físicos, e vamos ainda à descoberta do Projecto Quark! e da realidade de ser bolseiro em Portugal.

Agora que já variámos o momento só precisamos de manter a velocidade constante.

Queremos ainda deixar um grande obrigado ao Núcleo de Física, a todos os Professores e Centros de Investigação que nos ajudaram (ou indicaram quem pudesse ajudar) e, acima de tudo, aos nossos colaboradores, sem os quais nunca teríamos desesperado com textos e prazos (não) cumpridos.

Obrigado e até breve,

Fábio Cruz  
Francisco Nunes



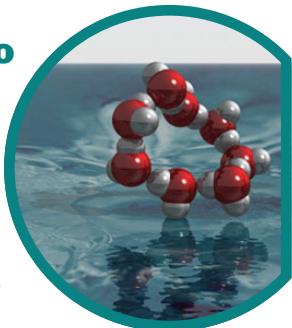
## Teletransporte quântico

A ESA estabeleceu um novo recorde no teletransporte quântico. Uma equipa internacional de investigação conseguiu reproduzir as propriedades de uma partícula de luz a 143 quilómetros de distância de onde se encontrava a partícula original. O feito aconteceu na Estação Óptica Terrestre (La Palma) e no Observatório da ESA em Tenerife e pode mesmo "abrir um novo caminho para comunicações quânticas a longa distância", explica Eric Willie, cientista da ESA.



## Mais brilhante que a Lua

Parece pouco provável mas é possível: em Novembro de 2013 poderá haver um astro observável mais brilhante que a Lua cheia. Astrónomos russos descobriram este mês um super-cometa que se aproximarão do Sol durante o próximo ano e que será possível observar a olho nu. O cometa, denominado C/2012 S1 ISON em homenagem à equipa que o descobriu, estará visível até Janeiro de 2014. A Lua que se cuide!



## Receita mínima para fazer gelo

Quantas moléculas de água são necessárias para fazer gelo? Aproximadamente 275. Foi esta a conclusão de investigadores alemães e checos que desenvolveram a primeira técnica de pesquisa para grandes aglomerados de moléculas de água. O método envolve a ionização dos aglomerados com radiação de grande energia que os quebrará em grupos de moléculas mais pequenos. Esta inovação ajudará os cientistas a perceber mais profundamente os processos de formação de nuvens na atmosfera.

## Os físicos de hoje - João Magueijo



João Magueijo

Arrogante? Não. Nascido em Évora no ano de 1967, Magueijo diz ser tudo apenas uma questão de franqueza. As suas críticas, quer ao modelo de avaliação da ciência, quer à Teoria das Cordas, quer mesmo a Einstein criaram-lhe a imagem de um cosmólogo revoltado, ideia esta que rejeita. Tendo crescido no período pós-revolucionário, atribui à sua imagem aquilo a que ele hoje chama simplesmente de rebeldia. Expulso da catequese e do colégio, integrante de um grupo trotskista na juventude, ninguém diria que viria a tornar-se um físico famoso e... controverso.

O que o levou a estudar Física? Um presente do seu pai: *The Evolution of Physics* de Einstein e Infeld. Aqui nasce em muito o seu respeito por Einstein, que decai a partir do momento em que este se rende à "beleza matemática", tida por Magueijo como simples auto-indulgência.

Licenciou-se em Física na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e, através de uma bolsa do Trinity College, mestrou-se e doutorou-se em Cambridge. A oportunidade abriu-lhe portas para a investigação no St. John's College através de uma outra bolsa de estudo, por 10 anos, da Royal Society, que, por sua vez, lhe deu segurança suficiente para dar largas à sua excentricidade.

Corria o ano de 1998 quando, juntamente com Andreas Albrecht, deu corpo à Teoria VSL (Velocidade da Luz Variável). Baseada no postulado de que a velocidade da luz

por Sofia Santos, aluna do 3º ano do Mestrado Integrado em Eng. Mecânica, IST

terá sido bastante superior no início da criação do Universo, esta teoria transformou-o, aos olhos de grande parte da comunidade científica, num herege. Ideia tida após noite de farra e cálculos matemáticos feitos em tempo de férias em Goa, apresentam-nos um cientista peculiar em oposição ao rato de laboratório. Um crítico consciente e exacerbado que questiona em oposição àquele que há muito, entre folhas, perdeu o espírito inquisidor.

*Mais rápido do que a luz: a História de uma Especulação Científica*, livro publicado pela primeira vez em 2003, dá-nos a conhecer, de forma simples e concisa, a sua teoria. Ou melhor, a sua proposta de resolução do Problema do Horizonte. O ritmo de expansão do Universo e a própria configuração da radiação electromagnética destroem a possibilidade de contacto entre algumas galáxias em tempos idos: deveria ser sinónimo de características diferenciadas, o que, surpresa das surpresas, não é. O antagonismo entre a semelhança dos corpos celestes e a sua impossibilidade de trocar informação é a base do desenvolvimento da VSL e da Teoria Inflacionária, mais aceite actualmente.

Com uma persistência inteligente e apesar das reticências do mundo da Ciência quanto ao seu trabalho, João Magueijo continua a tentar construir um quadro que torne a VLS cada vez mais credível. Esta – que explica de forma genial alguns dos problemas mais antigos estudados pela cosmologia – pode ser a tão desejada teoria de grande unificação aspirada por Einstein.

Outrora cientista convidado das Universidades da Califórnia em Berkeley e de Princeton, actualmente Magueijo lecciona Física Teórica no Imperial College de Londres. Admirador de Ettore Majorana, físico sobre o qual escreveu o livro *O Grande Inquisidor*, segue-lhe as pisadas ao atrever-se a ver o mundo de uma outra perspectiva. ■

# Como ser doutorando em Portugal

por Francisco Nunes, aluno do 3º ano do Mestrado Integrado em Eng. Física Tecnológica, IST

Com o aumento de número de doutorandos em Portugal, há cada mais jovens a terminar o curso e a concorrer a bolsas de investigação. Francisco Nunes e Inês Costa foram descobrir como é ser Bolseiro em Portugal.

**S**e perguntarmos a uma criança o que é que ela quer ser quando for grande passa-lhe tudo pela cabeça: de polícia a astronauta, as respostas são mais que muitas. Mas o que não consta – certamente – na lista é bolseiro. Agora já é possível, uma vez que ser bolseiro também é profissão.

Ana Domingues é bolseira há dois anos no Laboratório de Sismologia do IST. Só se decidiu pela bolsa de doutoramento enquanto estudante de mestrado e quando se candidatou já estava bem esclarecida sobre os problemas do sistema. O gosto pela área de investigação foi mais forte. Ana estuda a tomografia sísmica Moçambicana. Como o rift africano passa naquela região e dado o número reduzido de estudos sobre aquele local, a tese tem um interesse acrescido. A sua tese está a ser desenvolvida em Lisboa e Norwich.

De 1996 a 2010 houve um aumento significativo do financiamento de bolsas por ano, passando a ser cerca de dez vezes superior ao de 1996, mostram dados disponibilizados pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT). À semelhança do que se passa nas faculdades, as mulheres estão em maioria nas bolsas atribuídas. A maior parte tem entre 25 e 35 anos, embora a percentagem daqueles com mais de 35 anos tenha vindo a crescer.

Mas não é qualquer um que tem acesso a estas bolsas. Ana Domingues não o esconde: “É preciso ter boa nota para se ter acesso às bolsas”, os candidatos com a nota de perfil [ver caixa] inferior rondam os 16 valores de média final de curso, o que cria um grande filtro à entrada.

Paulo Alves, doutorando no Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear (IPFN), mais precisamente no GoLP, partilha as ideias de Ana. Ao contrário de Ana, Paulo desenvolve a tese unicamente em Lisboa e descobriu a sua intenção de estudar na área durante a licenciatura através de uma Bolsa de Iniciação Científica (BIC). Paulo explora materiais com propriedades electromagnéticas exóticas, capazes de

## Processo de selecção

A candidatura às Bolsas de Doutoramento são avaliadas com base em três parâmetros (critério e factor de ponderação): Mérito do Candidato (5), Mérito do Programa e trabalhos a desenvolver (3) e Mérito das condições de acolhimento (2).

guiar a luz em torno de um objecto, de modo a torná-lo invisível. “Uma das coisas mais atraentes no doutoramento é o trabalho criativo e imaginativo a que este está associado” adianta. Após o mestrado hesitou em seguir directamente para o doutoramento mas o gosto pela ciência também acabou por levar a melhor.

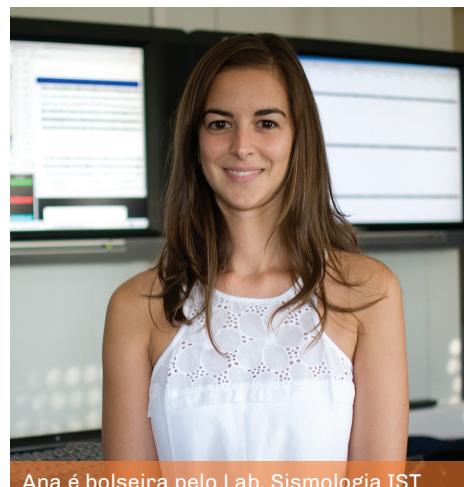
## AS BOLSAS EM NÚMEROS

Para as Bolsas de Doutoramento há três tipos a que se pode concorrer: bolsas a ser desenvolvidas em Portugal, bolsas mistas, que são desenvolvidas em parceria com uma Universidade estrangeira e, finalmente, bolsas para Doutoramentos unicamente no estrangeiro. Cada tipo de bolsa tem um financiamento diferente, caso o bolseiro desenvolva a sua tese em Portugal a remuneração mensal é de 980€, caso se encontre no estrangeiro é de 1710€. Qualquer que seja o caso a remuneração não está sujeita a descontos.

