

O CERN vai anunciar novos resultados na pesquisa do bosão de Higgs

O CERN (Organização Europeia de Pesquisa Nuclear, em Genebra, Suíça), organiza um seminário científico especial nesta quarta-feira, dia 4 de Julho, às 9:00 horas de Genebra (8h da manhã em Lisboa), onde as experiências ATLAS e CMS irão apresentar resultados preliminares na pesquisa do bosão de Higgs com todos os dados recolhidos e analisados até ao presente.

Este seminário no CERN, a que se segue uma conferência de imprensa em Genebra, pode ser acompanhado através da internet em <http://webcast.cern.ch>

ATLAS e CMS são as duas maiores experiências no colisionador de prótons do CERN (LHC). Cada uma dessas experiências é da responsabilidade de uma colaboração internacional de cerca de 3500 investigadores de 180 instituições científicas em 40 países.

No primeiro período deste ano o LHC funcionou extremamente bem, realizando mais colisões de prótons do que em todo o ano de 2011. Por outro lado a energia das colisões (8 TeV) foi superior à energia alcançada em 2011 (7 TeV). As experiências refinaram os métodos de análise dos dados melhorando significativamente a eficiência de identificação de colisões com maior potencial para a produção do bosão de Higgs, entre o bilião de colisões que ocorrem por segundo. O processamento dos dados foi feito no "Worldwide LHC Computing Grid" (sistema mundial de computação distribuída) que excedeu as especificações previstas para o armazenamento e análise do volume de informação gigantesco produzido este ano. Os novos dados poderão assim ser suficientes para esclarecer se a tendência já observada em 2011 se confirma ou não. Em Dezembro de 2011 ambas as experiências excluíram a existência do bosão de Higgs previsto pela Teoria Padrão num largo intervalo de massa desta partícula, à exceção duma estreita banda em torno de $125 \text{ GeV}/c^2$ onde um excesso de eventos foi observado. A precisão estatística dos dados não permitiu contudo estabelecer se o efeito observado era devido a uma nova partícula ou, pelo contrário, a uma flutuação dos processos de fundo.

Grupos de investigação do LIP (Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas) participam nas experiências ATLAS e CMS, liderados pelos professores e investigadores Amélia Maio e João Varela, respectivamente. Ambos os grupos tiveram um papel extremamente ativo na análise dos dados de 2012. O grupo português em CMS integra a equipa que procura os decaimentos do bosão de Higgs em dois fótons energéticos. O grupo em ATLAS participa na pesquisa do bosão de Higgs em pares de bósons W, e em pares de quarks b. O LIP é membro das colaborações ATLAS e CMS desde a fundação dessas colaborações internacionais no início dos anos 90, tendo contribuído para o programa experimental do LHC em todas as suas fases. Mais de uma centena de cientistas do LIP, associando ainda várias instituições de ensino superior e de investigação, participaram no desenvolvimento e na construção de partes significativas dos detectores e dos sistemas electrónicos e computacionais de aquisição e processamento de dados, em muitos casos em colaboração com a

indústria nacional. Um ambicioso programa de formação avançada de engenheiros no CERN, realizado com o apoio da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) e da Agência de Inovação (AdI), acolheu 135 jovens engenheiros em diversos projetos tecnológicos no CERN no âmbito da construção do LHC. Atualmente, investigadores do LIP detêm várias posições de coordenação na estrutura organizativa das experiências, em particular o lugar de vice-diretor da Experiência CMS.

O programa de física do LHC

O programa de física do LHC (Large Hadron Collider) é seguramente um dos mais complexos empreendimentos científicos realizados até à data. As motivações científicas desta pesquisa enquadram-se na busca mais geral das leis físicas do universo, seguindo uma trajetória marcada, na época moderna, por Galileu, Newton ou Einstein, entre tantos outros. Os países europeus, e entre eles Portugal, em cooperação com muitas outras nações no mundo, prosseguem uma longa odisséia científica e tecnológica para dar resposta a questões fundamentais da Física. Os resultados já obtidos testemunham o sucesso desta aventura e do modelo de colaboração internacional adoptado, em especial com a criação do CERN.

