



Astropartículas

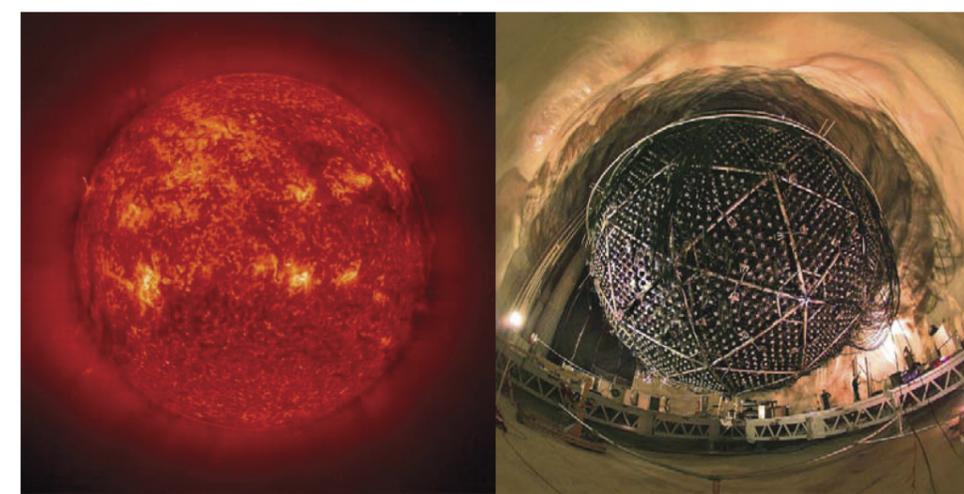
A física das astropartículas conheceu um desenvolvimento notável nos últimos anos. Trata-se de uma área de investigação na **fronteira** entre a física de partículas, a **astrofísica** e a **cosmologia**. O LIP organizou, em 1996 e depois de dois em dois anos, os encontros internacionais "New Worlds in Astroparticle Physics", em parceria com grupos teóricos e experimentais de astrofísica e cosmologia. A partir daí, envolveu-se em alguns dos grandes projectos nesta área.

O LIP é membro do Observatório Pierre Auger, o maior observatório do mundo dedicado ao estudo dos **raios cósmicos** de mais alta energia, que cobre uma área de 3000 km². Estas partículas são extremamente raras e a sua origem permanece um mistério. Auger tem obtido resultados importantes sobre a direcção de chegada das partículas e a sua interacção na atmosfera a energias muito superiores às do LHC.

Em AMS estudam-se raios cósmicos de energia mais baixa. Este complexo detector de partículas, instalado na Estação Espacial Internacional, recolherá dados sobre a **anti-matéria** no Universo, entre outros temas fundamentais. O LIP trabalha também desde 2004 com a Agência Espacial Europeia no estudo de ambientes de radiação no **espaço**, em contratos envolvendo também a indústria portuguesa.

O LIP participa igualmente na procura da **matéria escura**, que deverá constituir cerca de 25% do Universo. Vários modelos prevêem a existência de novas partículas apenas com interacção fraca, que poderiam explicar esta massa invisível mas nunca foram criadas nos aceleradores. O LIP participou nos projectos ZEPLIN e está agora envolvido no projecto LUX para o desenvolvimento de um detector com uma sensibilidade cerca de 100 vezes superior. O longo trabalho do LIP no desenvolvimento de detectores de Xénon líquido é um dos ingredientes essenciais desta participação.

No campo da **oscilação de neutrinos**, o LIP participa em SNO+, uma experiência situada no laboratório subterrâneo mais profundo do mundo, no Canadá, que deverá iniciar a recolha de dados de neutrinos solares em 2013, para melhorar tanto os modelos do Sol como os modelos da massa dos neutrinos.



Computação

O LIP desenvolveu competências em **computação avançada** que, sendo de interesse estratégico para as áreas de investigação do laboratório, têm um campo de aplicação muito mais vasto. Em pleno funcionamento, as experiências do LHC acumularão cerca de 8000 Terabytes de dados por ano, que terão que ser processados. O LIP tem participado em diversos projectos de computação grid para o desenvolvimento, implementação e operação das infra-estruturas de cálculo das experiências do LHC, e também para uso genérico.

A computação grid tem como objectivo a integração transparente de recursos que podem pertencer a organizações independentes, escondendo as suas especificidades e apresentando uma interface homogénea aos utilizadores. Desta forma, podem criar-se grandes infra-estruturas de computação a partir de recursos dispersos que surgem aos utilizadores como um único sistema. A computação grid é usada intensivamente em **diversos domínios** científicos e tecnológicos: a meteorologia, a medicina, a engenharia aeroespacial e, claro, a física de altas energias!