Esse é aliás um dos principais problemas associados à precariedade da profissão, apontam os bolseiros. Um bolseiro de doutoramento que tenha seguido directamente de mestrado sem nunca passar pelo mercado de trabalho, chegará ao final da sua bolsa, com aproximadamente 28 anos, podendo nunca ter feito qualquer tipo de descontos. Existe, no entanto, um seguro social voluntário que os bolseiros poderão descontar como se estivessem no escalão de remuneração mínima, de 109€/mês. ■



Paulo é bolseiro pelo GoLP, IPFN



Ana é bolseira pelo Lab. Sismologia IST

# Da Física à Neurociência vai algum speed dating e dedicação

por Ana Valinhas, aluna do 3º ano do Mestrado Integrado em Eng. Biológica, IST



Tiago Guerra Marques, ex-aluno do MEFT

O Centro Champalimaud para o Desconhecido é considerado um dos melhores centros de investigação a nível mundial. Tiago Guerra Marques é um aluno de Doutoramento em Neurociência neste prestigiado local, mas quisemos saber como tudo começou. Ana Valinhas esteve à conversa e Inês Costa fotografoou o jovem cientista.

**A**o entrarmos no edifício principal da Fundação Champalimaud, o silêncio e a formalidade impõem-se. Esperamos um cientista de bata branca a combinar com a recepcionista de fato que está atrás da secretaria, mas não podíamos estar mais enganados. De sorriso descontraído e calças de ganga, é Tiago Marques quem nos leva pelos corredores da Fundação.

A paixão pela Matemática e pela Física começou cedo, tornando difícil a escolha entre o Mestrado em Engenharia Física e Tecnológica (MEFT) e o Mestrado em Engenharia Aeroespacial. MEFT ganhou. Foi um aluno brilhante que sempre se interessou por várias iniciativas do Núcleo de Física do IST e foi responsável pela Revista Pulsar.

Quando chegou a altura de escolher entre os dois ramos de mestrado, apesar de também se sentir atraído pela física teórica, decidiu-se pela engenharia: apercebeu-se que tinha mais facilidade em empenhar-se nas cadeiras com

tionou-se se era mesmo ali que queria ficar. Foi então aí que decidiu voltar a dar a mão à ciência e fazer um doutoramento. Mas em quê?

Inspirado pela cadeira de Biofísica que teve durante o Mestrado, e após ter visto um anúncio, acabou por decidir candidatar-se ao Programa Doutoral do Centro Champalimaud para o Desconhecido em Neurociências (International Neuroscience Doctoral Programme).

Admite desde logo ter ficado extasiado com o ambiente. “Os candidatos são seleccionados não só pelo seu currículo, mas também com base no facto de se inserirem ou não no meio”. Explicou que a entrevista, não tendo carácter formal,



Tiago mostra o laboratório onde trabalha

uma componente mais prática. Dentro do ramo, optou por sistemas de aquisição de dados em Fusão Nuclear para tema de tese de mestrado, desenvolvendo um projecto de Engenharia desde a sua concepção até à implementação da tese.

Ainda como aluno do IST foi convidado por várias empresas para a área de consultoria, acabando por trabalhar para a The Boston Consulting Group (BCG). “Sabia que não queria seguir o que estava a fazer embora considerasse voltar à ciência para fazer um doutoramento”, explicou Tiago à Pulsar. Só não sabia em que área.

Mas foi na BCG que começou a perceber como “o verdadeiro mundo funciona”. Ao sugerirem-lhe um MBA ques-



Descontracção é a palavra de ordem

demorou dois dias, nos quais falou com vários PI [Principal Investigator], fez speed dating com outros alunos de doutoramento e pós-doutoramento e participou num convívio de encerramento. "Fiquei completamente fascinado pelo processo das entrevistas pois ajudou-me a compreender melhor que tipo de investigação é que se fazia no programa de neurociências da Fundação Champalimaud e introduziu-me ao ambiente fantástico deste local. Quando recebi a resposta a dizer que sim, estava a trabalhar num projecto no Rio de Janeiro. Disse então que ia sair [da BCG], mas saí com a possibilidade de eventualmente voltar", acrescentou.

Se na BCG as horas de trabalho seguiam-se rapidamente, actualmente não pode dizer que tem muito tempo livre em mãos. Na verdade, a carga horária é semelhante, diz, embora haja uma grande diferença: "stress emocional", confessa. "Aqui, se eu falhar, é uma coisa que me diz respeito a mim. Portanto não há aquela questão da empresa ter um cliente que está a pagar uma quantia considerável pelo meu trabalho, para além de que o que está em jogo poder ter um grande impacto no trabalho de outras pessoas".

Actualmente ainda só é feita investigação em neurociência no Centro Champalimaud para o Desconhecido, que resulta dos esforços unidos de vários profissionais de áreas como Ciências da Computação, Psicologia, Biologia, Física, Medicina, entre outras, que estão em constante comunicação. Isto acontece porque para se entender como funciona o cérebro é necessário estudar o comportamento animal, o neurónio como célula, circuitos que propagam um estímulo e até modelos computacionais que tentam explicar como funciona uma complexa rede de neurónios.

E Tiago acaba por fazer um pouco de tudo isto. "Estudo um comportamento", começa por explicar, "no meu caso treino ratinhos [morganhos]", nome pelo qual são designados comumente pelos investigadores de forma a serem diferenciados de outros roedores maiores, "para distinguir diferentes tipos de estímulos visuais de modo a compreender como é que no córtex visual é feita esta discriminação". "O córtex é aquilo a que as pessoas normalmente associam ao cérebro e consiste em seis camadas de neurónios que têm um aspecto de folha de papel amachucada", continua. "É usado para processar estímulos visuais, auditivos, tácteis,

etc... está altamente implicado na memória, na linguagem, até nas áreas mais cognitivas, como tomada de decisão e pensa-se ser muito importante para a consciência, que define aquilo que nós somos". "O que me interessa perceber, é como é que o córtex com esta estrutura tão uniforme consegue ter funções tão diferentes".

Os ratinhos então treinados para desempenharem determinados comportamentos: através de avançadas técnicas de imagiologia, usando um microscópio especial de fluorescência (microscópio dois-fotões), é possível observar directamente a actividade neuronal. Ao correlacionar os dados adquiridos com os estímulos apresentados e o comportamento do animal, tenta criar modelos computacionais que recriem o funcionamento do córtex.

Para Tiago, são 27 anos de vida e poucos menos de estudos. O seu percurso foi surpreendentemente heterogéneo tendo vingado em áreas tão diferentes. Mas perante tantas opções a solução é simples, afinal: "o importante é fazer aquilo que é mais lógico no momento e não pensar muito a longo prazo". "Sempre que entro numa área nova, entro com uma motivação e uma curiosidade muito maior que a que teria se estivesse sempre na mesma área". Fica o conselho. ■



## Projecto Ar



Tiago é membro fundador do Projecto Ar da Fundação Champalimaud, que se dedica à divulgação científica. Desde Novembro do ano passado já foram realizadas várias conferências interactivas pouco convencionais. Os temas foram variados: manipulação da mente humana ao longo dos tempos (fármacos, deep-brain stimulation e optogenética), funcionamento de sistemas aparentemente caóticos a uma micro-escala, como por exemplo as interacções entre formigas numa colónia, que a uma macro-escala são capazes de desenvolver propriedades fascinantes, controlo de objectos exteriores ao nosso corpo através da actividade do nosso cérebro, entre outros. Informações sobre futuras conferências podem ser consultadas no site do projecto:

<http://ar.neuro.fchampalimaud.org/>

# Quark! - Preparação Olímpica

por Francisco Nunes, aluno do 3º ano do Mestrado Integrado em Eng. Física Tecnológica, IST

São jovens, entre os 16 e os 18 anos, gostam de Física, não se importam de ter aulas aos fins-de-semana e são os melhores alunos a nível nacional. A Pulsar foi falar com José António Paixão e Fernando Nogueira, os professores à frente do projecto "Quark! Escola de Física para Jovens". Pedro Lopes descobriu-lhes os melhores ângulos, Francisco Nunes ouviu-os falar sobre o projecto. Sempre de mão dada com a Física.

**C**oimbra em Julho é quente, e o Departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra (FCT-UC) é bem no alto de Coimbra. As aulas e os exames já acabaram, mas nenhuma destas razões impede que no anfiteatro AD.1 do Departamento de Física estejam cerca de 50 alunos do 11º e 12º anos a aprender Física que não dão nas aulas.

Não estão aqui por acaso. Foram seleccionados entre os melhores do Secundário, nas Olimpíadas Nacionais de Física do ano anterior. Este ano, entre Janeiro e Julho, um fim-de-semana por mês, foram à Universidade de Coimbra para aprenderem mais: principalmente Física fora do programa escolar, mas não só.

"Começámos no ano de 2006/07 com a Escola Quark!" conta-nos José António Paixão, um dos professores por detrás do projecto, "e começámos apenas com 20 alunos".

"Pensámos que, uma vez que estamos a fazer um esforço a preparar estes jovens, talvez com um pouco mais de esforço consigamos estender a mais." E quantos são agora? "Fomos alargando e mantivemos os 50 alunos. Acabam por ser 52, 53, por aí, é 50 mais ou menos  $\epsilon$ , digamos que é um número relativamente confortável." Entre estes alunos, apenas 9 são escolhidos para ir representar Portugal nas Olimpíadas.