A "Teoria Padrão" das partículas elementares e suas interações, construída ao longo do século XX, é um dos grandes sucessos da ciência. Iniciada com as primeiras tentativas de compreender os fenómenos quânticos, esta teoria baseia-se em muitos dados experimentais e ideias teóricas acumuladas ao longo de décadas. Várias gerações de aceleradores forneceram uma grande diversidade de dados experimentais que motivaram os desenvolvimentos teóricos realizados. O resultado é um quadro matemático que descreve as partículas fundamentais e as suas interações, e cujas previsões se parecem ajustar com grande precisão aos dados experimentais.

No entanto, dois grandes problemas permanecem sem solução. Primeiro, o denominado campo de Higgs e a partícula que lhe está associada, uma peça essencial para a teoria que visa explicar por que razão as partículas elementares têm massa, continua sem ser observada. Segundo, quando extrapolada para energias mais elevadas a teoria é inconsistente, o que sugere a existência de " física nova" a uma escala de energia provavelmente acessível ao LHC. Apesar do sucesso a mais baixas energias, a Teoria Padrão contém as sementes do seu fracasso a energias mais elevadas.

O LHC instalado num túnel circular de 27 Km colide feixes de prótons com energia de 7 TeV cada, desde Março de 2010. Nas quatro zonas de intersecção dos feixes estão instalados detectores que registam as partículas criadas nas colisões por transformação de energia em matéria. Duas experiências principais, ATLAS e CMS, com detectores instalados em pontos opostos do anel, permitem a confrontação dos resultados obtidos de forma independente. Esta é uma das chaves da fiabilidade dos resultados de física no LHC.

O desempenho do colisionador LHC e dos detectores das experiências tem sido excelente. ATLAS e CMS recolheram dados de grande qualidade para a análise física. Desde 2010 a luminosidade do LHC aumentou várias ordens de grandeza, permitindo atingir em 2012 cerca de um bilião de colisões por segundo, volume necessário para a pesquisa de fenómenos extremamente raros, tal como a

produção do bóson de Higgs.

Portugal e o LHC

As actividades desenvolvidas em Portugal desde 1992 no âmbito do programa LHC têm vários componentes, designadamente a participação nas duas maiores experiências do LHC, a participação no projeto de computação Grid WLCG, o desenvolvimento de projetos de transferência de tecnologia em aplicações médicas, o programa de formação de engenheiros portugueses no CERN; a venda de bens e serviços da indústria nacional ao CERN; e finalmente as actividades de formação e ainda de divulgação científica.

A participação do LIP em ATLAS e CMS foi aprovada pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) em 1995. No mesmo ano, a FCT e o CERN assinaram o Memorando de Entendimento (MoU) que definiu as responsabilidades portuguesas no desenvolvimento e construção dos detectores.

Os projetos de desenvolvimento dos detectores envolveram a colaboração do LIP com grupos de um grande número de outros institutos nacionais, incluindo o Instituto Superior Técnico, a Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, a Faculdade Ciências e Tecnologia da Univ. Nova de Lisboa, a Faculdade de Ciências e Tecnologia da Univ. Coimbra, a Faculdade de Engenharia do Porto, a Universidade do Minho, o INESC de Lisboa, o INEGI do Porto, além de várias indústrias.

As actividades portuguesas nas experiências CMS e ATLAS nos últimos vinte anos abrangeram áreas muito diversas, e representaram contribuições muito significativas em todas as fases: I&D das tecnologias de detecção; construção, instalação, teste e operação dos detectores; e finalmente a análise dos dados e produção de resultados de física.

Na Experiência ATLAS os grupos portugueses tiveram um papel central no projeto e construção da óptica do calorímetro hadrónico TILECAL, incluindo a concepção e desenvolvimento de ferramentas e técnicas para a preparação de fibras ópticas, e a construção de um robô para inserção das fibras ópticas nos módulos do detector; na I&D dos cintiladores plásticos utilizados no calorímetro; e no projeto e construção do sistema de distribuição de luz laser para calibração do calorímetro. Foram ainda feitas contribuições importantes para o Sistema de Controlo do TILECAL e para os sistemas de aquisição e trigger, além do desenvolvimento de um sistema automático de detecção de pessoas no interior da caverna experimental.

