EDIÇÃO n.13, NOVEMBRO 2017

LIP NEWS

PETER SONDEREGGER

e a física de partículas em PORTUGAL

JINR, Victor Matveev invited talk
ATLAS observa dispersão luz-por-luz
Auger - A dipole at the highest energies
Nobel prize in Physics 2017
Programa de Estudantes de Verão no LIP

LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO
E FÍSICA EXPERIMENTAL DE PARTÍCULAS
partículas e tecnologia

LIP NEWS

edição n.13 Novembro 2017

O boletim do LIP é uma edição da C4 - Comissão Coordenadora do Conselho Científico do LIP. Esta edição teve como equipa editorial Carlos Manuel, Catarina Espírito Santo, Conceição Abreu, Leonor Coimbra e Ricardo Gonçalo.

Autores/Contribuições Alessandro De Angelis, Alexandre Lindote, Amélia Maio, Ana Isabel Henriques, Ana Maria Henriques, Ana Sofia Inácio, António Onofre, Bruno Galhardo, Gaspar Barreira, João Seixas, João Pina, João Varela, Helena Santos, Leonor Coimbra, Lorenzo Cazon, Luís Alves, Mário Pimenta, Nuno Castro, Patricia Conde Muíño, Paula Bordalo, Rui Curado Silva, Rute Pedro, Sofia Andringa.

Edição Gráfica Carlos Manuel

Contatos outreach@lip.pt
www.lip.pt/boletim

EDITORIAL

Este é um número especial do Boletim do LIP. Nele homenageamos Peter Sonderegger, que nos deixou este verão. Juntando as memórias de todos, procuramos construir um retrato da relação do Peter com Portugal e com o LIP, e da sua forma única de se relacionar com os outros e com o mundo.

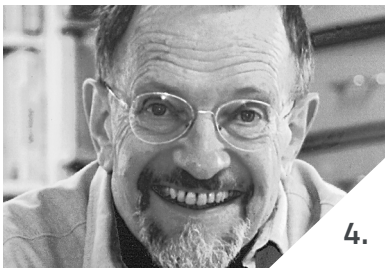
Desde o último Boletim, muita coisa aconteceu. Decorreu o Programa de Estudantes de Verão do LIP, e nas páginas deste Boletim os participantes apresentam breves resumos dos projectos de investigação realizados. A Escola Europeia de Física de Partículas esteve em Évora e o Workshop Internacional de Física do Top esteve em Braga, e ambos estão nas páginas deste Boletim. A escola de Évora foi pretexto para uma conversa com Victor Matveev, director do JINR, que nos fala do programa da instituição para os próximos sete anos.

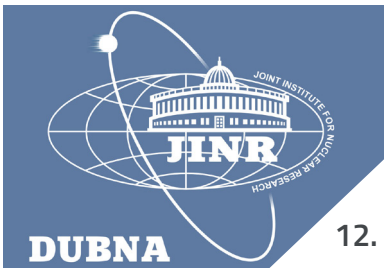
E como o LIP é feito de física de partículas, tecnologias e pessoas, é disso que tratamos no Boletim. Dos grupos de investigação do LIP chegam-nos as notícias que importam. Neste número, destacamos a observação directa da dispersão da luz pela luz em colisões de iões pesados em ATLAS; e a confirmação, no Observatório Pierre Auger, de que os raios cósmicos de energia mais alta são mensageiros de outras galáxias. O Nobel da Física 2017 foi atribuído pela observação das ondas gravitacionais, e o tema merece artigo dedicado. Ao mesmo tempo, a publicação dos primeiros artigos de observações multi-mensageiros, assinados por um grande número de colaborações, incluindo Auger, abre seguramente uma janela para grandes descobertas num futuro próximo. Na secção de Breves, destacamos outras notícias do LIP e do mundo das partículas que, em muitos casos, estiveram nos nossos canais de notícias online — o site e o facebook do LIP.

Celebram-se os 25 anos de ATLAS e CMS, e da participação do LIP em ambas as experiências. Parabéns ao grupos ATLAS-LIP e CMS-LIP pelo longo caminho percorrido e pelos enormes sucessos! Terminamos com a promessa de um artigo alargado sobre o tema no próximo Boletim.

FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CIÊNCIA
PORTUGAL 2020
COMPETE 2020
UNIÃO EUROPEIA
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional

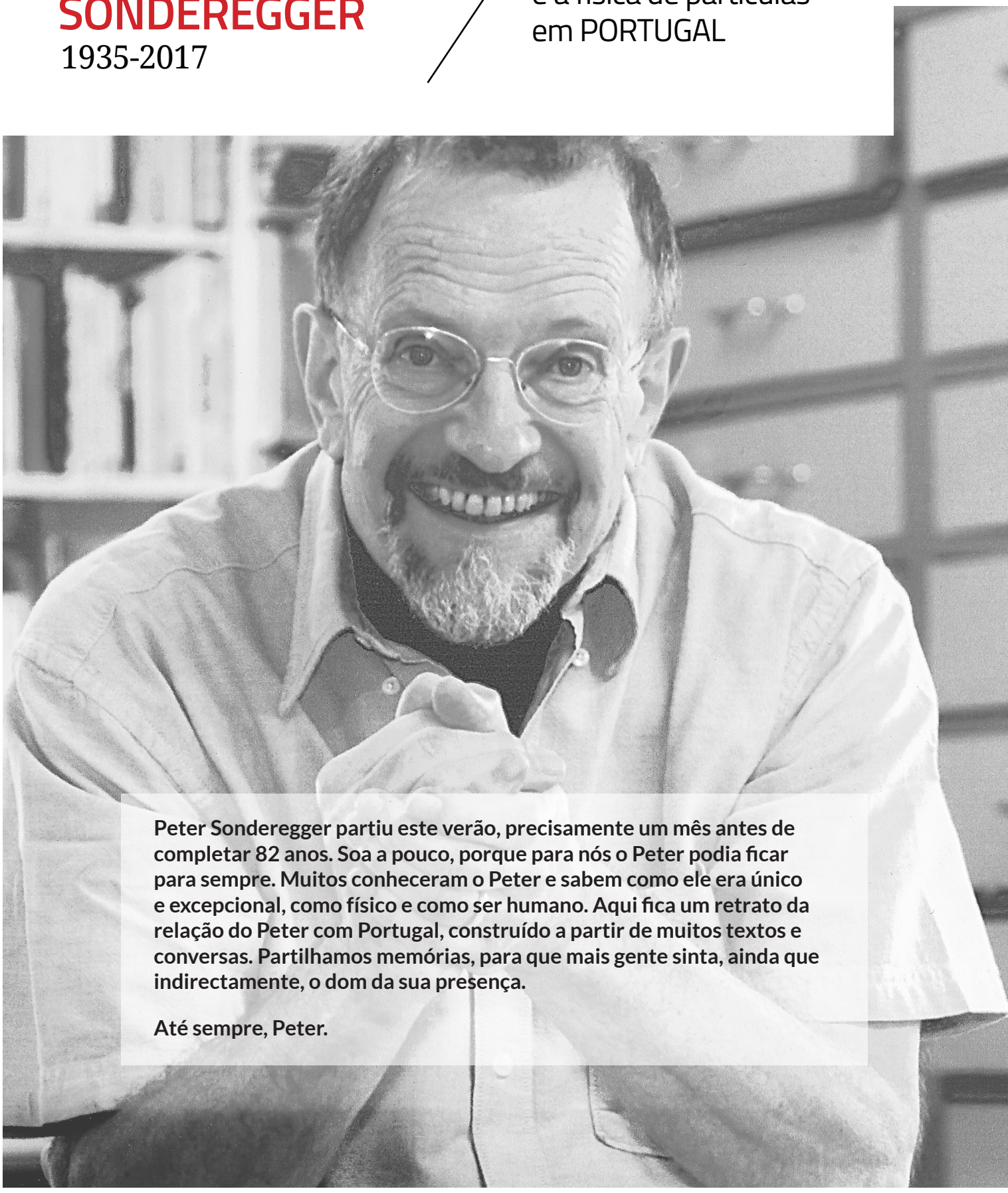
4. PETER SONDEREGGER
12. JINR
14. INVESTIGAÇÃO NO LIP
16. THE NOBEL PRIZE IN PHYSICS 2017
18. BREVES
21. LIP SUMMER STUDENTS 2017
26. LIPIANOS
28. EVENTOS & OUTREACH
30. O LIP NAS REDES SOCIAIS
31. AGENDA





PETER SONDEREGGER
1935-2017

e a física de partículas em PORTUGAL



Peter Sonderegger partiu este verão, precisamente um mês antes de completar 82 anos. Soa a pouco, porque para nós o Peter podia ficar para sempre. Muitos conheceram o Peter e sabem como ele era único e excepcional, como físico e como ser humano. Aqui fica um retrato da relação do Peter com Portugal, construído a partir de muitos textos e conversas. Partilhamos memórias, para que mais gente sinta, ainda que indirectamente, o dom da sua presença.

Até sempre, Peter.

"Peter era um físico fora de série, e um dos mais completos. Dominava a teoria tão brilhantemente como a instrumentação. O seu poder intelectual era espantoso. Este poder, aliado a um saber profundo, permitiram-lhe abandonar corajosamente os caminhos já trilhados."

É assim que o apresenta Daniel Treille, amigo e colega próximo, primeiro em Paris, onde Peter Sonderegger chegou por volta de 1960, depois de se formar no ETH de Zurique, e depois no CERN, onde teve um lugar permanente em 1971.

O papel de Peter Sonderegger no desenvolvimento da física de partículas em Portugal e na construção do LIP é unanimemente reconhecido. Mas como se passaram as coisas? Quais foram de facto os seus múltiplos e determinantes contributos? É uma história que vale a pena contar, juntando numa mesma narrativa memórias que se completam.

Uma história de amizade

A história da ligação de Peter Sonderegger a Portugal começa com a amizade com José Mariano Gago, que foi continuada, sempre presente. E com o padrão, ao longo da sua vida, de atenção e apoio a tudo o que estava um pouco à margem — pessoas, organizações, países em que a estrutura não funcionava ou era preciso apoio. "Aconteceu isso com a Arménia, Polónia, Roménia, Espanha, Portugal. O Peter protegia-os a todos. Com Portugal, as coisas continuaram, em parte por causa dessa amizade, e em parte devido ao envolvimento mais forte em NA38 e em projectos de I&D", conta Mário Pimenta.