Durante os seis fins-de-semana intensivos passados em Coimbra os alunos têm aulas sobre as principais áreas da física básica: mecânica, eletromagnetismo, óptica e "física moderna", acompanhadas por sessões nocturnas Jazzísticas. Aprendem principalmente matéria que consta nos primeiros semestres universitários, das 9h às 18h, leccionada por professores da própria Universidade de Coimbra. No último fim-de-semana do ano, por meados de Julho, os alunos olímpicos fazem um prova final cuja pontuação dita quais os alunos que representarão Portugal: nas Olimpíadas Internacionais serão os cinco melhores alunos e nas Olimpíadas Ibero-Americanas são tipicamente os alunos classificados do 5º ao 9º lugar.

O Projecto Quark!, pertencente à Universidade de Coimbra, financia ainda os almoços, jantares, estadia e deslocações dos alunos. Sendo assim, a participação é gratuita para os alunos participantes, "à exceção do seu esforço individual", como faz questão de frisar José António Paixão.



Edifício do Departamento de Física da FCT-UC

## UMA PREPARAÇÃO DE ELITE

Historicamente, Portugal nunca foi um país de topo nas Olimpíadas e isso, para José António Paixão, "não é de espartar". "Há países em que a preparação para as Olimpíadas de Ciência - tanto da Física como da Matemática - é assumida quase ao mesmo nível que a preparação das olimpíadas desportivas", explica. Nestes casos chega até a haver um "selecionador nacional" com um esquema formal montado para descobrir jovens talentos com 12/13 anos. E a partir daí? "Os alunos são destacados das escolas em que estão para escolas de elite e têm um ensino focado para daí a 6 anos irem competir", segundo o Professor. Todo este sistema é criado e apoiado pelo estado, sendo prática comum haver alunos nestas condições que passam directamente para o 2º ano da Universidade. Regra geral,

## A melhor prestação de Portugal

O melhor prémio obtido por um estudante português nas Olimpíadas Internacionais (IPhO) foi medalha de prata, em 2001, na competição que decorreu em Antália, Turquia. Este prémio foi conquistado por Fábio Diales da Rocha, actualmente professor assistente na Universidade de Princeton. Em termos colectivos, e em número de prémios foi na competição de 2009 (México) que Portugal se saiu melhor: 3 medalhas de bronze.



Pêndulo de Foucault à entrada do DF da FCT-UC



Alunos do projecto Quark!

são estes países de grande tradição olímpica que ocupam as posições cimeiras das Olimpíadas, não sendo de estranhar a ausência de Portugal desses lugares.



## **Na Comunidade Quarkiana**

O fórum Quark! é um fórum dedicado aos alunos participantes nas olimpíadas e a todos os interessados em resolver problemas de física. Com várias categorias e dificuldades de problemas, o fórum tem a participação de vários Professores da UC e do Projecto Quark!. Serve também como intermédio de comunicação entre os alunos e Professores responsáveis do projecto. Para mais informações consulte: <http://algol.fis.uc.pt>

Quanto ao ensino secundário, para José António Paixão e Fernando Nogueira não há dúvidas que a relação entre a qualidade do Ensino e o desempenho da selecção portuguesa difficilmente estão correlacionados: "As Olimpíadas de Física não reflectem, em país algum, o estado médio do ensino". "Por uma razão muito simples: são alunos especiais, muito bons. Pode haver até um país com um sistema de ensino fraco e até consiga ter um bom desempenho nas Olimpíadas, basta que haja um esquema bem montado para detectar e treinar os talentos" evidencia Fernando

teórica. No entanto, "com os anos a tendência tem-se invertido", alerta. "Actualmente constatamos que os alunos têm desempenhos inferiores na parte experimental", em muitos casos "acabando mesmo por ficar inferior à prova teórica". Os alunos olímpicos servem então como feedback, mas apenas "caso o problema seja muito alargado e muito sistémico". Caso contrário, acrescenta, "esses alunos tipicamente sobrevivem".

### **OS HARMÓNICOS DO JAZZ**

Mas o Quark! não é só Física. Com o cansaço dos dias na Universidade de Coimbra, surgiu a necessidade de criar actividades culturais para descomprimir, principalmente nas sextas e sábados à noite.

Habitualmente às Sextas-feiras à noite são organizados ciclos de conferências sobre Ciência em geral, com a participação de Professores de vários departamentos.

Já as noites de Sábado são associadas à música. E que estilo musical retrata melhor a Física? Para José António Paixão não há dúvidas, o Jazz. "O Jazz tem muito a ver com a Física e não tem". "O Jazz é muito formal e é pouco formal, é inspiração e transpiração e é preciso improvisar, que é uma capacidade muito importante nos olímpicos". Segundo o Professor, os problemas que os alunos resolvem nas olimpíadas têm duas fases: a primeira de perceber bem o enunciado e uma segunda em que têm de "tentar uma es-

*"O Jazz é muito formal e é pouco formal, é inspiração e transpiração e é preciso improvisar, que é uma capacidade muito importante nos olímpicos"*

Nogueira. Os talentos, à partida, estão bem distribuídos. "Por isso mesmo os alunos não reflectem o estado médio do ensino: porque são os melhores".

Contudo, o Projecto Quark! permite aos docentes fazer uma aferição à situação do ensino português. Para o Professor: "se nós detectarmos um problema nos estudantes que estão aqui nesta escola, então é porque esse problema deve ser mesmo muito grave porque o filtro é muito forte". Como exemplo, relembra os anos em constava no programa do ensino secundário as disciplinas de "Técnicas Laboratoriais" em que, tendencialmente, a prestação portuguesa na prova experimental era superior à prova

tratégia", o que nem sempre resulta. "É preciso saber a teoria musical mas isso não basta", esclarece o Professor. Essa é, aliás, a lição com que saímos de Coimbra: nas Olimpíadas é preciso improvisar. Mas só depois de saber a matéria. ■





# 2012, um ano para a História

por André Lopes, aluno do 3º ano do Mestrado Integrado em Eng. Física Tecnológica, IST

Ao fim de 50 anos de trabalho, a confirmação da existência do Bosão de Higgs está iminente. Passados três meses, André Lopes faz-lhe o ponto de situação. Fotos de Inês Costa e Sara Santos.

“**N**unca esperei que isto acontecesse enquanto fosse vivo.” Foi assim que reagiu Peter Higgs, um dos físicos de renome responsável pela formulação do Mecanismo de Higgs, à notícia difundida mundialmente de que o Bosão de Higgs fora encontrado no dia 4 de Julho deste ano. “Parece que acabei de perder 100 dólares.”, disse Stephen Hawking, defensor da inexistência do Higgs, nesse mesmo dia. No *The New York Times* lia-se “Physicists Find Elusive Particle Seen as Key to Universe”; no *The Guardian*, de forma semelhante, “Higgs boson announcement: CERN scientists discover subatomic particle”; em Portugal, no *Público*, “Descoberta nova partícula que pode ser o Bosão de Higgs”.

Passados 3 meses desde a divulgação da descoberta por parte de duas experiências do CERN, a CMS e a ATLAS, pouco ou nada se tem falado nos media sobre a questão. No anúncio que foi feito no passado dia 4 de Julho disse-se que havia sido encontrada uma nova partícula com propriedades, até ao momento, previstas para o Bosão de Higgs (*a higgs-like particle* como dizem os investigadores entre si). Todavia, foi igualmente assegurado que a confirmação absoluta de que se trataria do Bosão de Higgs seria, apenas e só, feita quando toda a análise de resultados fosse efectuada com o devido cuidado.

Em termos concretos, a descoberta efectuada trata-se de um pico na faixa dos 130 GeV, obtido no canal responsável por detectar o decaimento da partícula, formada nas colisões, em dois fotões. Segundo o Professor João Seixas (IST, CERN), “o pico foi escrutinado com análises estatísticas sofisticadíssimas para garantir que aquilo não era uma

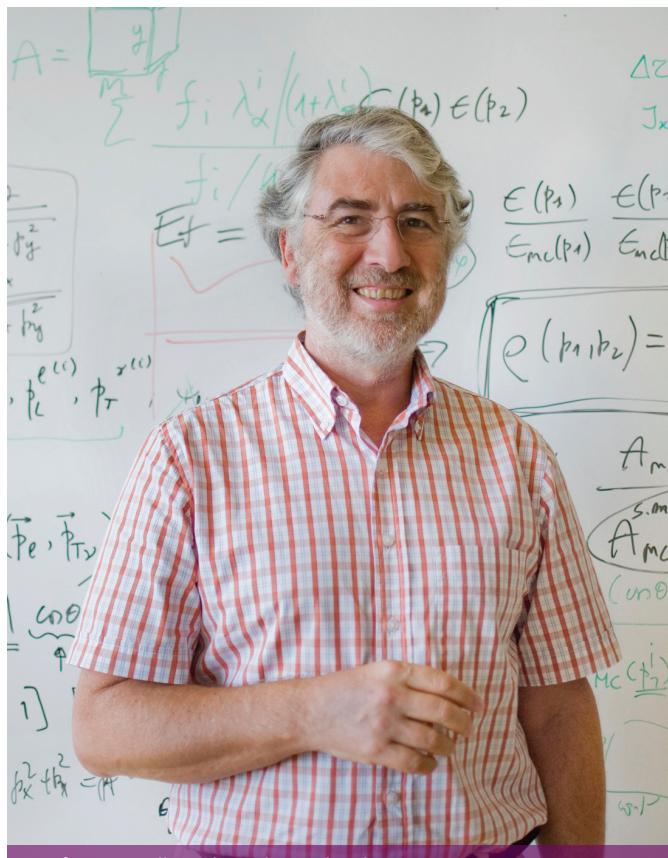
flutuação estatística”, o que, na opinião do mesmo, vem dar a garantia de que, a confirmar-se de que se trata do Bosão de Higgs, sé-lo-á com 100% certeza. De facto, contrariamente ao expectável, uma vez que grande parte da Física Moderna assenta em modelos de natureza probabilística, consegue-se este grau de confiança, pelo que não há, de forma alguma, espaço para se afirmar de que se trata de erros de medição ou de outra espécie.