Na Experiência CMS, Portugal foi responsável pela concepção e construção do Sistema de Leitura e Aquisição de Dados de um dos cinco grandes sub-detectores de CMS, nomeadamente o calorímetro electromagnético (ECAL) utilizado na detecção de electrões e de fótons; liderou e fez contribuições decisivas para o Sistema de Trigger, um sistema electrónico e computacional responsável pela seleção dos eventos armazenados em disco. Outras contribuições incluíram o desenvolvimento em microelectrónica dos circuitos integrados resistentes às radiações utilizados na conversão digital dos sinais do calorímetro electromagnético; o projeto e construção de estruturas em fibra de carbono de grande precisão e estabilidade mecânica para o sistema de alinhamento óptico dos detectores de muões; e o projeto em engenharia mecânica pesada das estruturas de suporte e deslocamento fino do detector CMS.

Durante a fase de construção das experiências, os grupos do LIP participaram nos estudos de simulação dos processos físicos previstos com vista à optimização dos

detectores e ao desenvolvimento das metodologias de análise.

Na experiência ATLAS, o grupo do LIP colaborou na medida da secção eficaz de produção de quarks top, na medida da polarização do bosão-W no decaimento do quark top e na medida da secção eficaz de produção do bosão W. O grupo teve um papel importante no estudo da produção de pares de bosões W e na pesquisa do bosão de Higgs neste modo. Para além disso, dedica-se também à pesquisa do decaimento do Higgs em pares de quarks b, um modo menos sensível, mas determinante para a medição das suas propriedades. Nas pesquisas de “física nova” o grupo dedicou-se ainda ao estudo de decaimentos raros do quark top e à pesquisa de quarks de uma hipotética quarta geração.

Desde o início da operação do LHC, o LIP liderou várias análises de física na experiência CMS. Nos estudos para validação da Teoria Padrão, são de realçar a medida da massa do quark top, a medida da secção eficaz de produção de pares top-antitop com decaimento em leptão tau, a medida da produção de fótons energéticos isolados, a medida do fracção de decaimento do quark top no quark bottom, e a medida das polarizações das ressonâncias J/psi e upsilon. Na pesquisa do bosão de Higgs da Teoria Padrão, o LIP tem um papel de grande relevo no canal de decaimento do bosão de Higgs em dois fótons, o canal mais sensível na região de massa do bosão de Higgs em torno de $125 \text{ GeV}/c^2$. Nas pesquisas para além da Teoria Padrão, o LIP lidera a pesquisa do bosão de Higgs carregado de baixa massa previsto nos modelos de supersimetria, e lidera um grupo de institutos europeus na pesquisa do parceiro supersimétrico do quark top.

Membros do grupo LIP/CMS receberam vários Prémios da colaboração CMS. Pasquale Musella e André David receberam “CMS Achievement Awards”, respectivamente por contribuições importantes para o Sistema de Aquisição do ECAL (2007) e por contribuições chave para o ECAL DAQ e para as operações centrais de CMS (2008). Em 2010 José Carlos Silva recebeu o “CMS Lifetime Achievement Award”, por contribuições extraordinárias para a electrónica dos sistemas Trigger/DAQ dos sub-detectores ECAL e HCAL. Em 2011 Pasquale Musella recebeu o “CMS Thesis Award” para a melhor tese de doutoramento na colaboração CMS defendida nesse ano.

O LIP é parte do projecto Worldwide LHC Computing Grid (WLCG) realizado pelo CERN em colaboração com todos os principais institutos de Física de Partículas no mundo. A GRID é uma nova tecnologia de computação em rede que federa centenas de centros de computação locais numa infra-estrutura computacional única. No contexto do WLCG, o LIP implementou o maior centro de computação alguma vez construído em Portugal, com um nó central no LNEC e os nós periféricos na UPorto, UMinho-CP, IEETA, PCP-IST, LIP-Lisboa e LIP- Coimbra. Esta implementação foi feita em colaboração com a FCCN (Fundação de Computação Científica Nacional).