O LIP participa em alguns dos maiores projectos internacionais nesta área, tanto do CERN como da União Europeia. No contexto da **Iniciativa Nacional Grid**, o LIP opera o nó central de computação Grid, o maior centro científico de computação em Portugal. Estes recursos de computação estão acessíveis à comunidade de investigação num conjunto vasto de domínios científicos.



Ensino

O estabelecimento de laços fortes entre a investigação e a **formação avançada** é para o LIP uma prioridade. Os grupos de investigação deste laboratório contam com algumas dezenas de estudantes de várias universidades preparando teses de mestrado ou doutoramento. Na última década, centenas de jovens engenheiros realizaram estágios no CERN, ESA e ESO sob supervisão do LIP.

Desde 2010, o LIP apoia a coordenação da rede internacional de doutoramentos IDPASC, que agrupa universidades de diversos países europeus e instituições de investigação em Física de Partículas, Astrofísica e Cosmologia, incluindo o CERN. Esta rede tem como objectivo promover a criação de programas de formação comuns, reforçando a mobilidade de estudantes, professores e investigadores entre as várias instituições.

O LIP promove inúmeras actividades de divulgação científica, em particular junto dos estudantes e professores do ensino secundário, com o apoio da Ciência Viva. O projecto da Radiação Ambiente envolve 55 escolas e as masterclasses em física de partículas chegam anualmente a mais de mil estudantes. Centenas de professores já frequentaram a Escola de Física no CERN em língua portuguesa.



O Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas faz 25 anos!

O LIP foi criado a 9 de Maio de 1986, no contexto da adesão de Portugal ao CERN, com delegações em Lisboa e Coimbra. O nascimento do LIP veio congregar e potenciar os esforços da então embrionária comunidade de físicos experimentais de partículas. Sendo o CERN a primeira organização científica internacional de que Portugal se tornou membro, a história do LIP é um elemento incontornável da história da investigação científica em Portugal. Em particular, o LIP surge com lugar de destaque nos capítulos dedicados à internacionalização da ciência no nosso país e ao enorme impulso que a formação avançada conheceu nas últimas décadas.

Nestes 25 anos o LIP cresceu e transformou-se. Envolve hoje cerca de 170 investigadores, 70 dos quais doutorados, nas suas delegações de Lisboa, Coimbra e Minho. Em 2001, tornou-se Laboratório Associado do Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior. Através do LIP, Portugal tem estado na primeira linha dos grandes projectos de física de partículas das últimas décadas. Os seus domínios de investigação englobam hoje a física experimental de partículas e astropartículas, o desenvolvimento de detectores e instrumentação associada, aplicações à física médica e computação avançada. As actividades do LIP desenvolvem-se em relação já não só com o CERN mas com diversas organizações de investigação nacionais e internacionais.



Física de Partículas

A participação nas grandes linhas de investigação do CERN tem constituído o núcleo central das actividades do LIP. Nos primeiros anos, os dois grandes pilares foram os estudos sistemáticos da física de partículas à **escala electrofraca**, na experiência DELPHI, no acelerador LEP; e várias experiências no programa de iões pesados, que culminou com a observação no CERN do **plasma de quarks e gluões**, um estado da matéria que nos transporta a fases primitivas da evolução do Universo, para que NA50 contribui de forma decisiva.

Actualmente, o LIP está envolvido na experiência COMPASS no CERN, dedicada ao estudo da **estrutura da matéria**, em particular da contribuição de quarks e gluões para o spin do nucleão, sendo responsável pelo sistema de controlo do detector. O LIP participa igualmente em HADES, no GSI, sendo responsável por um detector de tempo de voo baseado em RPCs. Ambas estão actualmente a tomar dados.

A participação no LHC, o grande anel de colisão protão-protão do CERN, é, sem dúvida, um aspecto central das actividades actuais do LIP. Trata-se do maior acelerador de partículas de sempre, e o LIP colabora nas experiências **ATLAS** e **CMS**. Ambas as equipas tiveram responsabilidades na construção, teste e instalação de detectores - o calorímetro hadrónico TileCal, no caso de ATLAS-LIP, em particular os seus componentes ópticos, e o calorímetro electromagnético ECAL, em particular a sua electrónica, no caso de CMS-LIP.

As primeiras **colisões de protões no LHC**, a metade da energia nominal, mas a mais alta atingida em laboratório, ocorreram em Março de 2010, iniciando um período estável de tomada de dados que superou todas as expectativas. No fim de 2010, e durante cerca de 3 semanas, o LHC forneceu dados da **colisão de iões de chumbo**.

Para as equipas do LIP que trabalharam durante mais de **15 anos na preparação** destas experiências, os 25 anos do LIP coincidem com um verdadeiro virar de página. Com o início da tomada de dados do LHC, o foco das actividades deslocou-se, muito naturalmente, para a sua análise.

Para ambos os grupos LHC do LIP, a física do quark top figura na lista das prioridades, assim como a física dos iões pesados. A procura do **bosão de Higgs**, a única "peça" em falta neste puzzle de partículas elementares, é ainda um objectivo incontornável!

