

O PROTÃO É, AFINAL, MAIS PEQUENO!

Joaquim Santos

Centro de Instrumentação - Departamento de Física da Universidade de Coimbra, Grupo de Instrumentação Atómica e Nuclear, Rua Larga, 3004 516 Coimbra

jmf@gian.fis.uc.pt

<http://gian.fis.uc.pt/pt/index.html>

Uma equipa internacional de investigadores (<https://muhy.web.psi.ch/wiki/>), da qual faz parte um grupo de investigadores portugueses das universidades de Coimbra e Aveiro, verificou que o protão é, afinal, mais pequeno do que o assumido até agora pela comunidade científica. Este resultado surpreendente foi obtido numa experiência com um nível de precisão sem precedentes e foi publicado em Julho passado na prestigiada revista Nature [1], tendo sido escolhido para capa da referida revista.

O protão, um dos constituintes básicos de toda a matéria, é, na realidade, mais pequeno do que se pensava. O valor obtido nesta experiência para o raio do protão é dez vezes mais preciso mas, surpreendentemente, 4% menor do que o valor assumido até agora. As consequências desta discrepância estão ainda por esclarecer, não se sabendo actualmente qual o alcance das suas implicações na Física, podendo, no limite, vir a questionar a validade de uma das teorias fundamentais mais sólidas ou fazer alterar o valor da constante física fundamental de maior precisão, a constante de Rydberg.

O hidrogénio é o mais simples de todos os átomos, pois consiste num único protão à volta do qual orbita um único electrão. Dada a sua simplicidade, o átomo de hidrogénio é o melhor objecto para a investigação de questões de base da Física Quântica.

A teoria da Electrodinâmica Quântica, que descreve a interacção entre a luz e a matéria, fornece previsões sobre propriedades atómicas com elevada precisão. O conhecimento, com elevada precisão, do tamanho do protão, em especial o seu raio de carga, é o factor limitativo para a comparação entre os valores medidos em experiências de espectroscopia atómica e aquela teoria. Até ao presente, o valor aceite pela comunidade científica para o raio do protão é conhecido com uma precisão de apenas 1%, obtido a partir de experiências de espectroscopia do átomo de hidrogénio.

A presente colaboração tinha como objectivo melhorar dez vezes a precisão do raio de carga do protão, através da implementação de uma experiência de tal modo arrojada tecnicamente. No átomo de hidrogénio, o electrão foi substi-

tuído por uma partícula semelhante mas 200 vezes mais pesada, o muão. Este facto implica que a orbita do muão se encontre 200 vezes mais próxima do protão, incrementando deste modo o efeito do tamanho do protão nos resultados de espectroscopia do hidrogénio muónico.

Desde os anos 70 que investigadores do Paul Scherrer Institute, na Suíça, perseguiram o objectivo de determinar o raio do protão utilizando hidrogénio muónico. No entanto, foram necessários 40 anos para que a concepção dessa ideia pudesse vir a ser materializada, devido ao facto de terem que ser ultrapassados muitos desafios técnicos e experimentais, entre os quais o facto de o muão ser uma partícula instável e sobreviver apenas durante cerca de dois milionésimos de segundo. A concretização deste sonho foi finalmente possível com a agregação de várias equipas em que cada uma contribuiu com a sua especialização nas áreas de Física de Aceleradores, Física Atómica, Física dos Lasers e Física dos Detectores de Radiação.

A equipa portuguesa, coordenada por elementos do Centro de Instrumentação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, foi responsável pelo sistema de detecção de raios-x, um dos sistemas pilares da experiência e teve um papel importante no desenvolvimento do sistema de aquisição e processamento dos sinais desses detectores. No início, foi convidada a participar nesta colaboração para implementar detectores de raios-x de baixa energia, que haviam sido desenvolvidos e estudados em detalhe no Centro de Instrumentação. Estes estudos haviam sido realizados no âmbito dos trabalhos de doutoramento do aluno João Veloso, agora Professor da Universidade de Aveiro. A compactidade, área de detecção elevada e excelente resolução em energia eram bons argumentos para a sua utilização na experiência. Contudo, a partir de 2002, a colaboração acabou por optar pela utilização de detectores

de fotodíodos de avalanche já existentes no mercado e também então em estudo no nosso Centro, no âmbito dos trabalhos de doutoramento do aluno Luís Fernandes, agora Investigador da FCTUC. A maior compactidade e simplicidade de operação dos fotodíodos de avalanche foram os argumentos decisivos para a sua escolha, mesmo sacrificando em parte a área de detecção e a resolução em energia. Desde então foram optimizados vários parâmetros experimentais de modo a obter-se um melhor desempenho deste tipo de detectores. O desempenho do sistema de detecção de raios-x foi notável, o que contribuiu significativamente para o sucesso da experiência.

Em 2002, 2003 e 2007 foram encetadas tentativas infrutíferas. Pensou-se que o sistema laser não era suficientemente rápido e potente. Concluiu-se, a

Cortesia de Macmillan Publishers Ltd.
(Nature, copyright 2010)



posteriori, que se tinha estado a emitir impulsos de laser com a frequência errada, pois tinham por base o valor até então conhecido para o raio do protão. A descoberta deu-se no verão de 2009. Após três meses de montagem intensiva de todo o sistema experimental e três semanas de recolha de dados, 24 horas por dia, na noite de 5 de Julho de 2009 decidiu-se alargar a gama de frequências do laser e finalmente pudemos observar, de forma inequívoca, o sinal há muito procurado.