A pedido de José Mariano Gago, foi Peter quem acolheu os primeiros estudantes de verão no CERN "não oficiais, é claro, estava-se em 1978/79", acrescenta Paula Bordalo. Eram eles João Varela, Paula Bordalo e Sérgio Ramos, todos fundadores e actuais investigadores do LIP.

Em 1981, realizou-se em Portugal a Conferência Internacional de Física de Altas Energias da Sociedade Europeia de Física. Estiveram presentes dois laureados com o Nobel da Física, Richard Feynman e Abdus Salam (e ainda um futuro Nobel, Gerardus 't Hooft), e o Director-Geral do CERN, Herwig Schopper. Peter Sonderegger apresentou uma comunicação com o título "Multiquark states". Politicamente, foi um momento determinante na estratégia para a adesão de Portugal ao CERN e a constituição do LIP.

Em simultâneo, mas durante mais tempo, realizou-se a exposição "De que são feitas as coisas", que apresentava o CERN e a física de partículas ao grande público, pela primeira vez em Portugal. Conceição Abreu, que estava na fase final da sua tese de doutoramento e suspendeu durante algum tempo o trabalho para participar nesta aventura, explica a importância da exposição: "Foi um marco. Ao mesmo tempo que, cientificamente, tentávamos entrar nos grandes centros de investigação, em particular no CERN, conseguimos também seduzir o

▲ Peter Sonderegger e José Mariano Gago em Lisboa em 1991.

"O Peter teve um papel determinante na aventura improvável de se ter física experimental de partículas em Portugal e esteve sempre presente na génese e consolidação do LIP."

[Mário Pimenta]

"Todos somos herdeiros do seu pensamento e acção."

[João Seixas]

"Não exagero ao dizer que o sucesso do desenvolvimento da física de partículas em Portugal se deve em grande medida ao Peter Sonderegger."

[João Varela]

"O Peter teve um grande papel de apoio a quem precisava, na comunidade científica, por razões políticas ou económicas. E a vida profissional dele foi uma relação de amizade com as pessoas."

[Amélia Maio]

// HOMENAGEM

público português para um tema e uma instituição completamente novos. A exposição teve uma visibilidade imensa, muita atenção dos media, muitos visitantes". E continua, recordando: "A exposição tinha, no primeiro andar, uma parte pedagógica sobre a estrutura da matéria, e em baixo uma exposição lindíssima sobre o CERN. O Peter, como gostava mais de divulgação do que de conferências, passou lá muito tempo. Esteve junto a uma enorme câmara de nevoeiro que estava no primeiro andar, a explicar as coisas às pessoas". No âmbito da exposição, Peter deu também uma palestra — consta que difícil de perceber, mas deu.

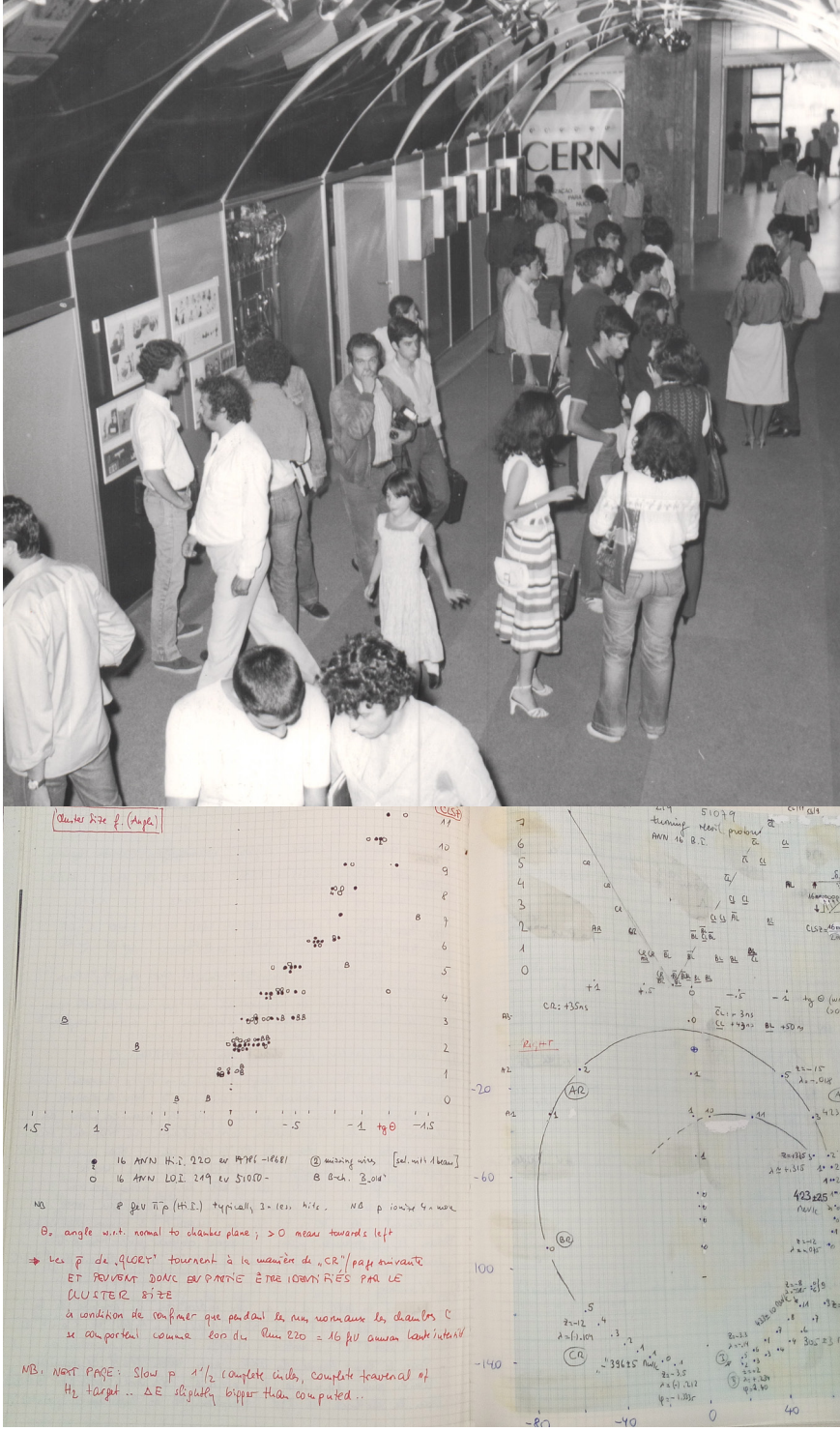
O mundo do Omega

No final da década de 1970, Peter era Responsável da Física do espectrómetro Omega, na Área Oeste do CERN. Estudavam-se interacções hadrónicas a dois corpos, sobretudo retrodispersão e dispersão com momento transverso elevado, troca de carga, medidas de polarização, e a procura de objectos exóticos, como o bariónio. No artigo dedicado a Peter no Courier do CERN, contam os seus amigos: "Na procura de charm no Omega em 1976, motivada pela descoberta do J/Psi nos EUA, foi encontrado um suposto sinal, causando agitação e potencial disrupção no programa do CERN. A clarividência e a coragem do Peter, que estava convencido de que o sinal não era verdadeiro, evitaram-no".

Até 1986, o contributo do Peter para a integração dos estudantes de verão, dos estudantes de doutoramento que então começavam entre Lisboa, Paris e o CERN, e de outros físicos portugueses que passaram pela Área Oeste foi inestimável. José Mariano Gago foi *fellow* no CERN nesse período. Mário Pimenta, seu estudante de doutoramento, fez a tese na experiência WA74, trabalhando em contacto muito próximo com Peter. "O Peter era um daqueles físicos experimentais que gostam de fazer tudo, da calibração do feixe ao detector, análise, discussão e interpretação dos resultados. Estava em tudo, interessava-se por tudo", conta. Por WA74 passou também Conceição Abreu, logo após ter terminado o doutoramento. Antonio Ferrer, também *fellow* na experiência WA56, diz que trabalhar com o Peter nesses tempos era "a tempestade perfeita do trabalho científico todos os dias".

Amélia Maio foi para o CERN no verão de 1982. Nessa altura, havia um dinheiro correspondente a uma pessoa por ano no CERN, e que os físicos dividiam entre si. Não tinham ninguém ligado à instrumentação, e o colega Vilela Mendes deu os dois meses dele à Amélia. O José Mariano Gago pô-la a trabalhar com Peter, que Amélia tinha conhecido em Lisboa na altura da exposição. Foi o início de uma intensa actividade de I&D que esteve na origem do desenvolvimento da calorimetria com fibras ópticas em Portugal, e que culminou no LHC — voltaremos a este tema um pouco mais adiante.

Mas trabalhar e lidar com Peter era uma aprendizagem. Os seus longos silêncios e a sua forma elaborada de pensar e comunicar eram por vezes um desafio. Era também a descoberta de uma pessoa tão brilhante como generosa.



▲ Páginas do logbook de Peter Sonderegger referente à experiência WA74 (1981-82)

"Lidar com o Peter era difícil, mas depois de se aprender que, numa só frase, ele abria vários parêntesis de raciocínio, mas que os fechava todos, é que se apreciava o seu grande valor científico."

[Paula Bordalo]

"Entender o Peter foi sempre um jogo, eu divertia-me. A conversa podia parar num sítio e recomeçar exactamente no mesmo sítio 15 dias depois, sem aviso prévio. Havia sempre várias conversas abertas. E isto era verdade em todos o aspectos."

[Mário Pimenta]

"O Peter era exigente, intelectualmente muito fino, inteligente. E tinha uma maneira muito peculiar de falar, não explicitava tudo. Entendiamo-nos muito bem. Foi uma pessoa que esteve sempre lá, fez parte da minha vida."

[Amélia Maio]

◄ A exposição "De que são feitas as coisas". Lisboa, 1981.