Detectores

Herdeiro de um grupo que se dedicou, desde a década de 1970, ao estudo dos detectores gasosos de radiação, o LIP tem já a sua longa história na área dos **detectores de radiação**. As actividades destes 25 anos incluíram tanto o desenvolvimento e aperfeiçoamento de novos tipos de detectores, como o planeamento, construção e operação de detectores complexos em projectos internacionais.

O LIP tem hoje um papel de liderança reconhecido internacionalmente nos detectores de **RPCs**, dispositivos robustos que possibilitam medidas de tempo extremamente precisas. Por permitirem instrumentar áreas grandes a custo moderado, as RPCs têm sido alvo de um interesse crescente no últimos anos. O primeiro grande projecto foi a construção de um detector de tempo de voo para o espectrómetro HADES, do GSI. Estão actualmente em curso projectos que visam a aplicação de RPCs à imagiologia médica. E estudam-se questões relacionadas com a sua operação "no terreno", para possível aplicação em experiências de raios cósmicos.

A caracterização e optimização de **detectores gasosos** equipados com **microestruturas** tem sido outra das apostas do LIP nesta área. Estes desenvolvimentos têm lugar no quadro de colaborações internacionais, sendo os detectores projectados de acordo com as aplicações em vista.

Têm sido igualmente levados a cabo estudos sobre a caracterização quer de **fotosensores**, quer de **cintiladores gasosos**, para diferentes tipos de detectores e aplicações. No âmbito de colaborações internacionais estão em andamento outras aplicações à física de partículas e à física nuclear: NeuLAND, para detecção de neutrões de alta energia, MILAND, para neutrões térmicos, e Colaboração RD51, do CERN, para detectores de eléctrodos segmentados, incluindo de dupla fase (líquido e gás).

Por outro lado, é também longa a tradição do LIP na **calorimetria**, com numerosos projectos de investigação e desenvolvimento, em particular usando leitura por fibras ópticas. Como resultado directo, o LIP assumiu responsabilidades importantes na construção e teste do STIC, o calorímetro electromagnético de baixo ângulo de DELPHI no LEP, e, sobretudo, do TileCal, o calorímetro hadrónico de ATLAS no LHC. Para ambos os projectos, foram testados em Portugal muitos milhares de fibras ópticas e de telhas de cintilador.

Física Médica

Desde a sua fundação o LIP procurou manter e desenvolver competências em **tecnologias avançadas** de interesse directo para as actividades de investigação em física de partículas, algumas delas passíveis de ser aplicadas noutros domínios. Em diversos projectos, tem tido responsabilidades no desenho, implementação e/ou operação de sistemas de aquisição de dados, sistemas de trigger e sistemas de controlo de experiências. As aplicações à física médica têm tido um especial impacto nos últimos anos.

O LIP tem dois grandes projectos de **imagiologia médica**, mais especificamente em tomografia por emissão de positrões (PET). Procuram desenvolver técnicas que permitam melhorar a qualidade das imagens recolhidas, nomeadamente a resolução em posição, reduzindo também a dose recebida pelo paciente e o tempo de duração dos exames. Os grupos do LIP desenvolveram **protótipos** baseados em duas tecnologias completamente distintas: cristais cintiladores e RPCs. Em ambos os casos, os projectos tiveram como ponto de partida a experiência com o mesmo tipo de detectores em projectos de física de partículas.

Um scanner PET para **mamografia** baseado em cristais cintiladores está actualmente em teste no ICNAS, na Universidade de Coimbra. Relativamente às RPCs, está já a recolher dados um protótipo para pequenos animais, enquanto um protótipo humano de **corpo inteiro** está a ser desenhado.

O LIP tem ainda vindo a desenvolver projectos na área da radio-protecção, radiologia, radiobiologia, radioterapia e radiação ambiente. Nos projectos de física médica, o LIP colabora com a comunidade ligada à **bio-medicina** e às tecnologias da saúde, incluindo parceiros nacionais e internacionais das áreas da investigação e da indústria. Nestas actividades, o LIP utiliza instalações como laboratórios e hospitais universitários, mas também as suas próprias **infraestruturas**.

A **oficina de mecânica** do LIP, em Coimbra, foi criada em 1987. Embora ligada à investigação do laboratório, tem também produzido trabalho para outros grupos e instituições de diferentes áreas. O equipamento disponível na oficina, aliado ao seu pessoal técnico altamente qualificado, permitem a realização de trabalhos de mecânica de precisão com grande qualidade. A oficina especializou-se na construção de vários tipos de detectores, equipamento de vácuo e criogenia. O LIP possui ainda um **laboratório de electrónica rápida**, que apoia os projectos nesta área, explorando sinergias entre os vários grupos de investigação.