O LIP empreendeu atividades de transferência de tecnologias desenvolvidas nas experiências do LHC para aplicações médicas. Um consórcio nacional com oito institutos de investigação e uma empresa foi criado para desenvolver tomografia por emissão de positrões (PET) para imagem médica. Uma tecnologia PET inovadora dedicada à detecção do cancro da mama foi totalmente desenvolvido em Portugal, desde o conceito inicial e experimentação em laboratório até à construção de máquinas PET agora em operação no Instituto de Ciências Nucleares Aplicadas à Saúde (ICNAS) em Coimbra e no Hôpital Université de la Méditerranée em

Marselha.

O Programa de Formação Avançada para Engenheiros portugueses foi negociado com o CERN no final dos anos noventa e, mais tarde, alargado a outras organizações científicas internacionais (ESA e ESO). Os objectivos estão virados para a formação avançada de engenheiros para a indústria. Cerca de 135 engenheiros participaram durante os últimos 10 anos no desenvolvimento da máquina LHC ao abrigo deste programa.

Ao participar nas atividades científicas no CERN todos os Estados-Membros podem beneficiar de um retorno industrial que deve ser proporcional à sua contribuição financeira para a organização. A fim de impulsionar as vendas da indústria nacional ao CERN, foram criados gabinetes de ligação industrial na AdI e FCT desde 1997. Até 2006, as empresas portuguesas forneceram bens e serviços ao CERN no valor de mais de 76 milhões de francos suíços (cerca de 53 milhões de euros). Em termos de bens industriais o retorno é estável, mantendo-se Portugal na média dos Estados-Membros do CERN. Em termos de serviços, temos conseguido um excelente benefício industrial apenas ultrapassado pela Suíça.

Em paralelo com a sua atividade de investigação científica e de desenvolvimento tecnológico, o LIP desenvolveu ainda um grande número de iniciativas de formação avançada ao nível internacional, coordenando a rede IDPASC que reúne Universidades portuguesas e estrangeiras, e promovendo a sensibilização do público à Ciência em geral e à Física de Partículas em especial, envolvendo escolas, professores e alunos. Estas incluíram "Master Classes " dedicadas a estudantes do ensino secundário, e Escolas de Física para professores no CERN, realizadas em colaboração com a Ciência Viva – Agência Nacional para a Cultura Científica e Tecnológica, com a participação de professores de física de outros países de língua oficial portuguesa: Brasil, Moçambique, Angola, Cabo-Verde, São Tomé e Príncipe, Guiné-Bissau e Timor Leste.

SEMINÁRIOS EM PORTUGAL

Estão igualmente desde já previstos os seguintes seminários em Portugal (informação que será atualizada):

- No dia 4 de Julho, às 16h, no anfiteatro 8.2.38 do edifício C8 da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, terá lugar o colóquio intitulado "Resultados da pesquisa do bóson de Higgs na experiência ATLAS do LHC", por Amélia Maio (responsável pelo grupo português, do LIP, em ATLAS), Patrícia Conde Muiño e Pedro Ferreira, seguido de debate moderado por Augusto Barroso.
- No dia 5 de Julho, às 15h, no Anfiteatro do Complexo Interdisciplinar do Instituto Superior Técnico, em Lisboa, uma palestra com o título "Resultados recentes na pesquisa do Higgs no CERN" pelo Prof. João Varela, vice-diretor da Experiência CMS no LHC, e responsável pelo grupo português, do LIP, em CMS, seguida de debate.

Ambos os colóquios são destinados a investigadores, estudantes e ao público interessado.

Contactos:

CMS:

Joao Varela, joao.varela@cern.ch, +41 764 874 108
Joao Seixas, joao.seixas@ist.utl.pt, +351 963068013
Michele Gallinaro, michgall@cern.ch , +351 960490049

ATLAS:

Amélia Maio, amelia@lip.pt, 217973880
António Onofre, antonio.onofre@cern.ch, 968086867
Agostinho Gomes, agomes@lip.pt, 962782687
Patricia Conde Muíño, patricia.conde.muino@cern.ch, 962508951
José Maneira, maneira@lip.pt, 918821720

LIP website: www.lip.pt

CERN website: <http://public.web.cern.ch/public/>