A Área Norte do CERN e os iões pesados

No mundo da Área Norte do CERN estavam, nesse início da década de 1980, estudantes portugueses que tinham iniciado o doutoramento em Paris, na École Polytechnique, com Roberto Salmeron, André Rougé, Daniel Treille, Patrick Fleury, entre outros. Eram eles João Varela e Paula Bordalo, ambos em NA10, e Sérgio Ramos, em NA14.

Em 1986, os dois mundos juntaram-se. NA38 foi a primeira experiência em que Portugal participou como país membro, através de um instituto que também apareceu pela primeira vez, o LIP. "O projecto NA38 parecia ideal para ser a primeira experiência no CERN com a participação oficial de Portugal. E era mesmo", afirma João Varela, que, em 1984, terminara a sua tese de doutoramento em produção de Drell-Yan no espectrómetro de muões NA10.

Pensava-se nessa altura em acelerar iões de oxigénio e de enxofre no SPS, e um grupo de físicos da École Polytechnique, incluindo Salmeron e Kluberg, explorava a possibilidade de usar o espectrómetro NA10 para estudar a produção de dimuões em colisões de iões pesados. "Era muito emocionante, porque a possível formação do plasma de quarks e gluões podia originar a produção de fotões virtuais termalizados que se materializariam em pares de muões", explica João Varela.

Mas o estudo das colisões de iões exige um método para medir a centralidade das colisões. Isso não era fácil em NA10, que tinha um *beam dump* e um absorvedor de hadrões logo a seguir ao alvo. "O Peter encontrou a solução", continua, "propôs a instalação, no reduzido espaço disponível antes do absorvedor, de um pequeno calorímetro de chumbo e fibras cintilantes".

Amélia Maio, que esteve directamente envolvida no projecto, conta que "O Peter teve a ideia, mas quem construiu o calorímetro foi o grupo de Clermont--Ferrand. A única coisa em que precisavam de ajuda era o acoplamento do calorímetro à electrónica". Foi aí que entraram as fibras ópticas transparentes e a ideia de minimizar a cintilação na região da fibra fora do calorímetro com irradiação UV. Evitava-se a quebra das fibras, fazendo o acoplamento óptico directo. Era uma ideia nova. "Era preciso medir a razão sinal-ruído. Isso foi feito no Instituto de Física e Matemática (IFM), com uma fonte de UV do grupo de electrónica. Foi a tese de mestrado do Luís Peralta e do Carlos Cruz. Aquilo aquecia muito, e de vez em quando era preciso regar. O José Mariano Gago também ia lá regar". Luís Peralta fez também o doutoramento em NA38, orientado por Sérgio Ramos, e tendo Peter Sonderegger como co--orientador não oficial. "O Peter sem dúvida influenciou muito esta casa em vários aspectos", diz, "era um pessoa às vezes paradoxal. Essencialmente, estava permanentemente a pôr tudo em causa".

O extremo rigor do Peter marcou a produção de resultados de física em NA38, como em todas as experiências por onde passou. Em NA38, foi observada pela primeira vez a supressão da produção do J/Psi em colisões de enxofre. "Em 1986, Matsui e Satz previram a fusão do J/Psi no plasma de quarks e gluões. Claramente, a tentação de anunciar a descoberta era grande", explica ainda João Varela. Como sempre, Peter foi extremamente rigoroso e fomentou investigações mais aprofundadas. Concluiu--se que a maior parte do efeito observado em NA38 podia ser explicado por efeitos de absorção de hadrões. Só a experiência posterior NA50, uma versão modificada do mesmo espectrómetro, usando iões de chumbo, produziu resultados conclusivos da supressão de J/Psi no plasma de quarks e gluões. NA50 teve também uma forte participação de um grupo do LIP, liderado por Paula Bordalo.

Louis Kluberg, que foi responsável de NA38, recorda Peter Sonderegger: "Peter era um físico muito especial, original generoso e não conformista. Tinha continuamente uma quantidade de ideias brilhantes, sugestões e propostas especiais, originais e não conformistas. Que, após alguns dias de discussões detalhadas e profundas, eram geralmente aceites e postas em prática".

O Peter foi fundamental em toda a série de experiências de NA38 a NA60. João Seixas, que liderou o grupo português em NA60, explica que "os detectores de NA60 tiveram de suportar um ambiente de radiação consideravelmente mais hostil que o que encontramos hoje no LHC". Tal só foi possível, afirma, devido "às ideias e às soluções em grande medida propostas pelo Peter Sonderegger, em especial para o espectrómetro instalado na zona do alvo, que complementava o *setup* já existente de NA38-NA50".

Primeiro hastear da bandeira portuguesa no CERN, Janeiro de 1986. Peter Sonderegger é o primeiro do lado direito. ▼

// HOMENAGEM

Calorímetros de fibras ópticas

A história do envolvimento de Peter na instrumentação para física de altas energias, em particular no desenvolvimento de calorímetros de fibras ópticas, desenvolve-se em paralelo ao longo da década de 1980. Tem início no Omega, entrelaça-se com a aventura de NA38 e prolonga-se até ao LHC.

"A história das fibras começou no início dos anos 80. O Peter esteve de sabática em Saclay. Encontrou nessa altura o Borenstein, que lhe deu as primeiras fibras, que ele levou para o CERN", conta Amélia Maio, que participou nesta aventura desde o primeiro momento. "Em 1982, nas fibras ópticas, era tudo novo e inicial. Havia fibras cor-de-rosa, verdes, de todas as cores". A primeira utilização foi no Inner Calorimeter do Omega.

Amélia Maio e Denis Perrin faziam a caracterização das fibras. "O Peter era um bocado desorganizado no laboratório, estava sempre com uma ideia melhor e mudava tudo a meio. O Denis era verdadeiramente o apoio dele no laboratório". Era uma área totalmente nova. "Ao princípio, era um bloco de chumbo com uma fibra lá dentro. Depois, já havia fatias. Começamos a fazer a colagem das fibras em placas de chumbo". O primeiro protótipo foi construído em 1982/83 e em 1983/84 foi publicado o artigo pioneiro:

"Electromagnetic Calorimetry using Scintillating Plastic Fibers", H. Burmeister, P. Sonderegger, J.M. Gago, A. Maio, M. Pimenta, D. Perrin, J.C. Thevenin, Nucl.Inst.and Meth. 225 530 (1984).

"Aquilo foi mesmo uma invenção do Peter", afirma Amélia Maio. Por causa de confusões em Saclay entre os químicos e os físicos, estando ambos os grupos interessados nas fibras ópticas, saíram dois artigos na revista NIM, um a seguir ao outro. Amélia Maio já era professora na FCUL e ia ao CERN no verão. "Só mais tarde tive consciência de que aquilo era um I&D para o LEP". O grupo de Bergen, que também estava por ali, acabou por fazer o SAT para DELPHI.

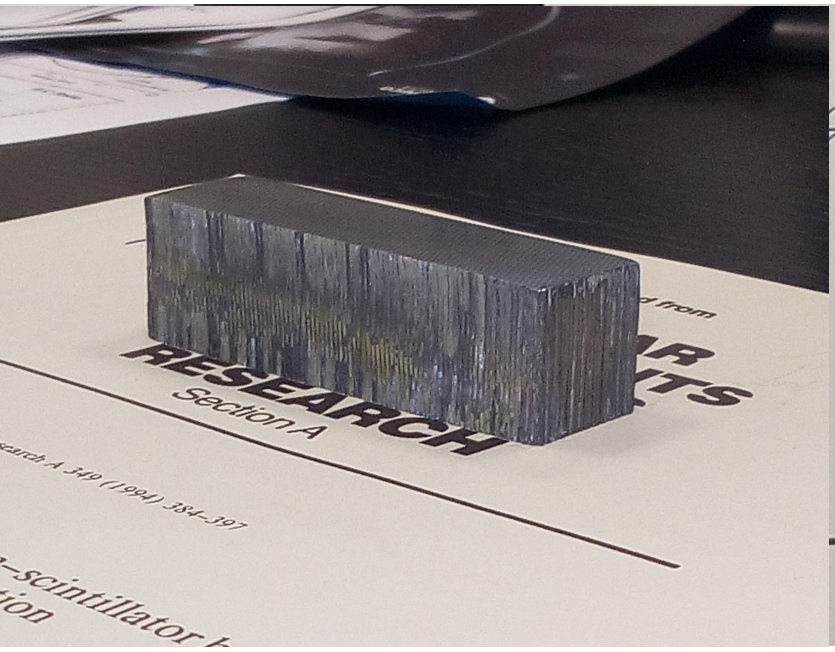
O LIP acabaria por voltar a entrar na história quando participou na construção do STIC, que haveria de substituir o SAT na segunda fase do LEP, sob a liderança de Mário Pimenta e Amélia Maio.

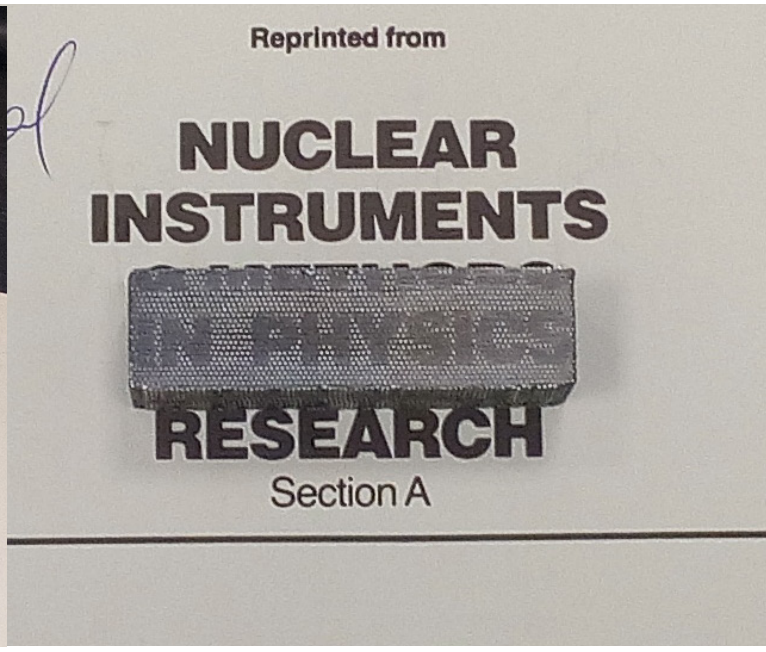
Capítulo incontornável nesta aventura é certamente o SPACAL — SPAghetti CALorimeter. Richard Wigmans resume-a da seguinte forma: "Conheci o Peter em 1986 numa conferência em San Miniato. Foi lá que o ouvi falar pela primeira vez das fibras cintilantes, com que tinha construído um calorímetro pioneiro creio que para NA38. Acontece que as fibras do Peter eram ideais para compensar calorímetros de chumbo, uma ideia de que eu tinha falado na mesma conferência. Começámos a colaborar, e o resultado foi o chamado "Spaghetti calorimeter", um instrumento que detém, ainda hoje, vários recordes de performance na detecção de chuveiros hadrónicos".