Para Peter Higgs, a descoberta anunciada foi a realização de um sonho - ver a sua teoria prestes a ser confirmada experimentalmente. Muitos consideram que, a provar-se que se trata do Higgs, existe justificação suficiente para a

## Da teoria à prática com CMS .....



A experiência CMS (*Compact Muon Solenoid*) é uma das experiências que integram o programa do *Large Hadron Collider* do CERN, que possui o maior acelerador de partículas do Mundo, e dedica-se à detecção de partículas produzidas em colisões protão-protão e de iões pesados. Com este tipo de colisões, a experiência CMS faz estudos de fenómenos de Física das Altas Energias. Tem também a capacidade de medir propriedades de partículas já conhecidas com elevada precisão. Neste momento, a experiência CMS inclui mais de 3000 pessoas especializados em Física, En-



Professor João Seixas, investigador no IST e no CERN

atribuição do Prémio Nobel da Física a este e a François Englert pela formulação teórica do Mecanismo de Higgs [o terceiro físico, Robert Brout, faleceu este ano, mas é igualmente acreditado por contribuir para a formulação]. Também o Professor João Seixas se junta ao consenso: "Eu acho que sim [...] por duas razões: primeiro porque era uma ideia altamente não trivial e em segundo lugar porque, de facto, corresponde a uma descoberta essencial para que o Modelo Standard funcione".

Podemos, portanto, esperar que após a confirmação oficial, a Academia Sueca venha premiar estes dois físicos, reconhecendo todo o trabalho por detrás do Mecanismo de Higgs que, finalmente, 50 anos depois, é comprovado experimentalmente.

genaria, entre outras áreas, provenientes de mais de 150 universidades e institutos de 41 países.

A experiência CMS estuda vários mecanismos de produção e decaimento do Bosão de Higgs. Entre outras possibilidades, o Higgs pode decair em dois fotões ou em dois bosões W. Desta forma, para reconhecer a presença do Higgs é necessário cobrir toda uma gama de hipóteses para o seu decaimento. O detector da experiência CMS encontra-se preparado para o fazer, possuindo para isso diversas camadas, que lhes permitem estudar os vários tipos [canais] de decaimento. ■

## UMA TEORIA COM 50 ANOS

O Mecanismo de Higgs, responsável como se diz comumente, pela massa de tudo o que existe no Universo, é parte integrante e fundamental do modelo que actualmente melhor explica as interacções entre as partículas elementares conhecidas - o Standard Model (SM). Na seio da comunidade científica, o SM é altamente aceite, pois, até agora, não falhou em qualquer momento e todas as experiências efectuadas parecem comprovar aquilo que este prevê. De acordo com o Professor, "o SM é a melhor descoberta do século XX [...] e é testado desde sempre".

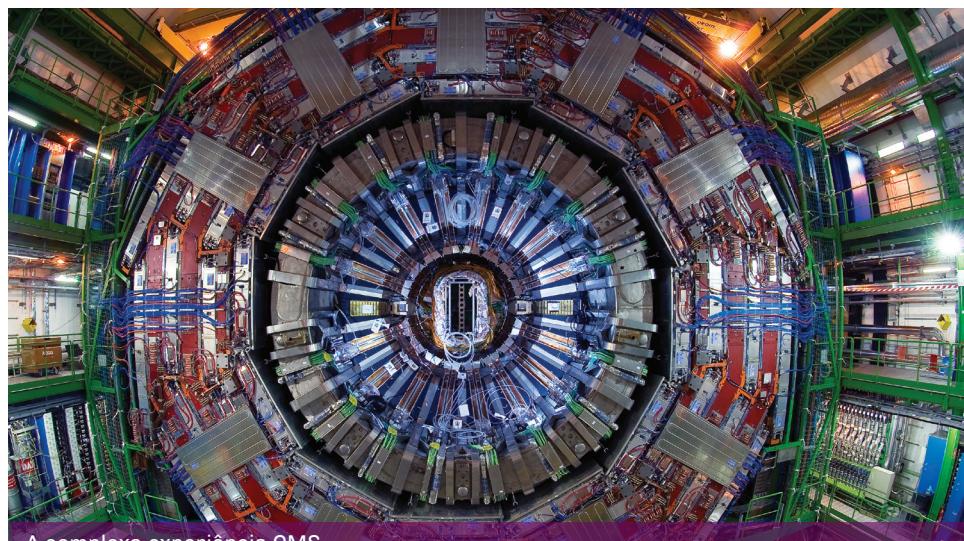
Actualmente, no CERN, estão a ser realizadas várias experiências no sentido de comprovar todo o SM, bem como outras teorias familiares de todos, que ganham terreno na Física como a Supersimetria (SUSY) ou a Teoria das Cordas. Em particular, a SUSY, como é tratada pelos cientistas, é uma teoria que explica algo mais que o SM, no entanto "nenhuma evidência foi encontrada da supersimetria,

## *"O Standard Model é a melhor descoberta do século XX."*

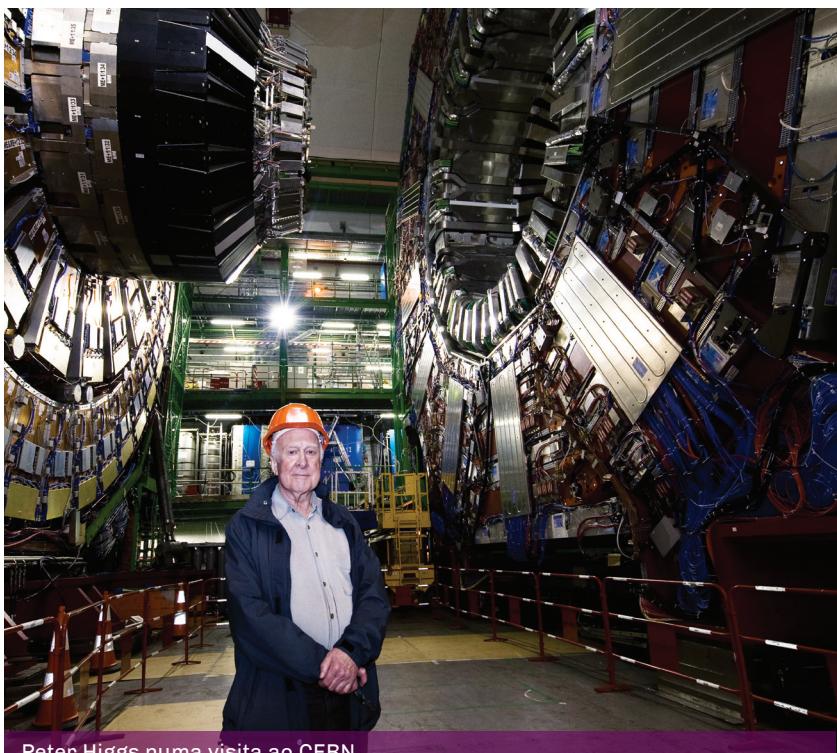
o que não significa que ela não exista", garante o Professor.

Apesar do grau de aceitação do SM a nível mundial, continuam a existir cépticos. Grande parte da discordância em relação ao SM assenta no facto de não incluir o campo gravitacional, aspecto fundamental na concretização do sonho dos físicos em unificar as quatro forças fundamentais: gravítica, electromagnética, fraca e forte. No ponto em que estamos, o SM apenas inclui as três últimas, ficando a faltar a força gravítica.

Tendo perguntado ao Professor de que forma este facto contribui para o descrédito do SM, este afirma que "o facto de este não incluir a gravidade não é relevante, uma vez que, à escala das massas em jogo, esta não tem grande importância", aspecto a ter em conta, uma vez que o SM aborda, principalmente, escalas microscópicas na área da Física de Partículas. Acrescenta, no entanto, que "conceptualmente é de facto um problema", pelo que assume que, no futuro, terá de ser uma questão a colocar-se, na medida em que tudo aponta para que haja uma ligação entre os quatro campos de forças.



A complexa experiência CMS



Peter Higgs numa visita ao CERN

## CMS Week 2012 - Lisboa

Todos os anos, a colaboração CMS realiza a CMS Week, uma semana em que parte dos cientistas que pertencem à colaboração se reúnem num dos países membros do CERN. A CMS Week 2012 realizou-se em Lisboa, nos dias 3 a 7 de Setembro no Laboratório Nacional de Engenharia Civil, onde se reuniram cerca de 350 físicos e engenheiros de todo o mundo. Este ano, a reunião centrou-se em dois objectivos: o primeiro incidiu na recente descoberta da *higgs-like particle* e o segundo no planeamento dos *upgrades* a fazer. À parte destes realizaram-se também palestras de Física, onde cada grupo da colaboração falou dos avanços feitos até agora, bem como dos objectivos para o

Outro aspecto interessante é perceber de que forma o Bosão de Higgs dá a massa às outras partículas elementares que pertencem ao SM. Em especial, perceber como é que, sendo o Higgs responsável pela massa, por exemplo, do protão, possui uma massa que é 125 vezes maior que a do protão. Segundo a teoria de Peter Higgs, todo o Universo possui um campo escalar (de valor constante) chamado campo de Higgs. Ora, o Bosão de Higgs é o quantum desse campo, campo esse que interage com as partículas elementares e fornece-lhes massa. De certa forma, a "massa é como que um atrito", ou seja, quanto mais atrito (interacção) com o campo de Higgs, maior massa possui uma partícula elementar. Sendo o quantum do campo de Higgs, naturalmente, também o Bosão de Higgs adquire a sua massa por interacção com este campo. ■

Anfiteatro do LNEC durante uma sessão da CMS Week 2012



Membros da colaboração CMS



# A física e a tecnologia da... Televisão

por Filipe Thomaz, aluno do 4º ano do Mestrado Integrado em Eng. Física Tecnológica, IST



As televisões são actualmente dos aparelhos electrónicos mais utilizados no nosso dia-a-dia. Consistem na projecção sucessiva de imagens num ecrã cuja frequência seja suficiente para que o nosso cérebro as interprete como um contínuo (um filme). Como é possível criar essas imagens então, que interpretamos como movimento? Qual a diferença entre as televisões a preto e branco e posteriormente a cores? Como é possível que os ecrãs televisivos (e também outros, como de computador) tenham diminuído drasticamente de tamanho nos mais recentes anos?