Depois de uma longa e cuidada análise dos resultados, o valor obtido para o raio do protão, 0,84184 fm (1 fm = 1 femtometro = 10^{-15} m), tem uma precisão dez vezes superior à anterior, mas encontra-se em clara discordância com o valor aceite até então (0,8768 fm). As razões para esta discrepância estão a ser analisadas e discutidas pela comunidade científica. Neste momento tudo se encontra em aberto, desde as medidas anteriores de elevada precisão aos cálculos teóricos complexos e até, possivelmente, à teoria fundamental mais testada, a própria Electrodinâmica Quântica. No entanto, antes de ser questionada a validade desta teoria, têm que ser verificados alguns cálculos teóricos. Uma ajuda para o esclarecimento das dúvidas levantadas poderá ser a próxima experiência, planeada para 2012, onde esta equipa de cientistas irá investigar o hélio muónico, através da mesma técnica, para determinar o seu raio de carga. Os meios técnicos e científicos já existem para o efeito.

Participaram na colaboração 32 cientistas provenientes de três continentes. A experiência foi realizada no Paul Scherrer Institute, Suíça, devido ao facto de possuir o feixe de muões mais intenso do mundo. O sistema laser foi desenvolvido pelas equipas francesa e alemã. Os detectores de raios-x foram da responsabilidade da equipa portuguesa. O sistema electrónico de controlo foi da responsabilidade da equipa suíça. Houve ainda contribuições por parte de elementos dos Estados Unidos e de Taiwan. A equipa portuguesa é composta por oito investigadores, sendo seis investigadores do Centro de Instrumentação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra – Professor Joaquim Santos, Coordenador do CI, Doutor Luís Fernandes, Doutor José Matias (Prof. Adjunto do ISEC), Doutor João Cardoso, Mestre Fernando Amaro e Mestre Cristina Monteiro, membros do CI, e dois investigadores da Universidade de Aveiro – Professor João Veloso e Doutor Daniel Covita. Ambos os grupos portugueses são internacionalmente reconhecidos pelos seus conhecimentos e perícia na área dos detectores de radiação.

Em particular, refira-se que a equipa alemã é liderada pelo Prof. Dr. Theodor W. Hänsch, Prémio Nobel da Física em 2005.

A participação da equipa portuguesa na futura experiência de elevada relevância conta com o financiamento da Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), Lisboa, através do projecto PTDC/FIS/102110/2008.

Como foi medido o raio do protão

Muões de baixa energia (alguns keV), são enviados num feixe e “parados” num alvo de hidrogénio. O muão passa a ocupar uma órbita “mais interior” no átomo de hidrogénio, “empurrando” para fora o electrão e formando o hidrogénio muónico, μH . Este átomo exótico fica inicialmente num estado excitado ($N \sim 14$) e decai rapidamente (alguns ns) para o estado fundamental, levando à emissão de raios-x de 2 keV da transição 2p-1s. Contudo 1% das vezes o μH acaba no estado metaestável 2s.

Deste modo, quando um muão é parado no alvo de hidrogénio é disparado um impulso laser sobre o alvo, o qual ocupa uma cavidade óptica que é, então, varrida pelo impulso laser. Ao varrer a cavidade, os fotões do laser poderão incidir sobre o átomo do hidrogénio muónico que estiver no estado 2s e promover a transição 2s-2p, se o comprimento de onda do laser estiver em ressonância com a diferença de energias (chamada desvio de Lamb) entre aqueles dois estados. Ao atingir o estado 2p o hidrogénio muónico decai imediatamente para o estado fundamental, emitindo um raio-x com uma energia de 2 keV.

O comprimento de onda do laser é ajustável, na região das microondas. Fazendo coincidências entre o disparo do laser (que chega à cavidade umas largas centenas de ns depois do muão ser “parado” no alvo) e a detecção de raios-x de 2 keV, poderemos obter a curva de ressonância para a transição 2s-2p, medindo o número de raios-x de 2 keV detectados em coincidência com o disparo do laser. Deste modo, obtemos o valor do desvio de Lamb com um erro dado pela largura intrínseca da transição 2s-2p. O desvio de Lamb permite determinar directamente o valor do raio do protão, de acordo com as formulações teóricas desenvolvidas a partir da Electrodinâmica Quântica.