Amélia Maio, que também estava em San Miniato, lembra que a história foi um pouco mais complicada: "No início, foi complicado. O Wigmans tinha estado em DESY, onde tinha havido uma disputa sobre a interpretação da compensação, e ele associou-nos a essa história. Mas o Peter estava sempre aberto a ideias novas. Acabaram por colaborar directamente no SPACAL. Foram testadas todas as formas, todas as diferentes configurações".

Recorda ainda o início do trabalho em Lisboa: "Em 1987, a Ana Henriques estava a acabar o estágio. Quando lhe propus que viesse trabalhar connosco disse logo que sim, mas tinha de acabar o estágio primeiro. Eu já tinha acordo para uma sabática em DESY, mas acabei por adiar um pouco a ida. A Ana acabou o estágio e, durante um mês, preparámos tudo em Sacavém. Depois veio o Peter de sabática para coordenar as coisas. A Ana foi co-estudante dele. O Luís Peralta, que já era assistente, ajudava. Eu vinha cá uma semana por mês".

Fragmento de um calorímetro de chumbo e fibras ópticas cintilantes. ▼



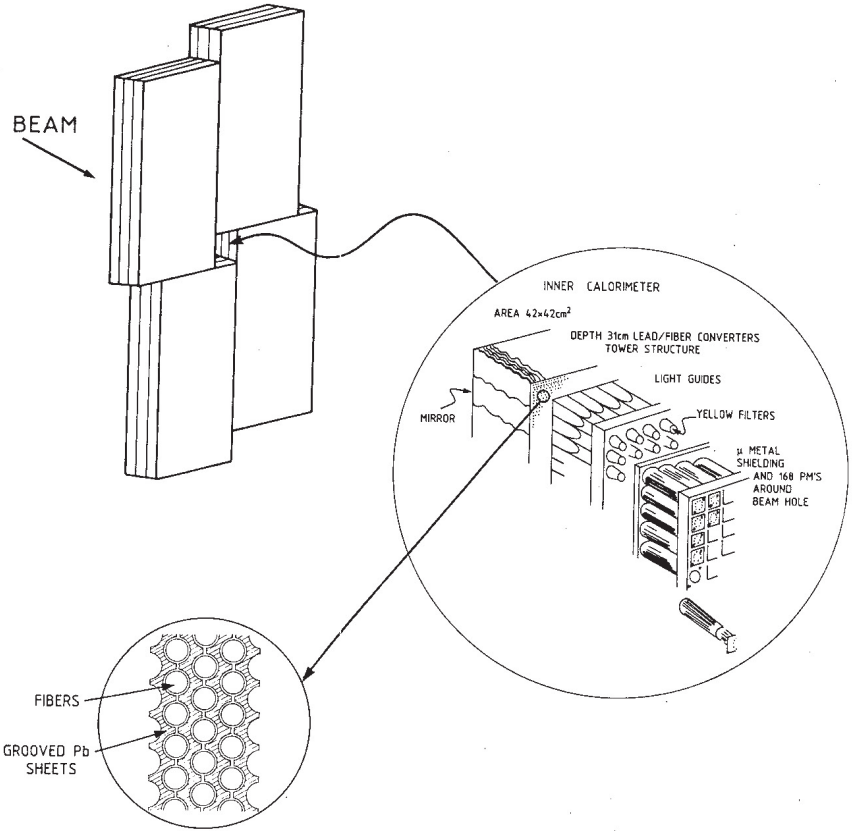


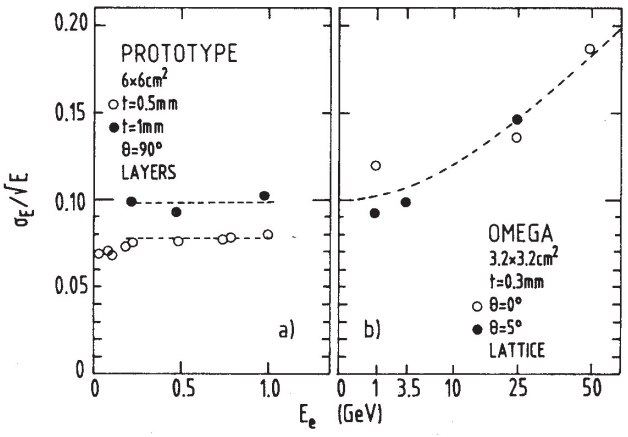
Ana Henriques recorda essa fase: "A minha tese de fim de curso foi na I&D de fibras para o calorímetro SPACAL. O Peter e a Amélia foram os orientadores. Nessa altura, o Peter andava sempre com um pequenino fragmento do calorímetro de NA38 no bolso feito de fibras e chumbo e foi assim que me apresentou a ideia do SPACAL; podia ler-se um texto num papel através do pedaço de calorímetro, porque tinha uma densidade enorme de fibras, uma espécie de lupa mas sem ampliação". Depois de uma estadia de dois meses no CERN no verão, ficou definida a tese de doutoramento: "A primeira parte, a trabalhar no SPACAL (construção de protótipos, testes em feixe, análise de dados) no CERN. Os orientadores oficiais eram a Amélia e o Wigmans, mas o Peter acompanhou de muito perto porque estava interessado no projecto. A segunda parte, na motivação de física para LHC, o Z' em jactos (para Eagle, antes de Eagle e Ascot se juntarem numa experiência, ATLAS). O Peter esteve no júri da minha tese. E guardei sempre uma ligação muito próxima com ele." Depois do doutoramento, Ana Henriques teve um lugar permanente no CERN. Mais tarde, foi responsável pelo calorímetro hadrónico de ATLAS, o TileCal.

Quando se começaram a definir melhor os projectos do LHC, Peter Sonderegger, Peter Jenni, Richard Wigmans e Hans Paar fizeram a primeira proposta para um calorímetro hadrónico para o LHC. "O Peter entrou no design do calorímetro hadrónico com fibras cintilantes para EAGLE (RD1) e no design do TileCal (RD34). Nos primeiros tempos, esteve muito ligado ao TileCal, em particular no trabalho sobre *radiation damage*, que foi muito importante para o LHC. Também usou um dos módulos do TileCal para uma experiência dele, de matéria estranha. Andámos lá a ajudar a montar" conta Amélia Maio, que analisa também as razões da escolha final: "O Tilecal permite uma segmentação longitudinal mais fácil, mas também houve estudos de segmentação com fibras cintilantes — usando a posição das fibras e os tempos; mas acabaram por decidir pelo TileCal. Teve que ver com a segmentação e com o custo".

Amélia Maio deixa-nos a sua visão sobre o maior legado de todo o trabalho desenvolvido em calorimetria com fibras ópticas cintilantes: "O número de experiências que usaram pequenos calorímetros de fibras ópticas cintilantes é enorme. O protótipo do SPACAL foi para uma experiência de neutrões. Mas penso que o maior legado é o seguinte: antes, faziam-se calorímetros de cintilador lidos por placas *wavelenght shifter* (WLS). Depois, apareceram os calorímetros de fibras ópticas cintilantes. Penso que a passagem para os calorímetros de placas de cintilador lidas por fibras WLS foram uma derivação, uma influência directa das fibras ópticas cintilantes".

Figuras dos *proceedings* da palestra de Peter Sonderegger no "2nd Topical Seminar on Perspectives for Experimental Apparatus at Future High Energy Machines", em San Miniato, em 1986, com o título "Fibre calorimeters: dense fast, radiation resistant". Em cima: esquema do Omega Inner Calorimeter; em baixo: resolução em energia. ▼





// HOMENAGEM

O ensino em Portugal

Peter Sonderegger foi também professor convidado no Instituto Superior Técnico (IST), papel que lhe era muito caro. Tudo começou por altura da sabática em Portugal, em 1988. A LEFT — Licenciatura em Engenharia Física e Tecnológica do IST acabava de ser criada. José Mariano Gago, que era presidente do departamento, trouxe Peter para ensinar no IST. O contributo dele foi decisivo. Deu Física de Partículas durante algum tempo. "O Peter gostava muito de dar aulas e levava-as muito a sério. Mas continuava sempre a pensar nas coisas e a mudar — nunca tinha as aulas preparadas antes dos últimos 30 segundos. Ao princípio, não foi fácil: dava aulas de Física de Partículas em português com um dicionário na mão", recorda Mário Pimenta. Mais tarde, deu também Astrofísica, Fenomenologia da Física das Astropartículas, História da Ciência. Por isso, vinha regularmente passar algum tempo a Lisboa, instalando-se num pequeníssimo gabinete no LIP, na avenida Elias Garcia — ou onde houvesse espaço na altura.

João Seixas refere ainda que "o papel formador do Peter (…) não é muitas vezes suficientemente enfatizado. Praticamente todos os estudantes das primeiras gerações de físicos de partículas apreenderam o seu mister quer nas aulas, quer no terreno experimental com o Peter".

Peter Sonderegger foi também decisivo nas primeiras edições da conferência New Worlds in Astroparticle Physics, no Algarve, lançada em 1996 por , entre outros, Jorge Dias de Deus e Mário Pimenta, que recorda que "ao princípio, os oradores convidados vinham quase todos via Peter".

Para além da Física

O Peter conciliou uma carreira científica de excepção com uma visão profundamente humana e ecológica do mundo e de todos que nele habitam. Era um físico que reflectia sobre o que a ciência pode trazer à sociedade. Desde a década de 1970, empenhou-se na divulgação da ciência, interessou-se pelas aplicações médicas, preocupou-se com os efeitos nefastos da ciência e da tecnologia, em particular da energia nuclear, área em que desenvolveu intensa actividade. Foi desde sempre um ecologista, coerente e consciente.