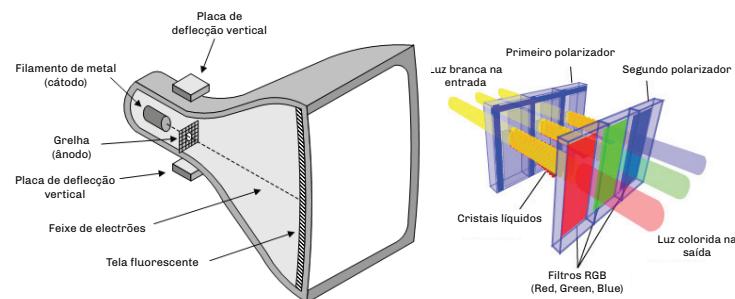
Todos nós conhecemos e vivemos com televisores em forma de caixa, pesados, e com muita profundidade. Estes televisores funcionam com base num dispositivo chamado tubo de raios catódicos. O tubo de raios catódicos (TRC) baseia-se na emissão de raios catódicos. Um filamento de metal que constitui o cátodo, num dos extremos do TRC, é aquecido, libertando electrões por efeito termoiónico (efeito de Joule). Aplicando-se uma diferença de potencial entre os pólos no interior de um tubo contendo um gás rarefeito, os electrões são acelerados em direcção ao outro extremo, onde se encontra uma tela fluorescente. Assim, observa-se luminescência no local onde o feixe de electrões colide com a tela.

Utilizando placas metálicas horizontais e verticais consegue-se deflectir o feixe de electrões variando a diferença de potencial aplicada às placas, pois vai variar o campo eléctrico entre as mesmas, e assim deflectir mais ou menos o feixe de electrões. Nas televisões existe um varrimento de toda a tela (um número suficiente de pontos na tela de modo a que o nosso cérebro preencha os pontos em falta e interprete uma imagem contínua), em que a intensidade do feixe varia para que se obtenha preto, branco e diferentes tonalidades de cinzento.

A velocidade de varrimento tem que ser tal de modo a produzir imagens por segundo suficientes para que o nosso cérebro as interprete como um filme.

A televisão de raios catódicos a cores utiliza um princípio semelhante, mas são utilizados três raios de cores diferentes, vermelho, azul e verde. Os feixes são disparados simultaneamente, com diferentes intensidades de modo a criar qualquer cor.

No entanto, nos dias de hoje, poucas são as televisões de raios catódicos que se encontram à venda. Existem outras tecnologias de televisores como as televisões a plasma, que utiliza gases ionizados carregados electricamente, ou televisores LED, que utiliza, como o nome indica, dióxidos emissores de luz para gerar os pixels que serão interpretados em conjunto pelo nosso cérebro como um filme. No entanto, a tecnologia maioritariamente utilizada hoje é a tecnologia LCD (*Liquid Crystal Display*). Estas televisões uti-



Esquemas das tecnologias das TV passadas (esq.) e presentes (dir.)

lizam camadas finas de cristais líquidos que se encontram comprimidos entre duas lâminas transparentes polarizadas (perpendicularmente uma da outra), com pequenas ranhuras, que representam os pontos de imagem (pixels).

Os cristais líquidos são substâncias que alteram a sua estrutura molecular quando recebem corrente eléctrica, sendo transparentes no estado normal mas opacos (impedem a passagem de luz) quando recebem carga eléctrica. As moléculas de cristal líquido são capazes de orientar a luz. Elementos eléctricos presentes nas lâminas geram campos magnéticos que induzem o cristal líquido a "guiar" uma luz que provenha de uma fonte externa para formar uma imagem. Numa tela monocromática as moléculas assumem o estado de transparente ou opaco, sendo que para a formação de cor utilizam-se diferentes tensões e diferentes filtros sobre a luz branca exterior.

Estas televisões são assim muito mais finas e leves, consumem muito menos energia que as TRC, cansam menos os olhos e eliminam as distorções de imagem verificadas em telas que têm uma certa curvatura (a tela dos LCD é lisa). São no entanto bastante mais caras de produzir que as televisões TRC e devido ao número elevado de transistores incorporados, são difíceis de produzir monitores LCD perfeitos, ou seja, que não tenham "pixels mortos". ■

# O Circuito de Chua

## como experiência de sistemas dinâmicos e caos

por Pedro Cosme S., aluno do 5º ano do Mestrado Integrado em Eng. Física Tecnológica, IST

**A**temática dos sistemas dinâmicos, da sensibilidade às condições iniciais a que chamamos caos, tem vindo nos últimos anos a ganhar importância no panorama científico geral, uma vez que nos fornece ferramentas para atacar problemas de extrema complexidade em ciência, mas também no seio do conhecimento geral – todos conhecemos a ideia por trás do chamado “efeito borboleta” e temos uma certa noção de quando é que um sistema nos parece ser caótico como por exemplo no caso dos padrões nas nuvens ou numa folha a ser levada pela corrente de um rio. Contudo não são apenas os fenómenos naturais a grande escala como a meteorologia ou a cintura de asteróides do sistema solar que apresentam comportamentos dinâmicos e eventualmente caóticos, também os podemos observar nos padrões de animais ou em certos circuitos elétricos.

Um sistema dinâmico caracteriza-se por as suas variáveis evoluírem no tempo segundo uma regra fixa, específica de cada sistema. Em geral essas regras são não lineares e complexas, inter-relacionando as várias variáveis do sistema o que faz com que a evolução de um estado possa ser muito sensível às condições do estado inicial a partir do qual o sistema evolui. Quando esta sensibilidade se torna tão grande que à partida não conseguimos dizer qual será a evolução do sistema diz-se que estamos perante um sistema caótico.

Para explorar este tópico, o NFIST começou a desenvolver um conjunto de experiências que possam demonstrar alguns aspectos essenciais da teoria de sistemas dinâmicos, tais como o caos e os atractores estranhos (que veremos de seguida), a formação de padrões, a duplicação de períodos e a sensibilidade às condições iniciais. Este artigo fará a apresentação da primeira desse conjunto de experiências que serão estreadas na próxima Semana da Física.

A experiência desenvolvida consiste num circuito elétrico, nomeado em honra do seu inventor Leon Chua, que exibe várias propriedades dinâmicas e em particular caóticas. É um circuito bastante simples, prova-se aliás que é o circuito mais simples que pode exibir comportamento caótico. É composto por uma bobine, por dois condensadores e por um componente não linear: um memristor ou um diodo de Chua (ver Figura 1).

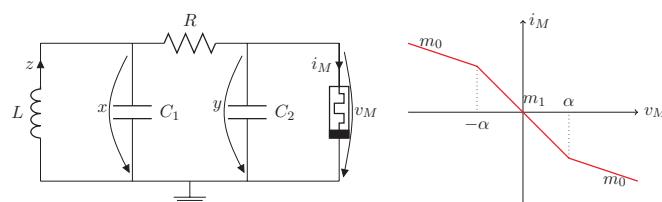


Fig. 1 - Circuito de Chua - versão original

Pela análise do circuito determina-se que as equações que o regem são:

$$\begin{cases} C_1 \frac{dx}{dt} = \frac{1}{R} (y - x) - g(x) \\ C_2 \frac{dy}{dt} = \frac{1}{R} (x - y) + z \\ L \frac{dz}{dt} = -y \end{cases}$$

Os fenómenos dinâmicos advêm do facto da equação característica do memristor não ser globalmente linear apresentando três troços distintos. Se simularmos a solução destas equações numericamente obtém-se (para uma boa escolha de valores iniciais) o resultado da figura 2, chamado atractor estranho de Chua ou “double scroll”. A solução destas equações orbita em torno de dois pontos fixos instáveis alternando entre eles e desenhando uma estrutura fractal (com dimensão 2,13) que se observa na simulação. É denominado por atractor estranho uma vez que após um ponto entrar nessa região mantém-se nela indefinidamente, apesar dos pontos fixos serem instáveis, e sem passar várias vezes pelo mesmo sítio – o que se interpreta como caos!