1. Randolph Pohl, Aldo Antognini, François Nez, Fernando D. Amaro, François Biraben, João M. R. Cardoso, Daniel S. Covita, Andreas Dax, Satish Dhawan, Luis M. P. Fernandes, Adolf Giesen, Thomas Graf, Theodor W. Hänsch, Paul Indelicato, Lucile Julien, Cheng-Yang Kao, Paul Knowles, Eric-Olivier Le Bigot, Yi-Wei Liu, José A. M. Lopes, Livia Ludhova, Cristina M. B. Monteiro, Françoise Mulhauser, Tobias Nebel, Paul Rabinowitz, Joaquim M. F. dos Santos, Lukas A. Schaller, Karsten Schuhmann, Catherine Schwob, David Taqqu, João F. C. A. Veloso & Franz Kottmann, “The size of the proton”, *Nature* 466 (7303), pág. 213-216 (2010).
DOI: 10.1038/nature09250

OBITUÁRIOS: M. ALVES MARQUES E J. RESINA RODRIGUES

Filipe Moura

Nesta edição da Gazeta homenageamos duas personalidades da física em Portugal, recentemente falecidas: os Professores Manuel Alves Marques (a 6 de Abril) e João Resina Rodrigues (3 de Junho). Dois percursos paralelos, na vida e na universidade – nasceram no mesmo ano, e cursaram engenharia no Instituto Superior Técnico. Alves Marques veio a ser o primeiro doutorado desta instituição (ver artigo na pág.13, Resina optou pelos caminhos da filosofia, acumulando o sacerdócio com a investigação. As aulas de ambos no Técnico influenciaram várias gerações de físicos e engenheiros. Ficam aqui algumas recordações pessoais de um ex-aluno.

João Resina Rodrigues (1930 - 2010)

Estudante de Engenharia Química no Instituto Superior Técnico, tendo sido colega de curso de Maria de Lurdes Pintasilgo, viria posteriormente a ordenar-se sacerdote, tendo-se doutorado em Filosofia na Universidade de Lovaina. Regressou ao Instituto Superior Técnico como docente de História da Ciência, tendo testemunhado de perto as convulsões e crises académicas da escola antes de 1974. Ao mesmo tempo manteve sempre a actividade de sacerdote, sendo prior da Capela do Rato, que funcionava como lugar de reunião de católicos anti-salazaristas. Por estas razões era elemento suspeito para o regime fascista, tendo sido vigiado pela PIDE durante as suas homilias e mesmo fora da igreja.

Já depois do 25 de Abril continuou como sacerdote e a dar aulas de física (História das Ideias e Mecânica Analítica) no Instituto Superior Técnico, tendo sido professor de diversas gerações de alunos. Das suas aulas recordo o profundo respeito pela diversidade de opiniões. Resina era um homem que sabia ouvir, e respeitava quem pensasse de forma diferente da sua. Nas suas aulas falava-nos do valor inquestionável da ciência (ele próprio foi cientista) e jamais se serviu da sua posição de docente no ensino superior público para qualquer tipo de proselitismo. Fazia questão de frisar que não estava interessado ali em saber se éramos crentes ou não.

A título pessoal, recordo a aula teórica que ele teve de dar de pé em cima da secretária num anfiteatro do Pavilhão Central, para chegar a um quadro que estava avariado,

e que ele próprio classificou como “aula de alto nível”... Recordo também as aulas práticas, onde enfatizava os conceitos essenciais (algo que todo o bom professor deve fazer) com a famosa expressão “não saber isto é pior que cuspir na sopa”. Se eu lhe colocava alguma questão que ele achava que eu deveria saber, ele respondia, num tom levemente irritado: “Ó homem, não me chateie!” Logo de seguida arrepentia-se e, num tom algo condescendente mas que revelava toda a sua bondade, recordava-me: “Eu provei isso na aula teórica!” Será recordado por quem o conheceu. Como diria Vinicius, eu, que não creio, peço a Deus pelo Prof. Resina.

Manuel Alves Marques (1930 - 2010)

O local era um laboratório de Física Experimental no Instituto Superior Técnico, e as personagens um professor, um assistente e três alunos (um dos quais eu) que queriam realizar a experiência de birrefringência. O objectivo era estudar esta propriedade de certos cristais anisótropos, que consiste em haver índices de refração diferentes para polarizações diferentes da luz. Para observarmos este fenómeno, precisávamos de luz linearmente polarizada. Como é bem sabido da óptica elementar, se incidirmos um feixe laser na superfície de um material normal com um ângulo bem preciso, característico desse mesmo material (o chamado ângulo de Brewster), a luz reflectida é completamente (isto é, linearmente) polarizada.

Era essa luz que procurávamos obter (para depois incidir no cristal birrefringente). O assistente do laboratório assegurava-nos que o professor lhe havia garantido que o bloco reflector se encontrava já disposto no ângulo de Brewster relativamente ao feixe incidente, pelo que não precisávamos de nos preocupar em encontrá-lo. Só tínhamos que ligar o laser. De seguida, para efeitos de controlo, passávamos a luz reflectida por um polarizador, que rodávamos. Só que, por mais voltas que déssemos, não havia ângulo do polarizador para o qual não houvesse luz refractada. Dito de uma forma mais simples

(conclusão reforçada após trocas de polarizadores, sempre com o mesmo resultado): claramente, a luz reflectida por aquele bloco não estava polarizada como deveria.



Prof. Manuel Alves Marques (direita), junto dos Profs. Rui Marques (Un. Coimbra) e Paula Bordalo (IST), em 2004.