Por tudo isto, Peter é invariavelmente descrito como um físico fora de série, cientista empenhado, humanista e ecologista da primeira hora. Mas também como alguém com uma abertura suplementar para as coisas e as pessoas, que abandonava os caminhos conhecidos e explorava mais longe. "Que o Peter era fora de série, toda a gente está de acordo. Era uma pessoa muito aberta, e tinha sempre a casa cheia de gente. Preocupava-se com as pessoas, com a ecologia, em particular a energia nuclear, com os direitos humanos", diz Amélia Maio. Mário Pimenta lembra que Peter foi pioneiro do grupo de energia solar do CERN, e do projecto do carro solar do CERN.

Ana Henriques corrobora estas ideias lembrando a experiência da sua chegada ao CERN: "Quando vim para o CERN começar o doutoramento, o Peter alugou-me parte da casa dele na cave, que ele não habitava (fiquei lá a viver seis meses, até arranjar um estúdio). Foi na mesma altura que o José Mariano era *Associate* no CERN por uns meses e vivia lá em cima num quarto. A casa do Peter estava sempre cheia de físicos, e eu era com frequência convidada para os jantares de fim-de-semana com aqueles ilustres todos. Ciência, filosofia, ecologia, misticismo… misturavam-se com frequência nas conversas (sempre regadas com excelentes vinhos), que eu observava com um misto de espanto e incredulidade".

Para Mário Pimenta, "o Peter tinha de facto dois registos: o lado científico, muito exigente e rigoroso; e um lado que lhe dava abertura para outras coisas. Para quem não o conhecesse pareciam duas pessoas diferentes, até na expressão facial — a do físico tinha um olhar penetrante e um ar muito sério. A outra era mais aberta e compreensiva. E podia alternar rapidamente entre as duas".

Todos sabemos o que o Peter significou para Portugal. Mas o que significava Portugal para o Peter?

Margaret Sonderegger, mulher de Peter, responde a esta pergunta contando uma história: "Em 1989, quando decidimos viver juntos, o Peter perguntou-me se estaria disposta a vir viver para Portugal. Eu disse-lhe que não! Nessa altura estávamos ambos a começar a ser avós, e eu sentia que o nosso papel de pais e avós estava ali. Mas sim, o Peter teria gostado de viver cá".

E a conversa prossegue, tocando em vários pontos que ora se afastam ora se aproximam da física e dos físicos.

"No ano anterior, Peter estivera de sabática em Portugal. Morava na Parede. Dava aulas em português, mas depois não percebia as perguntas. Adorava comunicar com as pessoas, gostava profundamente do carácter português. A primeira viagem que fizemos juntos foi a Portugal. O Peter gostava do ambiente, das pessoas, da diversidade das paisagens, dos monumentos megalíticos do Alentejo.

O Peter sempre gostou da simplicidade e da diversidade. Era como a questão de falar muitas línguas, para ele a vida era assim. Lembro-me quando fizemos o Caminho de Santiago, ele conversava com toda a gente, sobretudo com as pessoas mais simples, e dizia-me que era espantoso como não havia idiotas, todos tinham qualquer coisa de interessante a dizer.

O Peter sempre foi um rebelde, no sentido em que adorava caminhar fora dos caminhos já percorridos. E quando tinha estudantes que o seguiam, ficava radiante. Mas não era fácil. O Peter sabia muito, relacionava tudo com tudo, isso exigia muito dos outros para o poderem seguir. Uma ideia que para ele era importante era a das duas metades do cérebro. Enquanto a metade direita era a física, a esquerda

abria outras possibilidades. Dava-lhe uma abertura suplementar, que muitos não têm, e que não foi muito bem compreendida, até por bons amigos. Mas o Peter era tão cuidadoso, atento, rigoroso em tudo o resto como na física.

Em Setembro de 2014, o José Mariano Gago telefonou-me a dizer que vinha para o aniversário do Peter. Pediu-me para marcar um jantar, para avisar também o Daniel Treille. Tratei de tudo, mas perguntei-lhe se sabia que o Peter fazia 79 anos, que os 80 eram só dali a um ano…

Ele disse-me que sim. Ainda se viram duas vezes depois. O José Mariano Gago deixou-nos em Abril de 2015.

Na manhã do dia em que o Peter morreu encontrei uma frase que acho que que tem tudo que ver com ele: o cúmulo da inteligência é a bondade."

Peter Sonderegger na sua casa na Parede com Dinho, afilhado de Conceição Abreu, em 1988. ▼

A terminar, vale a pena recordar as palavras de Daniel Treille:

"A mensagem maior do Peter será a sua extraordinária humanidade. É excepcional conhecermos alguém com tal rectidão moral, tal ausência de ambição pessoal no que diz respeito a carreira ou honras, tamanha solicitude e generosidade para com os outros. Foi um privilégio e uma felicidade conhecer e amar um homem tão puro".

A comissão editorial do Boletim agradece as contribuições de: Amélia Maio, Ana Henriques, António Ferrer, Conceição Abreu, Daniel Treille, João Seixas, João Varela, Louis Kluberg, Luis Peralta, Mário Pimenta, Margaret Sonderegger, Paula Bordalo, Richard Wigmans, sem as quais este artigo não poderia ter sido escrito.

"Our common house on the bank of the Volga river"

JINR 2017-2023 Science Programme

Victor Matveev, Director of the Joint Institute for Nuclear Research (JINR) was in Évora for the European Particle Physics School, co-organized by CERN and JINR. He lectured the 100 participant students about JINR and its physics program, and participated on a public debate with Fabiola Giannoti, the Director General of CERN, and Gaspar Barreira, Director of LIP. He spoke to the LIP-News Bulletin about the scientific program of JINR.

Bulletin: At LIP, people know a great deal about CERN, also about JINR's participation in CERN experiments, but probably not so much about what is going on at JINR. Can you tell us about this?

VM: JINR has recently celebrated its 60 years jubilee and, at the same time, the organization's highest body, the Board of Plenipotentiaries, representing the 18 Member States, approved a seven-year plan for 2017-2023, which includes the different priorities, tasks, budgets, etc. This seven-year experimental program includes modernizing existing infrastructures and building new ones.

A flagship program is NICA—Nuclotron-based Ion Collider fAcility, a superconducting heavy ion collider. It will study the properties of hot and dense baryonic matter — critical phenomena in dense baryonic matter. There are four places for this in the world: BNL, CERN, FAIR and NICA. In the last two, the energies and intensities are similar but FAIR will be fixed-target, while NICA is a collider. While the energy is limited (10 GeV/nucleon in Au-Au collisions), calculations from models estimate the NICA will have the highest barionic matter densities. The scientific program also includes the investigation of the nucleon spin and polarization phenomena, with the BM@N fixed-target experiment. The first stone was laid last year, and there are now 4,200 foundations on ground. The curvature of the collider is visible already on the construction site. Full completion is expected in 2023. The complex includes the modernization of existing elements, namely in the injection and acceleration chain. For this flagship project, the budget is 200 M$. And we are pleased to say that thanks to an additional contribution from the Russian government, funding for NICA is now secured. NICA is really an international project, with the participation of all members states and other countries and organizations, namely China, France and CERN.

Another priority is the super-heavy elements factory, DC-280, which is at the heart of the Dubna radioactive ion beams scientific complex, DRIBS-III. The synchrotron is ready, all elements are assembled and in the building. It should be ready by the end of the year, and commissioning will start. JINR has a long history in the creation of new heavy elements. In the last 60 years, almost everything in this domain happened in Dubna for the first time. We pursue the quest for the island of stability of the superheavy elements predicted by theorists 50 years ago, in Dubna and Frankfurt. The goal is now to explore the centre of the island of stability. The key point here is that to create new elements, and to study in detail the ones already produced, one needs a large quantity (hundreds or thousands of atoms). And even if programs exist elsewhere, this can only be done at JINR, due to the large concentration of experience.

The third highlight is neutrino physics. This has a very special value for JINR, as Bruno Pontecorvo lived and worked in Dubna from the beginning. In 1957, he published the idea of transitions between neutrino types. He used to say that Nature contains it, so it is impossible that it does not use it. Oscillations, sterile neutrinos, etc. — he spoke of everything! So much effort put in the LHC and the Higgs, but neutrino physics is also a fantastic story. The big task for JINR right now in neutrino physics is the Giga-ton detector at lake Baikal. There will be eight clusters of strings, and two of them are already there. One high energy neutrino has already been observed, supporting IceCube — of course, with respect to IceCube, the Baikal detector is looking at the opposite side (the southern sky, in this case, as neutrinos come from below). But there is a lot more neutrino physics going on, for example on the neutrino experiment at the Kalinin pressurized water reactor: GEMMA (neutrino magnetic moment); nuGen (coherent nu-Ge scattering); DANSS (search for sterile neutrino oscillations).

◄ The Nuclotron accelerator at JINR

These are just a few highlights. A lot more is going on. For example, on neutron physics, there is the IBR-2 pulsed reactor, a fast neutron reactor with a very original construction. It has been completely renewed. It hosts several neutron scattering experiments. JINR has also a major coordination role in UN ecology programs related to food problems, namely the presence of heavy metals.

Bulletin: Concerning the participation of the different member states, JINR is an international organization in which the host country has a large weight. How are the relations and role of other countries? Is there a users' community, like at CERN?

VM: JINR has a statute of particular independence and freedom, special rules for easy access to visas and etc. It has been a very friendly atmosphere from the beginning. JINR has close to 5000 staff members, of which 1200 researchers and 2000 engineers and technicians. About 450 are non-Russians. And then there is the community of users like at CERN. The stays of scientists from member states are decided by the plenipotentiaries of each country.

Bulletin: Are there plans for new memberships?

VM: Contacts for the participation of other countries have been made, but are now a little bit in the wait, as the global situation is complicated. China has been a member in the past. Now they want to participate, particularly in NICA.

Bulletin: Can we say that, after the golden age, a quite difficult period followed, and there is now an opportunity for a new golden age?

VM: Yes, it's exactly that.