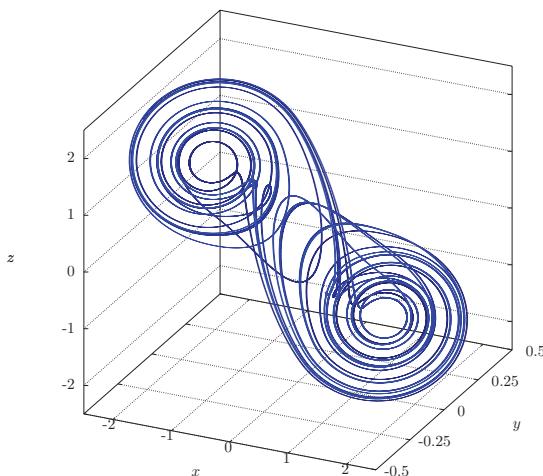


Fig. 2 - Atractor de Chua - simulação numérica das órbitas

Para desenvolver esta experiência e uma vez que o componente não linear do circuito não é vendido comercialmente construiu-se um subcircuito equivalente a partir de amplificadores operacionais que mimetiza o comportamento central, apresentando uma divergência para maiores valores de tensão aos terminais (ver Figura 3) e que como veremos introduz um novo tipo de fenómeno na resposta do circuito. A bobine foi também substituída por um conversor de impedância de forma a tornar o circuito mais estável e menos sensível ao ruído provocado pela indução da bobine no resto do circuito.

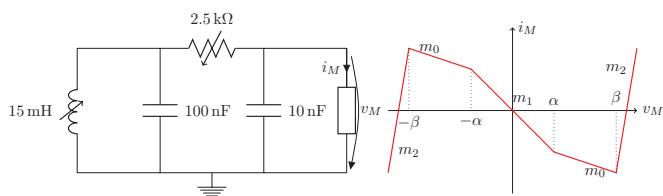


Fig. 3 - Circuito de Chua - versão implementada

Para visualizar a resposta do circuito ligam-se os terminais dos condensadores a um osciloscópio em modo XY, o que corresponde a fazermos uma projecção no plano das trajectórias a três dimensões como o caso da figura 4. A introdução dos ramos com derivada positiva na função característica do elemento não linear geram um segundo atrator, este estável, que pode ser observado na figura 5.

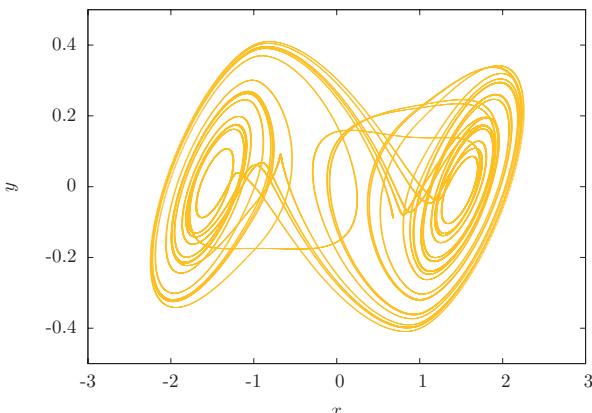


Fig. 4 - Atractor estranho - projecção xy (simulação numérica)

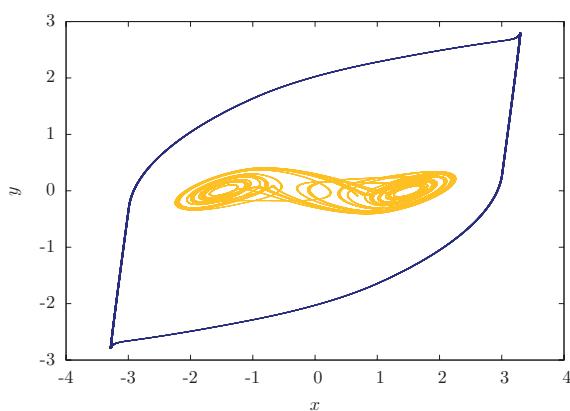
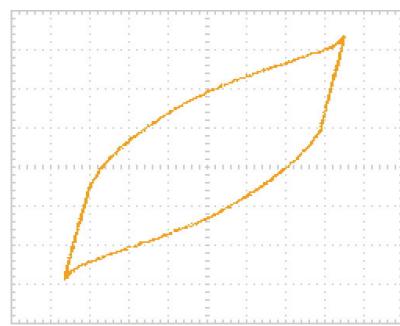
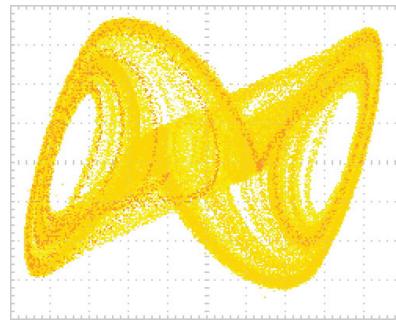


Fig. 5 - Localização dos atractores estranho e estável (simulação numérica)

Por fim, como não poderia deixar de ser, eis os dados experimentais obtidos com o circuito montado numa placa de circuito impresso e obtidos por um osciloscópio digital. As figuras 6 e 7 aproximam-se claramente dos resultados simulados, observa-se também o atrator estável induzido pelo subcírcuito (quando se variam os parâmetros do circuito). Para além destes resultados este circuito permite ainda observar duplicações de período em órbitas estáveis, fenômeno característico dos sistemas dinâmicos, antes de entrarem em regimes caóticos. Este circuito permite observar um vasto leque de situações inerentes aos sistemas dinâmicos dos quais apenas alguns foram abordados.

Fig. 6 - Atractor Estável (dados recolhidos  $\Delta x=2V \Delta y=2V$ )Fig. 7 - Atractor Estranho (dados recolhidos  $\Delta x=0,5V \Delta y=0,1V$ )

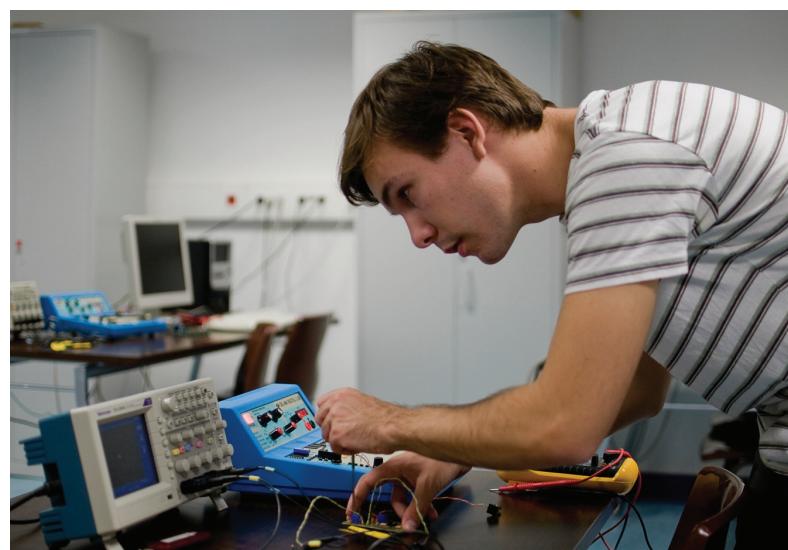
Para saber mais sobre este circuito e sobre os seus fenômenos dinâmicos, recomendam-se as seguintes leituras:

Akhmet, M., Mehmet, O. F. 2012. "Morphogenesis of Chaos." arXiv:1205.1166 [May 5]. <http://arxiv.org/abs/1205.1166>.

Chua, L. 2007. "Chua Circuit." Scholarpedia 2 (10): 1488. doi:10.4249/scholarpedia.1488.

Elwakil, A.S, Kennedy, M.P. 2000. "Chua's Circuit Decomposition: a Systematic Design Approach for Chaotic Oscillators." Journal of the Franklin Institute 337 (2-3) [March]: 251–265. doi:10.1016/S0016-0032(00)00019-3.

Matsumoto, T., Chua, L., Komuro, M. 1985. "The Double Scroll." IEEE Transactions on Circuits and Systems 32 (8): 797 – 818. doi:10.1109/TCS.1985.1085791. ■



O autor do artigo - Pedro Cosme S. - e o equipamento experimental

# Astronomia no Alentejo

## \* e não só!

por André Martins, aluno do 3º ano do Mestrado Integrado em Eng. Física Tecnológica, IST, acompanhado na Ciência Viva no Verão por Sebastião Braz de Oliveira, Pedro Cosme S., Pedro Brito e João Luís

Este ano, a Astro voltou a participar na iniciativa Ciência Viva no Verão com as Observações Astro Agosto 2012. Presentes no Alentejo e na região da Grande Lisboa, promovemos um conjunto de observações astronómicas noturnas (OAs) que assinalaram um bom verão a divulgar ciência.

**A**s duas primeiras OAs decorreram ao lado da Junta de Freguesia do Couço, no concelho de Coruche. As primeiras noites não foram as melhores: o local de observação tinha muita luz – irradiada pelos candeeiros à beira da estrada e controlada pelo fornecedor de electricidade – e os participantes eram crianças, com cerca de 10 anos de idade, não acompanhados pelos pais e muito, muito barulhentos.

Ainda assim, no primeiro dia conseguimos ver Albireo, um sistema de estrelas duplas, que não se sabe se orbitam em torno do centro de massa do sistema (sistema binário) ou se são apenas o resultado da sua sobreposição quando vistas da Terra, apesar da distância que as separa (sistema óptico). Também vimos o sistema de estrelas Mizar-Alcor e os enxames globulares M3 e M5. No dia seguinte, observámos Enif, uma estrela supergigante cujo futuro é desconhecido porque a sua massa – determinante na evolução da estrela – está no limite entre duas categorias de estrelas, e que portanto, pode explodir numa supernova ou numa anã-branca dum tipo raro, neon-oxigénio. Além disso, vimos os enxames abertos, M6, M7 e M15 e uma nebulosa com um enxame, M8.