Que conclusão é que físicos teóricos (que era o que dois dos alunos se viriam a tornar) imediatamente retiram de uma situação como esta? Logicamente, a única fornecida pela teoria de Maxwell: “o bloco não está no ângulo de Brewster!” O assistente concordou, e assim se iniciou a “busca do ângulo de Brewster”. Rodávamos o bloco mais um grau, menos um grau, num e noutro sentido, e íamos testando a polarização do feixe reflectido. Para todos os ângulos, rodávamos o polarizador e não havia maneira de o feixe se anular.

Já não sabíamos, nós nem o assistente, o que fazer mais, quando entrou no laboratório o professor (Manuel Alves Marques). Perguntou-nos se estava tudo a correr bem. Quando lhe contámos o que se passava, e como tínhamos procedido, isto é, que tínhamos alterado a disposição do “seu” laboratório, inalterado (tal como ele) ao longo de tantos anos, fulminou-nos e os seus olhos quase saltavam das órbitas:

— Ponham tudo como estava!

Ao verificar que tínhamos tomado nota da posição inicial do reflector, e que nos foi de facto possível

colocar tudo como estava inicialmente, a sua voz retomou o habitual tom calmo e quase sumido.

De seguida, sacou de um lenço do bolso da gabardina que trazia quase sempre vestida, fizesse chuva ou fizesse sol, e com ele esfregou o bloco reflector, no ponto de incidência do laser, enquanto nos explicava:

— Deve haver aqui alguma impureza!

E de facto, após a limpeza do bloco, bastou uma rotação do polarizador para extinguir o feixe: a luz era linearmente polarizada. A falha não era do ângulo de Brewster!

Este episódio exemplar permitiu-nos aprender que, embora a física tenha por objectivo a explicação de todos os fenómenos naturais, no mundo real estes dependem de muitos motivos, raramente podendo ser explicados por aplicação directa das teorias mais simples.

No fim da aula, sem que o prof. Alves Marques nem o assistente o vissem, ainda pensámos em voltar a rodar o bloco, desta vez retirando-o propositadamente do ângulo de Brewster, para os nossos colegas que fizessem a experiência a seguir nos contarem qual tinha sido a reacção do assistente (que assistira ao episódio tão surpreendido como nós). Talvez, em lugar de rodar o bloco, ele passasse o resto da aula a poli-lo: “Eu sei o que isto é! É uma impureza!”

Não fizemos tal maldade. Nem os nossos colegas nem o pobre assistente a mereciam. Muito menos o prof. Alves Marques, que dedicou toda a sua vida à física e que, por isso, mereceu e merece, agora na hora do seu desaparecimento, o nosso respeito.

Cortesia Paula Bordalo.



Aconteceu

Fernando Nogueira

OLIMPÍADAS REGIONAIS DE FÍSICA

Decorreram no passado dia 24 de Abril as XXVI Olimpíadas Regionais de Física. Participaram neste evento 943 alunos de 318 escolas de todo o país, agrupados em dois escalões etários: 561 alunos do 9º ano competiram no escalão A e 382 alunos do 11º ano concorreram ao escalão B. As provas tiveram lugar nos Departamentos de Física das Universidades do Porto e de Coimbra e no pólo do Instituto Superior Técnico no Taguspark, em Oeiras. Embora as provas (uma prova teórica e uma prova experimental) sejam as mesmas para todas as delegações da SPF, as escolas participam nesta fase das olimpíadas deslocando-se à delegação da SPF a que estão associadas. Os vencedores da etapa regional foram:

Escalão B

Região Norte

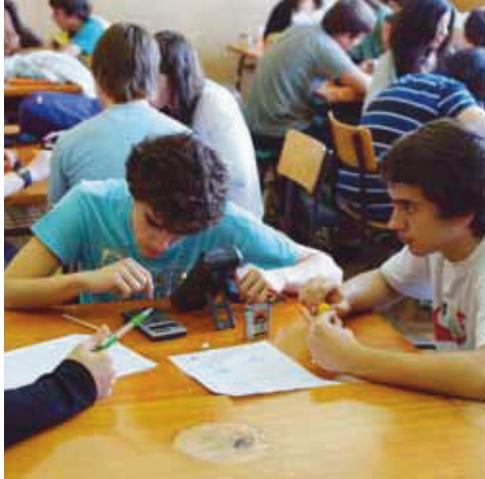
1. Bruno Rodrigues Pacheco Murta (E.S. Carlos Amarante, Braga)
2. Rui Pedro Azevedo (Colégio Luso-Francês, Porto)
3. José Manuel Salazar Ribeiro (Externato Delfim Ferreira, Riba de Ave)
4. Hugo Miguel Guedes Pereira dos Santos (E.S. António Sérgio, Vila Nova de Gaia)
5. José Pedro Castro Fonseca (E.S. D. Afonso Sanches, Vila do Conde)
6. Luís Filipe Cleto (Colégio Luso-Francês, Porto)
7. Mafalda Araújo Machado (Externato Delfim Ferreira, Riba de Ave)
8. Pedro José Cerqueira Pinto (Colégio de S. Gonçalo, Amarante)
9. Rafael Teixeira (E.S. de Mirandela, Mirandela)
10. Ricardo Miguel Sá Reis Veloso (Colégio Liceal de Santa Maria de Lamas, Santa Maria de Lamas)