The Neutrino detector at lake Baikal ▲

The Joint Institute for Nuclear Research

JINR is an international intergovernamental organization, a world famous scientific centre. JINR has at present 18 member states and 6 associate members. The supreme governing body of JINR is Committee of Plenipotentiaries of the governments of the Members States. The Institute was established with the aim of uniting efforts for investigations of the fundamental properties of matter. During 60 years JINR has accomplished a wide range of research and trained scientific staff to the highest quality for the Member States. It is structured in seven different laboratories:

- **LHEP** - Veksler and Baldin Laboratory of High Energy Physics
- **FLNR** - Flerov Laboratory of Nuclear Reactions
- **LNP** - Frank Laboratory of Neutron Physics
- **DLNP** - Dzhelepov Laboratory of Nuclear Problems
- **LIT** - Laboratory of Information Technologies
- **LRB** - Laboratory of Radiation Biology
- **BLTP** - Bogoliubov Laboratory of Theoretical Physics

The JINR University Centre, established in 1991, implements the educational programme of the Institute that is primarily aimed at training highly qualified young specialists to conduct research in the laboratories of JINR and scientific centres of the Member States.The Institute's seven-year plan supports the further development of JINR as a multidisciplinary international centre for fundamental research in nuclear physics and related fields and technology.

Source: The JINR ATLAS, 2017, available in the public library at LIP-Lisboa

Super-heavy elements @JINR

JINR has a long history in the creation of new heavy elements. Honouring this tradition, already the element with atomic number 105 is named Dubnarium. Since number 114, all discovered elements have been synthesized for the first time at the U-400 accelerator complex in Dubna. The questions of authorship and naming of new elements are decided by the international community (IUPAC, IUPAP) and sometimes discussed for a long time. The name Oganesson for element 118 recognizes Professor Yuri Oganessian (born 1933) for his pioneering contributions to transactinoid elements research. His many achievements include the discovery of superheavy elements and significant advances in the nuclear physics of superheavy nuclei including experimental evidence for the "island of stability". For the second time in history, the international community decided to give the name of a living scientist to a newly discovered element.

// INVESTIGAÇÃO

ATLAS observa dispersão luz-por-luz em alta energia

Helena Santos

A dispersão elástica entre partículas de luz (LbyL) foi prevista nos primórdios da teoria quântica do electromagnetismo, QED, sendo possibilitada pela polarização do vácuo.

A reacção $\gamma\gamma \rightarrow \gamma\gamma$ no modelo padrão ocorre na mais baixa ordem da constante de estrutura fina (α_{em}), envolvendo um loop de fermiões (Figura 1). A sua observação tem tardado, constituindo um verdadeiro desafio para os experimentalistas. Indirectamente, o fenómeno terá sido testado nas medidas dos momentos magnéticos anómalos do electrão e do muão, e estima-se que contribui substancialmente para as correções de QED. Extensões do modelo padrão prevêem contribuições extra, resultando num processo sensível a nova física.

As colisões de iões pesados relativistas proporcionam condições únicas para estudar a dispersão LbyL. Os pacotes de iões de chumbo acelerados no LHC são acompanhados por um enorme fluxo de fotões e o sinal inequívoco da sua interação surge nas chamadas colisões "ultra-periféricas", i.e., quando o parâmetro de impacto é superior a duas vezes o raio do núcleo, RA. Neste caso não há choque inelástico entre os iões, mas sim uma troca de fotões entre eles. De facto, os campos electromagnéticos entre os iões podem ser representados por feixes de fotões "quasi-reais", com uma virtualidade muito baixa: $Q^2 < 1/R_A^2 \approx 10^{-3}$ GeV^2. O fluxo de fotões que acompanha cada feixe é proporcional a Z^2, favorecendo significativamente as colisões Pb+Pb relativamente às colisões p+p.

A assinatura do sinal LbyL é constituída pela produção exclusiva de dois fotões, que emergem em sentidos opostos no plano transverso do detector por forma a conservar o momento. ATLAS identificou 13 eventos candidatos numa amostra de 4 mil milhões de eventos resultantes de colisões Pb+Pb à energia do centro de massa por par de nucleões de 5.02 TeV, e correspondendo a 480 μb^{-1} de luminosidade integrada no Run 2. A raridade deste processo implicou o desenvolvimento de um trigger muito sensível, capaz de identificar dois fotões num detector desprovido de quaisquer outros observáveis. O sucesso deste trigger demonstra bem o alto desempenho e a flexibilidade do sistema de trigger de ATLAS.

A selecção de candidatos, optimizada para reduzir o background, é constituída por eventos com fotões de momento transverso superior a 3 GeV, pseudorapidez na região $|\eta|<2.4$, massa invariante e momento transverso do par de fotões superior a 6 GeV e inferior a 2 GeV, respectivamente. Processos como $\gamma\gamma \rightarrow e^+e^-$, $\gamma\gamma \rightarrow qq\bar{q}$ e produção central exclusiva (CEP) de fotões mediada pela interacção forte ($gg \rightarrow \gamma\gamma$) mimetizam o sinal, mas a sua magnitude é minimizada se um valor baixo de acoplanaridade entre os fotões, definida por $1-\Delta\phi_{\gamma\gamma}/\pi$, for exigido (Figura 2). Sendo o número de eventos de background medido 2.6, o resultado experimental tem uma significância de 4.4 desvios padrão, aproximando-se do limite convencional para constituir a primeira observação directa deste fenómeno em altas energias.

Após a subtracção do background e corrigidos todos os efeitos de detector, a secção eficaz do processo $\gamma\gamma \rightarrow \gamma\gamma$ no espaço de fases definido é 70±20(stat.)±17(syst.) nb, sendo consistente com o valor previsto pelo modelo padrão, 49±10 nb.

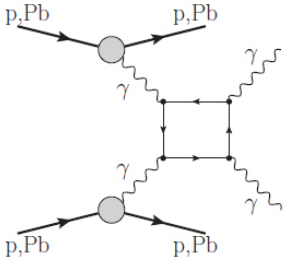
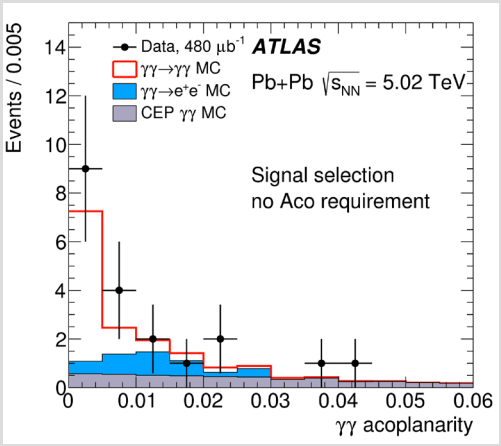
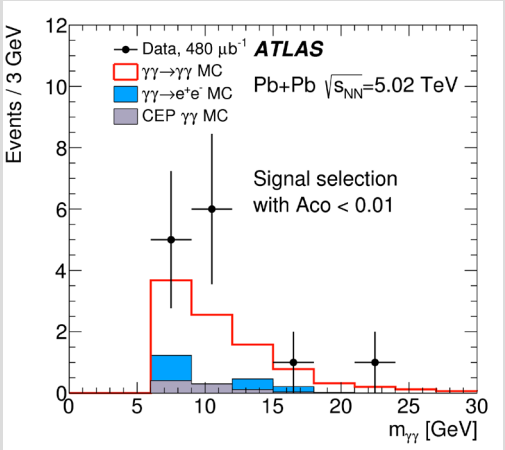


Fig. 1: Diagrama esquemático das colisões elásticas $\gamma\gamma \rightarrow \gamma\gamma$ que decorrem de interacções electromagnéticas entre protões ou iões de chumbo no LHC.

Fig. 2: Distribuições cinemáticas dos eventos candidatos a $\gamma\gamma \rightarrow \gamma\gamma$. (a) Acoplanaridade entre os 2 fotões; (b) Massa invariante dos 2 fotões após o corte Aco<0.01. Os dados (pontos) são comparados com as previsões. As barras verticais representam os erros estatísticos.





Auger: A dipole at the highest energies

Lorenzo Cazon

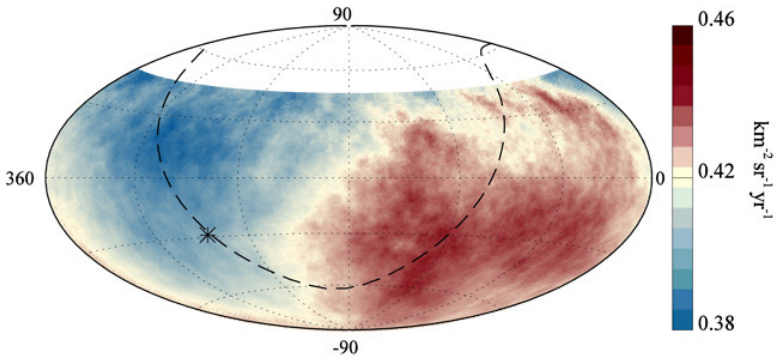
Ultra high energy cosmic rays (UHECR) are bare nuclei, ranging from protons to iron, which bombard the Earth atmosphere. We also expect a small fraction of neutrinos and photons in the mix, acting as smoking guns from the sources, or after the nuclei interaction with the cosmic microwave background (CMB). Current limits on these neutral particles already exclude the so called "top-down" scenarios, where UHECR are originated from relics of the Big Bang. On the contrary, this points towards an acceleration mechanisms in violent astrophysical sources.

UHECR electric charge make their trajectories bend under the coherent interstellar magnetic fields, but their path is also randomized by the incoherent magnetic field component. As the energy of the UHECR increases, the trajectories become more straight, pointing back to their origin.

The Pierre Auger observatory has recently reported in the Science magazine, a 5.2 sigma deviation from isotropy on the arrival directions of UHECR above 8×10^{18} eV. The anisotrpy is best described by a dipole, (the largest angular scale, just an excess in one part of the sky and a deficit in the opposite direction with respect to the average flux, see figure). It is not possible yet to stablish whether the angular structure of the anisotropy contains higher order moments, at smaller angular scales.