Em Évora, as OAs foram no miradouro no cimo do Alto de São Bento, perto do Convento de São Bento de Cástris na

Malagueira. Nem as poucas nuvens, nem o curto incêndio que deflagrou perto do local de observação nos impediram de apontar os nossos 2 telescópios Mizar, o TAL-1 e o TAL-2 para o céu. Estes equipamentos são ambos reflectores newtonianos russos muito semelhantes, mas com dimensões distintas. "Grosso modo, a abertura regula a quantidade de luz e a resolução óptica e o comprimento [regula] o zoom" diz o João Fortunato, colaborador da Astro que sabe bem do que fala. O TAL-1 assenta numa montagem do tipo equatorial e no tripé de série enquanto o TAL-2 é



M15 - Imagem captada pela Astro

## Mitologia dos Céus

por João Luís, aluno do 3º ano do Mestrado Integrado em Eng. Física Tecnológica, IST

Quem olha o céu numa noite limpa e estrelada ignora por vezes o significado histórico e mitológico das constelações que observa. Graças ao facto de Portugal partilhar a sua latitude na Terra com a Grécia, o céu nocturno que observamos está repleto de interpretações criadas pelos antigos gregos, e conta-nos histórias fantásticas da sua mitologia.

A Ursa Maior, ou Arado, é uma das constelações mais facilmente identificáveis no nosso céu e apresenta-nos três histórias da mitologia grega. Sozinha, esta constelação é interpretada como a personagem Calisto, amante de Zeus, transformada em ursa por Hera, mulher de Zeus, num ataque de ciúmes. Juntamente com a Ursa Menor, constelação à qual pertence a estrela polar, esta constelação representa Andrasteia, uma de duas ninfas (Ida, a segunda ninfa, representada pela Ursa Menor) que esconderam Zeus do seu pai assassino, Cronos. As duas ursas podem ainda, juntamente com a constelação do Boieiro, representar os animais dos quais este é domador, com a ajuda dos Cães de Caça, representados por baixo da Ursa Maior. Arcturus, a estrela mais brilhante do hemisfério celeste

norte, situada na constelação do boieiro, deve o seu nome ao grego "guardador de ursos".

A história de Hércules e dos seus doze trabalhos, contada no poema épico da Heracleia, é-nos também referenciada no céu. O Dragão, uma grande constelação circumpolar que separa no céu a Ursa Maior da Ursa Menor, representa a Hidra de Lerna, um monstro fantástico filho dos monstros Tifão e Equidna, com corpo de dragão e nove cabeças de serpente, que Hércules teve de matar no seu segundo trabalho. Hércules é desenhado no céu ajoelhado, de arma em punho, com um pé assente na cabeça do Dragão, a norte, representando assim a sua vitória.

A este das ursas estão representadas quatro personagens relacionadas entre si, Cassiopeia, Cefeus, Andrómeda e Perseu. Perseu, filho de Zeus, é uma personagem heróica que representa o guerreiro enviado para matar a Górgona, Medusa, que transformava em pedra qualquer pessoa que a olhasse nos olhos. Cassiopeia e Cefeus representam respectivamente a rainha e o rei da Etiópia, na mitologia grega. Cassiopeia, personagem vaidosa e arrogante, afir-



M8 - Imagem captada pela Astro

associado a uma montagem motorizada e a um tripé alternativo. À medida que nos foi sendo possível comprar novo material fomos “fazendo LEGO” para melhorar o nosso arsenal. Às vezes acontecem problemas e avarias, desta vez foi um mau contacto que o Pedro Cosme detectou e corrigiu, “engenheirando” uma solução que envolveu cera derretida para colar dois condutores, porque não tinhamos nem solda, nem ferro de soldar à mão. Alguns anos de MEFT dão nisto.

Em Beja, escolhemos o Campo Desportivo Fernando Mamede da Câmara Municipal. A nebulosidade e a iluminação de alguns candeeiros foram suficientes para nos obrigar a acabar a atividade um pouco mais cedo, mas não sem antes mostrar aos participantes alguns astros. Para quem gosta de saber, o processo de montagem do telescópio mais pequeno resume-se a enroscar três parafusos e uma rosca, seguindo-se a calibragem do buscador – uma pequena luneta acoplada paralelamente ao tubo e que, tendo um campo de visão mais amplo, facilita a localização dos objectos. O TAL-2, o telescópio maior, tem um processo de montagem um pouco mais complexo. Depois, as montagens são alinhadas à estrela Polar e estamos quase prontos para começar. Enquanto no TAL-1 já podemos observar, no outro aparelho temos a opção de calibrar

mava ser mais bela que as Nereidas, filhas de Poseidon, orgulho que levou Poseidon a enviar um monstro marinho para sacrificar a sua filha, Andrómeda, que veio a ser salva então por Perseu, recebendo-o em casamento. Ao saber deste interesse, Cefeu quis matar Perseu, mas este, após ter decapitado a Medusa, utilizou a sua cabeça para o converter em pedra.

Estas são apenas três de muitas histórias que as estrelas nos contam, e conhecer as histórias e as suas personagens é um passatempo que nos ajuda a compreender a associação das constelações e as suas posições no céu, permitindo-nos de uma maneira interessante melhorar a nossa orientação através do globo celeste. ■

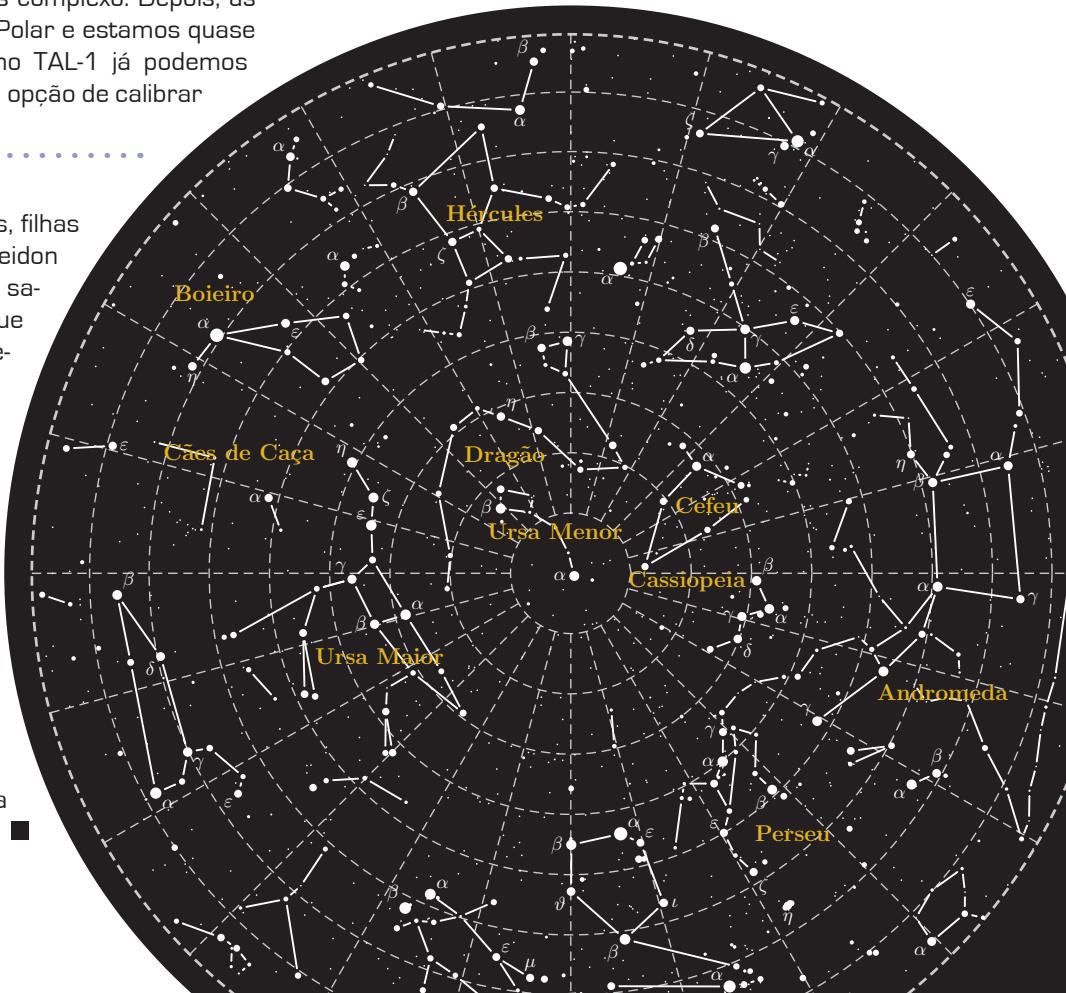
um sistema inteligente, baseado no tempo, nas coordenadas geográficas da nossa posição e na calibragem imposta pelo utilizador que aponta o telescópio a 3 estrelas escolhidas pelo sistema e que além de corrigir a rotação do céu ao longo do tempo, permite que a partir daí se passe de observar um objecto para outro, com alguns cliques num comando, bastante útil para os que não conseguem decorar constelações.