Região Centro

1. Nuno Miguel Pereira (E.S. de Albergaria-a-Velha, Albergaria-a-Velha)
2. Henrique Silva Fernandes (E.S. Felismina Alcântara, Mangualde)
3. Bernardo Daniel Cruz (E.S. de Sever do Vouga, Sever do Vouga)
4. Fábio Moreira Barbosa (Colégio Frei Gil, Bustos)
5. José Nuno Azevedo Gomes Teixeira (E.S. Alves Martins, Viseu)
6. Paulo José Pina Barreto Augusto (E.S. Avelar Brotero, Coimbra)
7. João Matias Marques (Instituto Educativo do Juncal, Juncal)
8. José Fernando Duarte Marques (E.S. Avelar Brotero, Coimbra)
9. Ana Margarida Coutinho Mota (E.S. de Viriato, Viseu)
10. Emanuel Almeida Crespo (Colégio Frei Gil, Bustos)

Região Sul e Ilhas

1. Rodrigo Toste Gomes (E.S. Vitorino Nemésio, Praia da Vitória)
2. Leonor Aires Figueiredo (E.S. de S. Lourenço, Portalegre)
3. David João Brandligt Jesus (E.S. de Albufeira, Albufeira)
4. Pedro Miguel Cacais Rua Azevedo (Colégio de Stª Doroteia, Lisboa)
5. André Calado Coroado (E.S. c/ 3º ciclo do Restelo, Lisboa)
6. Nuno Marques Andrade (E.B. 2,3+S de Salvaterra de Magos, Salvaterra de Magos)
7. Shane Beato (E.T.L. Salesiana de Stº António, Estoril)
8. Carolina José Matos Teixeira (E.S. Francisco Franco, Funchal)
9. Emanuel Lopes (E.T.L. Salesiana de Stº António, Estoril)
10. João Paulo Dinis (E.S. Vitorino Nemésio, Praia da Vitória)



Escalão A

Região Norte

1. Lara Romana Ribeiro Dias, Ana Beatriz Dias da Graça e Nicole da Silva Lopes (Externato Delfim Ferreira, Riba de Ave)
2. Catarina Afonso Vale, Inês Noites Martins e Raífaela Gonçalves Lopes (E.S. da Maia, Maia)
3. Nuno Filipe Sousa da Costa, Catarina Miguel Martins Vieira e Mário Domingos de Jesus Neves (E.S. de Rio Tinto, Rio Tinto)

Região Centro

1. Bernardo da Silva Alves, João Luís Janela e Rita Gomes Teixeira (E.B. 2,3 Eugénio de Castro, Coimbra)
2. Carlos Miguel Garrido, Maria Inês Faria e Henrique Miguel Domingos (E.B. 2,3 Grão Vasco, Viseu)
3. José Eduardo Rosa, Nuno Miguel Gonçalves e Pedro Abranches Carvalho (E.S. Infanta D. Maria, Coimbra)

Região Sul e Ilhas

1. João Miguel Capinha de Araújo, Luís Martins Baptista Franco e Simão Rafael Caetano de Fonseca (E.S. c/ 3º ciclo de Raul Proença, Caldas da Rainha)
2. Isabel Rodrigues, Sofia Brasil e José Nogueira (E.B.+S. Tomás de Borba, Angra do Heroísmo)
João Pedro de Barros Gomes Cruz Almeida,
3. Filipe Manuel Andrade Matos e Maria Laura Vicêncio Lisboa (Academia de Música de Stª Cecília, Lisboa)

Em paralelo, e também após as provas, realizaram-se várias iniciativas dirigidas aos alunos e aos professores que os acompanharam: palestra “Sismos: causas, efeitos e sinais precursores” pela Profª. Dra. Teresa Seixas, palestra “O raio verde”, pelo Prof. Dr. José Luis Santos, palestra “Lasers: a luz

super concentrada” pelo Prof. Dr. Hélder Crespo e visita ao Planetário (Delegação Regional do Norte), palestra “O início e a Física do LHC no CERN”, pelo Prof. Dr. João Carvalho e visitas aos Museus de Física, da Ciência e Machado de Castro, à Universidade de Coimbra e ao Jardim Botânico (Delegação Regional do Centro) e espectáculo com a Tuna do IST, *Peddy-paper* e visita às instalações do IST/Taguspark, visita à sala de controle de satélites, apresentação ao vivo do projecto Fórmula “Student” e do projecto do robot do IST, palestra “Detecção de Cinzas Vulcânicas” pelo Prof. Dr. João Fonseca e visita a Monumentos de Oeiras (Delegação Regional Sul e Ilhas).