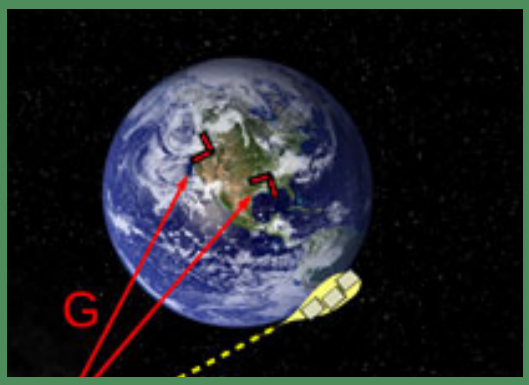
The fact that the arrival directions of UHECR in the energy band between 4 and 8 EeV is compatible with isotropy, together with the fact that the dipole points towards a region which is not correlated with the Milky Way structure necessarily implies that the UHECR sources are extragalactic.

The matter distribution, as provided by galaxy catalogs like 2MRS, displays a tantalizing excess in approximately the same direction as the observed dipole, when the effects of the galactic magnetic field on the propagation of the incoming UHECR are accounted. The dipole created by the movement of the Earth through the cosmos (the Compton-Getting effect) would not produce such a strong effect, and it is discarded as explanation.



Multi-messenger observations and gravitational waves

In another piece of breaking-news, a joint publication in Physics Review Letters and authored by more than 3000 scientists, including the Pierre Auger Collaboration, reports the multi-messenger observation of the region where



the gravitational wave GW170817 recently announced by the Ligo and Virgo collaboration came from. The event is confirmed for the first time by photon detection by other instruments and an additional neutrino search: an effort by the LIGO, Virgo, Pierre Auger, ANTARES, and IceCube collaborations.

Within 1.7 seconds, this event was followed by a gamma ray burst (GRB), recorded by the Fermi and INTEGRAL satellites, and subsequent electromagnetic observations in the optical and radio regimes. These observations made it possible for the first time to pinpoint the source location of a gravitational wave event. The source was found to be in a galaxy 130 million light years away, known as NGC 4993.

The neutrino search was published in the Astrophysical Journal. The search looked for neutrinos in the GeV to EeV energy range and did not find any neutrino in directional coincidence with the host galaxy. This is in agreement with short GRB models for observations at a large off-axis angle.

Multi-messenger observations open a exciting observational window to understand the physics at the sources.

// DESTAQUE

The Nobel Prize in Physics 2017

Alessandro De Angelis, INFN Padova and LIP/IST

The Nobel Prize in Physics 2017 was awarded to Barry Barish and Kip S. Thorne, both from Caltech, and Rainer Weiss, from MIT, *"for decisive contributions to the LIGO detector and the observation of gravitational waves"*.

The three scientists have been promoters and founders of the Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory LIGO, thanks to which the first measurement of gravitational waves was realized on September 14, 2015, a century after their theoretical prediction in Einstein's General Relativity.

Gravitational waves are produced in the acceleration of masses with spherical asymmetry. They propagate at the speed of light, stressing and compressing spacetime; distances in space increase and decrease with a steady cadence in two directions at 90 degrees to each other, orthogonal to the direction of motion of the wave. The effect is very small: for a released energy corresponding to about 3 solar masses like in the first event detected by LIGO in 2015, the relative strain at Earth is about 10^{-22} – i.e., the distance between the Earth and the Sun changes by about the size of an atom. Einstein was of the opinion that gravitational radiation was too weak to be detected. Indirect effects, however, have been demonstrated, with the pioneering discovery in 1974 of the binary pulsar PSR 1913+16 for which measurements of the decay of the orbital period with time are consistent with the energy losses expected for gravitational wave emission (R. A. Hulse and J.H. Taylor, Nobel Prize in Physics 1993).

Gravitational waves are produced in the acceleration of masses with spherical asymmetry. They propagate at the speed of light, stressing and compressing spacetime.

Einstein was of the opinion that gravitational radiation was too weak to be detected.

How to detect such a small signal? The solution adopted was laser interferometry. The two LIGO detectors, separated by 3002 kilometers, which at the speed of light implies a time difference of about 10 milliseconds, are identical Michelson interferometers (see figure 2). Each interferometer arm consists of two massive (40 kg) mirrors, suspended to an actively controlled seismic isolation platform. Mirrors are separated by a distance of 4 km.

at about 150 Hz. The interpretation for this signal is the inspiral and merging of two orbiting black holes, while emitting gravitational radiation; the total mass of the two bodies has been estimated to be of about 65 solar masses. Gravitational waves are promising a revolution in astrophysics, providing an entirely new way of observing the most violent events in the Universe: in fact they travel

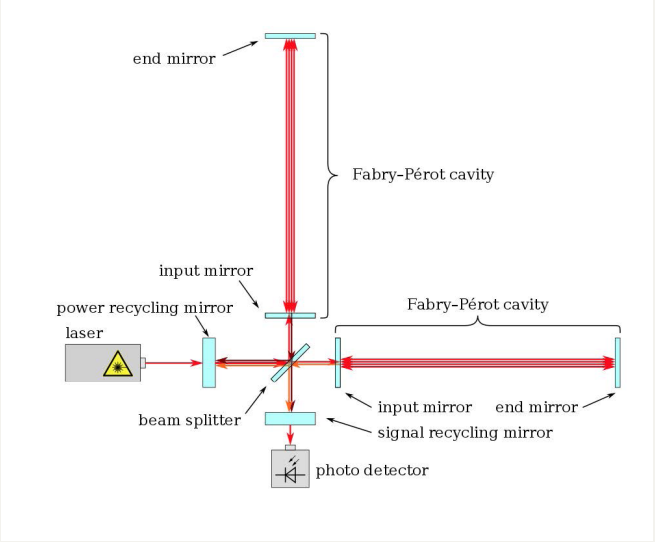


Figure 2 - Layout of a LIGO interferometer (credit: Menner, via Wikimedia Commons).

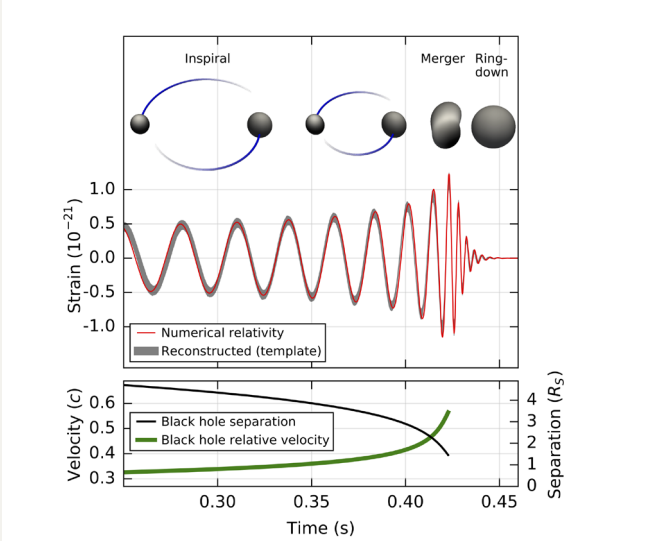


Figure 3 - Top: The gravitational-wave amplitude seen by the two LIGO interferometers in the first gravitational wave event detected. Bottom: The black hole separation, in units of the Schwarzschild (black hole) radius, and relative velocity, in units of the speed of light (source: LIGO/VIRGO).

The light beam in each arm originates from a 1064 nm (infrared) laser, and has a power of 700 W. To improve sensitivity, each arm of the interferometer contains a Fabry-Pérot cavity that stores the photons allowing multiple reflections of light; these reflections increase the effective arm length to over 1000 km. It should be noted that gravitational waves change the length of the interferometer's arms, but do not change the wavelength of light: this fact is at the basis of the measurement.

LIGO is a collaborative project with over one thousand researchers from more than twenty countries. A similar interferometer, VIRGO, is placed in Italy; together with the two LIGO detectors it forms the actual interferometer network LIGO/VIRGO. All three instruments now provide combined information on gravitational waves, allowing the localization of sources with an accuracy of less than 30 degrees.

LIGO started operations in September 2015 and detected a strong signal on September 14 that could be interpreted as the signature of a passing gravitational wave; the signal was detected by both interferometers with a time delay of about 7 milliseconds, consistent with their distance. Figure 3 summarizes the observations: the signal increases in frequency and amplitude over 200 ms, reaching a maximum amplitude

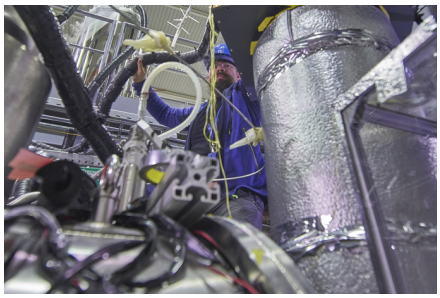
Gravitational waves are promising a revolution in astrophysics, providing an entirely new way of observing the most violent events in the Universe.

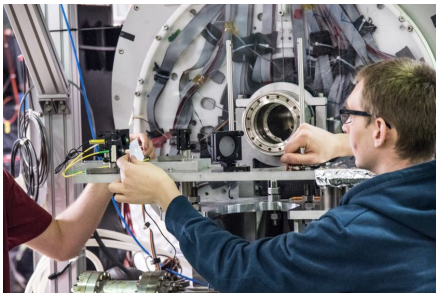
unimpeded at the speed of light, and provide unique information on the first moments of cataclysmic collisions.

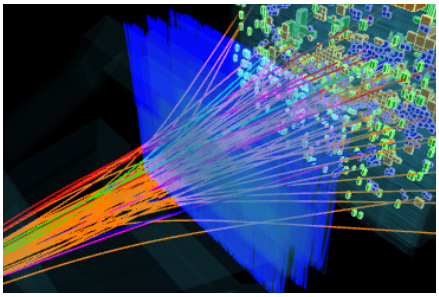
Two years after the first signal, already four more have been discovered as of today; on October 16 2017, few days after the announcement of the Nobel Prize, the first simultaneous observation of gravitational waves and gamma rays has been published, unveiling the dynamics of merging pairs of neutron stars, and opening the new science of multimessenger astronomy. Many new gravitational wave detectors are planned for the next years, the more spectacular being the Laser Interferometer Space Antenna (LISA), consisting of three spacecrafts arranged in an equilateral triangle with 2.5 million km long sides, with laser beams bouncing among them. LISA, scheduled for launch in 2034, will measure distortions of spacetime through the variation of the sum of the internal angles of a triangle.