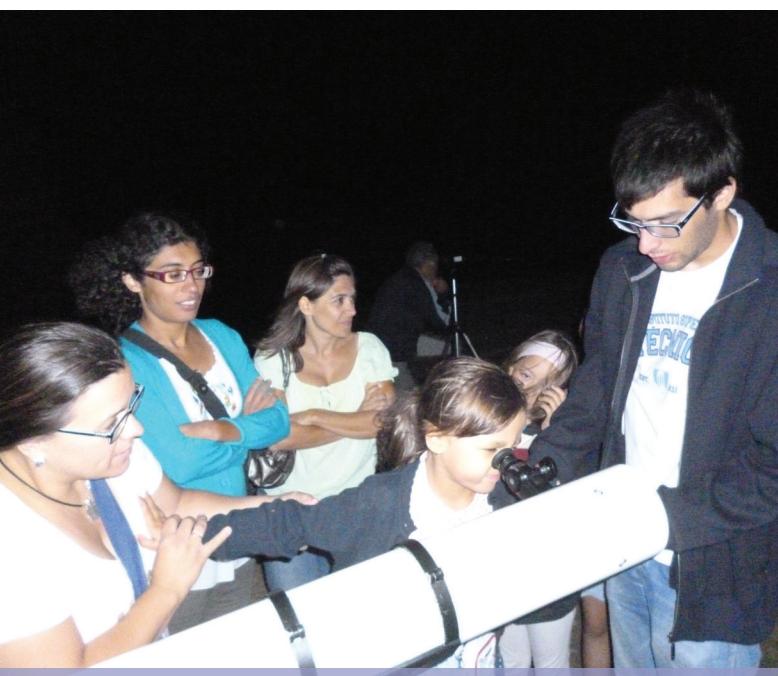
As últimas OAs aconteceram no Castelo de Sesimbra. A actividade foi cancelada num dos dias, – culpa do nevoeiro – mas no outro o céu apresentou-se limpo, embora com alguma humidade. Foi a observação com mais audiência: mais de 50 pessoas participaram ao longo da noite. Além das observações noturnas, porque os dias em Sesimbra estavam convidativos, quisemos observar o Sol. Foi então necessário montar o telescópio Coronado que assenta num tripé vulgar e é de montagem simples. E ainda bem que as-

*“Nem as poucas nuvens, nem o curto incêndio (...) nos impediram de apontar os telescópios ao céu.”*

sim fizemos já que nos foi possível ver algumas erupções solares – ejeções de material e energia a partir da superfície do Sol. A razão pela qual os nossos olhos não ficam danificados é a existência dum filtro H-alpha que transmite apenas uma estreita faixa do espectro de radiação emitida pela estrela, centrada no comprimento de onda correspondente à transição do electrão do hidrogénio, do 3º nível de energia para o 2º.

Fazemos um balanço positivo destes eventos. Não só acumulámos experiência em observação astronómica, como





Observação astronómica levada a cabo pela Astro

## Ciência Viva no Verão

A Ciência Viva no Verão é um projeto da Ciência Viva que promove actividades de divulgação científica num ambiente de férias, em várias áreas, entre as quais a astronomia, sob o título *Astronomia no Verão*. As actividades são gratuitas, para todos, e, além de educativas e interessantes, são divertidas.



também ficámos motivados pela atitude dos participantes, que fizeram imensas perguntas, é este tipo de reacção que nos puxa para a divulgação. Esperamos que tenham ficado com uma ideia mais precisa acerca das observações astronómicas e até a saber um pouco mais de astronomia. Não esquecemos que a actividade nos permitiu afinar conhecimentos, divertirmo-nos e falar sobre projectos futuros da Astro, que neste momento já estão a acontecer.

Se estás interessado em astronomia e em física e quiseres falar ou colaborar connosco contacta-nos através de [astro@nfist.ist.utl.pt](mailto:astro@nfist.ist.utl.pt). ■

## Investigação no MEFT Geodésicas Nulas em Relatividade Geral

por Francisco Lopes, aluno do 3º ano do Mestrado Integrado em Eng. Física Tecnológica, tutorado pelo Professor José Natário do Departamento de Matemática do Instituto Superior Técnico. Trabalho suportado pelo Programa Novos Talentos em Matemática da Fundação Calouste Gulbenkian

Considera-se uma métrica estática esfericamente simétrica, isto é, da forma:

$$ds^2 = -e^{2\phi(r)} dt^2 + \frac{1}{1 - \frac{2m(r)}{r}} dr^2 + r^2 (d\theta^2 + \sin^2 \theta d\varphi^2)$$

onde  $m(r)$  é a massa gravitacional,  $\phi(r)$  o potencial gravítico,  $(r, \theta, \varphi)$  as coordenadas esféricas. O tensor energia-momento é dado por:

$$T_{\mu\nu} = \begin{bmatrix} \rho e^{2\phi} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{P_r}{1 - \frac{2m(r)}{r}} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & P_t r^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_t r^2 \sin^2 \theta \end{bmatrix}$$

onde  $\rho$  é a densidade,  $P_r$  a pressão radial e  $P_t$  a pressão tangencial.

Vamos assumir que  $\rho \geq 0$  e que  $P_r \geq 0$ . Estas hipóteses fazem sentido fisicamente, apesar de se poderem utilizar outras, tais como a condição de energia dominante. O trabalho consiste em obter, nas condições referidas, a demonstração do efeito de Shapiro (válida em campos gravitacionais fortes), isto é, que o tempo (seja próprio,  $\Delta\tau$ , medido por um observador estacionário em  $r = R$ , ou de coordenadas  $\Delta t$ , medido por um observador estacionário em  $r = \infty$ ) que um raio luminoso demora a viajar de um ponto da esfera em  $r = R$  ao seu ponto antípoda é maior ou igual que  $2R$ , sendo igual a  $2R$  apenas no limite de Minkowski, ou seja, na ausência de campo gravitacional.

Foi possível fazê-lo, mas no caso de  $\Delta\tau$  apenas para geodésicas nulas (raios de luz em Relatividade Geral) que não saem da esfera  $r = R$ , sendo que este problema ficou em aberto.

Além disso encontrámos a distribuição de massa que minimiza  $\Delta\tau$ , que corresponde à massa  $m(r)$  ser um delta de Dirac centrado em  $r = R$ . Nesta distribuição de massa, tem-se, fisicamente, que  $P_r = 0$  para  $r < R$ , devido à ausência de massa nesta região. Sendo assim a camada esférica que inclui a massa  $M$  tem que ser suportada pela pressão tangencial, numa situação em que as partículas estão em órbita. Para avaliar  $P_t$  utilizámos as equações de Einstein, com pressão radial nula e obtivemos  $P_t > 0$ , o que indica que a distribuição é fisicamente possível. ■

## Agenda Científica



### Ciclo de conferências "Matemática: Ciência da Natureza"

**LOCAL:** Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa

**DATA:** 14/11/2012 **ORADOR:** André Neves, Imperial College  
**TEMA:** Trigamia intelectual: Poincaré, Hamilton e Perelman

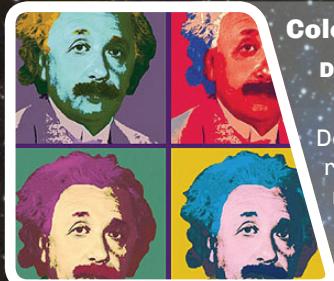
**DATA:** 12/12/2012 **ORADOR:** Jorge Buescu, Universidade de Lisboa  
**TEMA:** A Matemática, o Universo e tudo o resto



### Da Physica à Engenharia - A Coleção do Museu de Física do ISEL

**DATA:** Até Julho de 2013 **LOCAL:** Museu de História Natural e da Ciência, Lisboa

Numa altura em que se comemoram os 160 anos da fundação do ISEL, apresenta-se ao público uma coleção de instrumentos oitocentistas, proveniente do antigo Instituto Industrial de Lisboa.



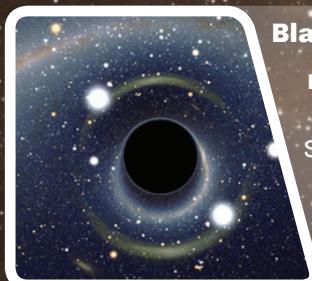
### Colóquio Internacional "Artes e Ciências em diálogo"

**DATA:** 18 e 19 de Janeiro de 2013. **LOCAL:** Universidade do Algarve, Faro

Debate frutuoso entre as diferentes áreas das ciências (exatas, naturais, humanas, médicas...) e as diferentes áreas artísticas (literatura, música, artes visuais...) sobre não apenas aquilo que as distingue ou distancia, mas também sobre aquilo que podem ter em comum ou que as pode aproximar.

## Colóquios do Departamento de Física - IST

Mais informações em <http://fisica.ist.utl.pt>



### Black Holes: Probes of the Cosmos and Fundamental Physics

**DATA:** 31/10/2012 **ORADOR:** Frans Pretorius **LOCAL:** VA3, IST

Serão discutidos a colisão de solitões e buracos negros, resultados recentes do destino de uma "black string" em 5 dimensões e a instabilidade de Gregory-Laflamme. Finalmente, vai ser abordada a relação destes processos com a censura cósmica.



### Can a sixteenth century scientist still be interesting today?

**DATA:** 07/11/2012 **ORADOR:** Henrique Leitão **LOCAL:** VA3, IST

A história do mais ilustre matemático português, Pedro Nunes (1502-1578).



### Level-crossing phenomena in astrophysics

**DATA:** 21/11/2012 **ORADOR:** Palash Pal **LOCAL:** VA3, IST

Os sistemas quânticos de dois níveis e as consequências de parâmetros ajustáveis, que têm como aplicação a compreensão do fluxo de neutrinos solares.

# SEMANA DA FÍSICA XVI

18 a 22 de Fevereiro de 2013

Instituto Superior Técnico - Lisboa

## CIRCO DA FÍSICA

Conjunto de experiências de física

## ASTRONOMIA

Sessões de Planetário e Observações Astronómicas

## MINI-CURSOS/PALESTRAS

Temáticas variadas e preparadas por alunos e professores

A FÍSICA VAI LÁ ESTAR... E TU?

Mais informações em <http://sf16.nfist.pt>

### Prémio Nobel da Física 2012 para a Óptica Quântica

O norte-americano David Wineland e o francês Serge Haroche foram premiados com o Nobel da Física 2012 por desenvolverem "métodos experimentais inovadores que permitem medir e manipular sistemas quânticos individuais", anunciou o Comité Nobel. Os investigadores desenvolveram, individualmente, um método que preserva a sua natureza quântica, de maneiras anteriormente consideradas inalcançáveis.