OLIMPIADAS NACIONAIS DE FÍSICA

As XXVI Olimpíadas Nacionais de Física foram mais uma vez organizadas pela Delegação Sul e Ilhas da SPF e decorreram no Museu da Electricidade, em Lisboa, nos dias 3 e 4 de Junho. Participaram na etapa nacional todos os premiados da etapa regional, isto é, 27 alunos do escalão A, divididos em 9 equipas, e 30 alunos do escalão B. A Fundação EDP e o Museu da Electricidade, patrocinadores do evento, promoveram durante todo o dia 4 de Junho, enquanto decorriam as provas e a sua correcção, inúmeras actividades lúdicas dirigidas aos alunos e professores acompanhantes. Durante a manhã os professores assistiram a uma conferência sobre “O Universo Invisível” proferida pelo Prof. Jorge Dias de Deus e à tarde participaram num debate sobre possíveis intervenções da SPF na concepção dos programas de Física do ensino secundário, na avaliação dos respectivos manuais escolares e na organização de acções de formação. Os vencedores desta etapa foram:

Escalão B

1. Leonor Aires Figueiredo (E.S. de S. Lourenço, Portalegre)
2. Paulo José Pina Barreto Augusto (E.S. Avelar Brotero, Coimbra)
3. Rui Pedro Lopes de Azevedo (Colégio Luso-Francês, Porto)
4. João Paulo Pires Dinis (E.S. Vitorino Nemésio, Praia da Vitória)
5. Henrique Silva Fernandes (E.S. Felismina Alcântara, Mangualde)

6. Rodrigo Toste Gomes
(E.S. Vitorino Nemésio, Praia da Vitória)
7. Bruno Rodrigues Pacheco Murta
(E.S. Carlos Amarante, Braga)
8. André Calado Coroado
(E.S. c/ 3º ciclo do Restelo, Lisboa)
9. Rafael Eduardo da Silva Teixeira
(E.S. de Mirandela, Mirandela)
10. José Pedro Castro Fonseca
(E.S. D. Afonso Sanches, Vila do Conde)

Escalão A

1. João Miguel Capinha de Araújo e Luís Martins Baptista Franco
(E.S. c/ 3º ciclo de Raul Proença, Caldas da Rainha)
2. Bernardo da Silva Alves, João Luís Janela e Rita Gomes Teixeira
(E.B. 2,3 Eugénio de Castro, Coimbra)
3. João Pedro de Barros Gomes Cruz Almeida, Filipe Manuel Andrade Matos e Maria Laura Vicêncio Lisboa
(Academia de Música de Stª Cecília, Lisboa)

Os vencedores da etapa nacional ficaram pré-seleccionados para uma preparação a decorrer durante o próximo ano lectivo que os poderá levar a representar Portugal em 2011 na XLII Olimpíada Internacional de Física (Tailândia) ou na XVI Olimpíada Ibero-Americana de Física (Equador). Os seguintes alunos ficaram também pré-seleccionados para esta preparação:

1. Gonçalo Nuno Marques Andrade
(E.B. 2,3+S de Salvaterra de Magos, Salvaterra de Magos)
2. Hugo Miguel Guedes Pereira dos Santos
(E.S. António Sérgio, Vila Nova de Gaia)
3. Shane Miguel Lennon Beato
(E.T.L. Salesiana de Stº António, Estoril)
4. José Nuno Azevedo Gomes Teixeira
(E.S. Alves Martins, Viseu)
5. Luís Filipe Correia Cleto
(Colégio Luso-Francês, Porto)
6. José Manuel Salazar Ribeiro
(Externato Delfim Ferreira, Riba de Ave)
7. João Matias Marques
(Instituto Educativo do Juncal, Juncal)
8. Mafalda Araújo Machado
(Externato Delfim Ferreira, Riba de Ave)
9. Emanuel José Campina Alves Baptista
(E.T.L. Salesiana de Stº António, Estoril)
10. Emanuel Almeida Crespo
(Colégio Frei Gil, Bustos)

Os vencedores do escalão A estão seleccionados para representar Portugal, em 2011, na IX Olimpíada Europeia de Ciência (EUSO'2011), a decorrer em Praga, na República Checa.

Inquérito aos participantes - Região Sul e Ilhas

Participação

Q0 - É aluno ou professor? Em que escalão participa?
1 - aluno esc. A; **2** - aluno esc. B; **3** - professor esc. A;
4 - professor esc. B

Aspectos gerais

Q1 - Informação disponibilizada sobre as provas teóricas
Q2 - Informação disponibilizada sobre as provas práticas
Q3 - Encaminhamento para as salas de prova
Q4 - Ambiente de trabalho durante as provas teóricas
Q5 - Ambiente de trabalho durante as provas práticas
Q6 - Local para a realização das provas
Q7 - Espaços para a realização das provas
Q8 - Actividades complementares às provas
1 - má; **2** - razoável; **3** - boa; **4** - excelente

Prova teórica

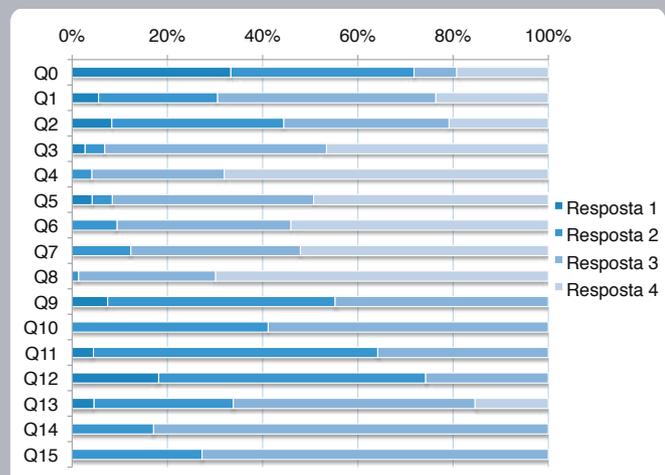
Q9 - Duração
1 - longa; **2** - curta; **3** - boa
Q10 - Adequação à matéria da disciplina
1 - nenhuma; **2** - razoável; **3** - boa

Prova prática

Q11 - Duração
1 - longa; **2** - curta; **3** - boa
Q12 - Adequação à matéria da disciplina
1 - nenhuma; **2** - razoável; **3** - boa
Q13 - Qualidade do material disponibilizado
1 - mau; **2** - razoável; **3** - bom; **4** - muito bom

A Física e as Olimpíadas

Q14 - Efeito das Provas no interesse pela Física
1 - menos interesse; **2** - nenhum; **3** - mais interesse
Q15 - Se um colega seu lhe perguntasse se valia a pena participar nas Olimpíadas, dir-lhe-ia que:
1 - não vale a pena; **2** - vale a pena; **3** - vale muito



OLIMPIADAS INTERNACIONAIS DE FÍSICA

Fernando Nogueira

Decorreu de 17 a 25 de Julho, em Zagreb, na Croácia, a XLI edição da Olimpíada Internacional de Física. O evento movimentou este ano 376 alunos, 154 professores e 97 observadores e visitantes de 82 países. Participaram na prova 5 alunos portugueses: Bruno Schmitt Balthazar (E.S. c/ 3 ciclo Manuel da Fonseca, Santiago do Cacém), João Pedro Alves da Silva (E.S. da Maia), Rodrigo Paiva Tavares (E.S. Alves Martins, Viseu), Xavier de Sousa Ferreira Rodrigues (E.S. Dr. Joaquim de Carvalho, Figueira da Foz) e Marvin Fernandes da Silva (Ancorensis - Cooperativa de Ensino, Vila Praia de Âncora). Os alunos foram acompanhados pelos *team-leaders* Fernando Nogueira (Universidade de Coimbra) e António Onofre (Universidade do Minho). O electromagnetismo esteve em destaque nas provas, ou não fosse Nikola Tesla natural da Croácia: uma das três questões teóricas versava o estudo do campo eléctrico criado num condutor esférico pela proximidade de uma carga pontual enquanto a interacção entre dois ímãs era objecto de uma das duas provas experimentais. Nas outras duas questões teóricas os alunos debruçaram-se sobre a eficiência de uma chaminé solar e sobre o modelo da gota líquida para descrever o núcleo e reacções nucleares de transferência. Note-se que quase todas estas questões, mas principalmente as questões sobre o campo eléctrico criado num condutor (resolvida recorrendo ao método das imagens) e sobre o modelo da gota líquida, estão muito para além do currículo do ensino secundário português. A segunda questão teórica revelou-se a mais problemática, tendo quase todos os estudantes obtido menos de 2 dos 10 pontos desta questão. A classificação dos estudantes portugueses na prova teórica não foi significativamente diferente da obtida pelos estudantes brasileiros, espanhóis ou franceses, por exemplo. Mas o seu desempenho na prova prática ficou claramente abaixo da média, influenciando decisivamente a classificação final. Apenas foi premiado o aluno Bruno Schmitt Balthazar, que obteve uma **medalha de bronze**. O vencedor absoluto foi mais uma vez um estudante da China, Yichao Yu, que obteve 48,65/50 pontos. As Olimpíadas de Física contaram com os apoios



Equipa portuguesa na XLI IPhO, da esquerda para a direita: **Xavier Rodrigues** (E.S. Dr. Joaquim de Carvalho, Figueira da Foz), **Ana** (guia da equipa portuguesa), **Rodrigo Tavares** (E.S. Alves Martins, Viseu), Marvin Silva (Ancorensis, Vila Praia de Âncora), **Bruno Balthazar** (E.S. Manuel da Fonseca, Santiago do Cacém - **medalha de bronze**) e **João Pedro Silva** (E.S. da Maia). A XLI Olimpíada Internacional de Física IPhO'2010, decorreu em Zagreb, Croácia de 17 a 25 de Julho de 2010.

do Ministério da Educação, da Agência Ciência Viva e da Fundação EDP.

Na página na Internet das Olimpíadas Portuguesas de Física, cujo endereço é <http://olimpiadas.fis.uc.pt>, podem-se obter as provas e a lista dos alunos premiados nas várias fases. Outros endereços importantes são: <http://www.euso.dcu.ie/> (EUSO) e <http://ipho.phy.ntnu.edu.tw/> (IPhO).

Vai acontecer

IV ESCOLA DE PROFESSORES NO CERN EM LÍNGUA PORTUGUESA

Pedro Abreu

LIP

Realiza-se de 5 de Setembro, Domingo, a 10 de Setembro, 6ªFeira, mais uma Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa.

Esta Escola, que já vai na sua 4ª edição, tem contado com o apoio inestimável dos colegas portugueses no CERN, e de outros colegas que se prontificam a ir dar algumas palestras e prestar apoio complementar. É uma escola co-organizada pelo LIP e pelo CERN com o apoio financeiro da Agência Ciência Viva.

Terminou recentemente o prazo de inscrições na Escola, e recebemos, à semelhança dos anos anteriores mais de 200 candidaturas. Foram seleccionados 45 professores, privilegiando os que têm participado activamente nas actividades de divulgação e promoção da Física de Partículas, os que se candidatam desde o princípio sem terem tido a oportunidade de participar, e os que provêm de locais remotos do país.

É uma escola de física moderna, cobrindo a física de partículas, a física de astropartículas, a cosmologia, a física dos detectores de partículas, instrumentação em física de partículas, e a física aplicada (estudo de materiais usando aceleradores).

Além deste programa de formação e actualização “teórico”, a escola tem ainda visitas às áreas experimentais no CERN, e uma sessão de trabalho manual (construir um detector de partículas real, que se pode reproduzir na sala de aula).

A escola dura uma semana, e decorre quase inteiramente em língua portuguesa. Nesta edição de 2010, e à semelhança do ano anterior, iremos receber além dos professores portugueses mais 20 professores brasileiros, 5 professores moçambicanos, 5 professores angolanos, 1 professor de Cabo-Verde e 1 professor de São Tomé e Príncipe, procurando dar resposta a uma solicitação por parte da UNESCO no apoio à divulgação do CERN junto de países não-membros do CERN. É uma forma muito interessante de promover a troca de experiências entre os professores das comunidades educativas dos países da CPLP - Comunidade dos Países de Língua Portuguesa, e entre estes professores e os cientistas no CERN.

Mais informação pode ser obtida na página do programa: http://www.lip.pt/cern_em_portugues/

Além destes programas “nacionais” de uma semana co-organizados pelo CERN, a Divisão de Educação do CERN organiza ainda dois programas em inglês para professores de todo o mundo (privilegiando contudo os professores de países membros do CERN: um programa com a duração

de 3 dias - “Jornadas de Professores de Física”, e um programa com a duração de 3 semanas - estágio de verão). Mais informação pode ser obtida na página da Divisão de Educação no CERN: <http://education.web.cern.ch/education/>.

26TH SYMPOSIUM ON FUSION TECHNOLOGY – SOFT 2010 27 SETEMBRO A 1 OUTUBRO DE 2010, PORTO

Gonçalo Figueira



26th Symposium On Fusion Technology
27 September - 1 October 2010, Porto, Portugal

TOPICS
Experimental Fusion Devices
Plasma Heating and Current Drive
Plasma Engineering and Control
Diagnostics, Data Acquisition and
Remote Participation
Magnets and Power Supplies
Plasma Facing Components
Vessel-Neutral Engineering and
Remote Handling
Fuel Cycle and Breeding Blankets
Materials Technology
Power Plants, Safety and Environment,
Socio-Economic and Transfer of Technology
Laser and Accelerator Technologies

ORGANIZED BY
Association EURATOMIST

LOCAL ORGANIZING COMMITTEE
Associação Portuguesa de Física de Partículas (LIP)
Associação Portuguesa de Física Nuclear (APFN)
Associação Portuguesa de Física de Plasmas (APFP)
Associação Portuguesa de Física de Partículas Energéticas (APFPE)
Associação Portuguesa de Física de Partículas de Baixa Energia (APFPEB)
Associação Portuguesa de Física de Partículas de Alta Energia (APFPEA)
Associação Portuguesa de Física de Partículas de Baixa Energia e Alta Energia (APFPEABEAE)
Associação Portuguesa de Física de Partículas de Baixa Energia e Baixa Energia (APFPEABEAE)

OFFICE OF SOFT 2010
Associação Portuguesa de Física Nuclear (APFN)
Rua da Restauração, 100 - 4050-116 Lisboa, Portugal
Tel: +351 21 363 91 00
Fax: +351 21 363 91 01
E-mail: soft2010@ipfn.ist.utl.pt



<http://soft2010.ipfn.ist.utl.pt>

A 26ª edição da prestigiosa conferência internacional *Symposium on Fusion Technology – SOFT 2010* irá ter lugar no Porto entre os dias 27 Setembro e 1 Outubro de 2010, numa organização do Instituto de Plasmas e Fusão Nuclear, unidade de investigação do Instituto Superior Técnico, Lisboa, em nome da Associação Euratom/IST.

Os objectivos da conferência, que deverá ter mais de 700 participantes, são fomentar a troca de informações sobre a concepção, construção e operação de experiências de fusão nuclear e sobre a tecnologia das actuais e futuras máquinas de fusão.

Com a recente conclusão do projecto NIF e a actual construção do ITER, a investigação em fusão está numa fase de progressos notáveis. Em particular, espera-se que o projecto ITER e os seus exigentes parâmetros sejam um dos principais tópicos deste simpósio. A SOFT 2010 inclui apresentações convidadas, orais e posters, bem como uma exposição industrial com a participação de mais de cinquenta firmas e reuniões-satélite.

Entre estas últimas, destaca-se a “Large Scale Technology Facilities Network of the European Physical Society”, a ter lugar no dia 30. O objectivo é apresentar os principais desafios técnicos e a estrutura organizativa de projectos que obtiveram sucesso no passado, e disseminar essa experiência. O programa inclui ainda palestras similares de parceiros industriais com fortes ligações com a investigação.

Mais informação em:
<http://soft2010.ipfn.ist.utl.pt>