BREVES
do LIP e do mundo das partículas

As notícias desta secção foram elaboradas a partir de conteúdos preparados para a página web e o facebook do LIP pelos vários grupos do LIP; ou a partir de notas de imprensa das instituições envolvidas. Contribuições: A. Onofre, G. Barreira, G.Milhano, L. Coimbra, L. Alves, S. Andringa







A experiência BASE quebra o seu próprio record

A precisão da medida do momento magnético do antiprotão bateu um novo record e até excede a do protão. Este resultado, publicado pela Colaboração BASE na revista Nature, melhora o resultado da medida anterior, permitindo comparar a matéria e a anti-matéria com uma precisão sem precedentes. Os resultados são consistentes com a igualdade dos momentos magnéticos do protão e do antiprotão.

"Este resultado é o culminar de muitos anos de investigação e desenvolvimento contínuos, e a conclusão com sucesso de uma das medidas mais difíceis alguma vez realizadas com armadilhas de Penning" disse Stefan Ulmer, responsável de BASE. A enorme precisão foi conseguida graças a um novo método envolvendo medições simultâneas em dois anti-protões "apanhados" separadamente em duas armadilhas de Penning — dispositivos que permitem "segurar" partículas com campos electromagnéticos.

"É provavelmente a primeira vez que se obtém uma medida mais precisa para antimatéria do que para matéria, o que mostra o progresso extraordinário alcançado no AD— Desacelerador de Antiprotões do CERN" acrescentou Christian Smorra, um dos autores do estudo.

A experiência ALPHA explora os segredos dos anti-átomos

A experiência ALPHA publicou na revista Nature a primeira observação da estrutura hiperfina do átomo de anti-hidrogénio. Análises cada mais detalhadas destes anti-átomos, produzidos no Desacelerador de Antiprotões do CERN, permitem-nos investigar possíveis diferenças entre a matéria e a antimatéria.

A colaboração ALPHA demonstrou a capacidade de medir a estrutura interna do átomo de anti-hidrogénio em 2012, tendo apresentado a primeira observação de uma transição óptica nestes átomos em 2016. As transições hiperfinas agora observadas foram induzidas expondo os anti-átomos a microondas. As duas linhas espectrais observadas não apresentam diferenças em relação às do hidrogénio, dentro dos limites da precisão experimental. A experiência ALPHA consegue confinar até 74 anti-átomos ao mesmo tempo, o que permite fazer medidas de precisão.

"A espectroscopia é uma ferramenta muito importante em todas as áreas da física. Estamos agora a entrar numa nova era, ao estendermos a espectroscopia à antimatéria", disse Jeffrey Hangst, o responsável da experiência ALPHA experiment, que acrescentou: "com as nossas técnicas únicas, conseguimos agora observar em detalhe a estrutura dos átomos de antimatéria em algumas horas, em vez de algumas semanas, algo que não podíamos sequer imaginar há poucos anos".

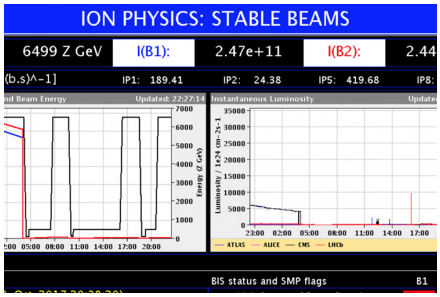
LHCb observa barião com muito charme

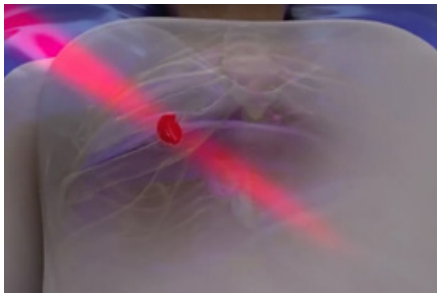
A experiência LHCb do CERN anunciou a descoberta de uma nova partícula contendo dois quarks c e um quark u. A descoberta foi anunciada este verão, durante a conferência EPS HEP 2017. É a primeira vez que se observa inequivocamente um barião com dois quarks pesados. A massa da partícula é de cerca de 3621 MeV, quase quatro vezes mais que o barião mais familiar, o protão. O barião Ξ_{cc}^{++} foi identificado através do seu decaimento para o barião Λ_c^+ e três mesões: K^-, π^+ e π^+.

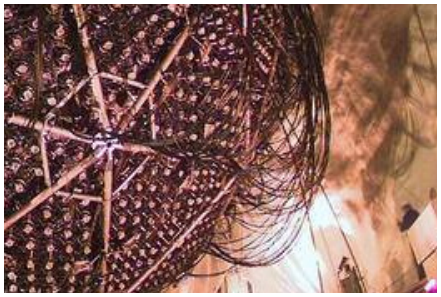
Giovanni Passaleva, novo responsável de LHCb, afirmou que "encontrar um barião com dois quarks pesados dá-nos uma ferramenta única para testar a cromodinâmica quântica" através do estudo das propriedades desta partícula, em particular do seu tempo de vida e modos de decaimentos. Guy Wilkinson, anterior responsável da experiência, acrescentou que "ao contário dos outros bariões, em que os três quarks executam uma dança complicada em torno uns dos outros, espera-se que um sistema com dois quarks pesados se comporte como um sistema planetário, em que os dois quarks pesados fazem o papel de estrelas pesadas orbitando uma em redor da outra, enquanto o quark leve orbita em torno do sistema binário".

Este resultado tem por base os dados recolhidos a 13 TeV durante o run 2 do LHC e foram confirmados usando os dados a 8 TeV do Run 1. O artigo foi agora enviado para a revista Physical Review Letters.

// BREVES







Colisões de Xenon no LHC

Durante algumas horas, o LHC acelerou e fez colidir núcleos de xenon. As quatro experiências, ATLAS, ALICE, CMS e LHCb, registaram pela primeira vez este tipo de colisões.

"Estava planeado um *run* com núcleos de xenon para a experiência de alvo fixo NA61/SHINE no SPS," explica Reyes Alemany Fernandez, responsável pelos runs de iões pesados. "É uma oportunidade única de explorar as capacidade do LHC com um novo tipo de feixe e de obter novos resultados de física" disse John Jowett, físico responsável pelos feixes de iões pesados no LHC".

As colisões de xenon inserem-se no programa de iões pesados do LHC, que habitaualmente proporciona colisões de chumbo. Mas os núcleos de xenon são muito mais leves, o que abre a possibilidade de explorar regimes diferentes do plasma de quarks e gluões.

Fazer colisões de xenon no LHC não é tarefa fácil. A equipa do complexo de acelaradores do CERN começou a preparação no início do ano. Os átomos do gás são acelerados e são-lhes arrancados os 54 electrões, em quatro acelerações sucessivas, antes de serem lançados para o LHC. "O número de pacotes e a frequência de revolução variam muito dos protões para os núcleos de xenon, explica Reyes Alemany Fernandez. "Uma das dificuldades está em ajustar e sincronizar os sistemas de radiofrequência dos aceleradores".

Depois do run de xenon no LHC, que durou algumas horas, os núcleos de xenon continuaram a circular no complexo de aceleradores do CERN, mas só até ao SPS.

Terapia com protões em Portugal

Foi criado um de Grupo de Trabalho com o objetivo de definir uma estratégia para a instalação em Portugal de uma nova unidade de saúde para o tratamento de doentes com cancro com recurso a tecnologias de partículas de alta energia (Diário da República nº 197/2017, de 12 de Outubro). Estas Comissão é coordenada por Gaspar Barreira, do LIP, em representação do Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, e por João Oliveira, Diretor Clínico do IPO de Lisboa, em representação do Ministério da Saúde. Integram ainda a comissão representantes de diversas instituições e programas da área da saúde, assim como Arlindo Oliveira, Presidente do IST.

Considera-se no despacho que "a eventual instalação desta unidade irá valorizar a capacidade instalada no Campus de Tecnologias Nucleares em Sacavém , assim como facilitar o desenvolvimento de uma nova estratégia nacional para o reforço da física médica e da investigação clínica na área do cancro". A nova unidade deve incluir "uma forte valência de investigação e desenvolvimento, designadamente de investigação clínica, o que implica o envolvimento efetivo de um leque alargado de instituições e peritos das áreas setoriais envolvidas". Este Grupo de Trabalho deve contar com o apoio de uma Comissão Internacional de Acompanhamento que integra representantes do CERN, bem como de instituições científicas e centros clínicos de referência internacional que venham a facilitar a cooperação científica e tecnológica em terapias oncológicas.

Experiência SNO+ reconhecida pelo CERN

SNO+ é agora uma experiência reconhecida pelo CERN. O estatuto de experiência reconhecida pode ser dado pelo CERN a experiências na área da física de partículas que cumpram um certo número de requisitos, entre eles ter uma participação substancial de países membros do CERN e já ter sido aprovada pelas agências relevantes. Os membros da experiências reconhecidas podem, por exemplo, registar-se como colaboradores do CERN e organizar reuniões de colaboração no CERN. Este estatuto tinha já sido atribuído e duas experiências em que o LIP participa: AMS, que foi a primeira experiência reconhecida pelo CERN, e Auger.

// BREVES

EGI publica melhores casos de utilização

A EGI é uma infraestrutura digital federada cuja missão é disponibilizar serviços de computação avançada para investigação científica e inovação. O LIP é um dos parceiros no EGI através da infraestrutura Ibérica de computação distribuída (IBERGRID) onde o centro de dados NCG-INGRID-PT, parte do INCD, representa ~7% da computação total forncecida e 99% da componente nacional.

Os cientistas que utilizam os serviços da EGI trabalham para organizações internacionais, infraestruturas de investigação, universidades ou simplesmente como investigadores individuais. Estes têm em comum o uso de serviços de computação para o tratamento e partilha de dados de investigação na e para a sua comunidade científica, também chamada neste âmbito de "virtual organization".

A EGI publicou recentemente uma compilação de casos de utilização, que ilustra a diversidade da ciência que potencia e apoia, assim como a alargada gama de serviços oferecidos. Estes exemplos, espalhados por todo o mundo, vão da farmacologia às ciências sociais, passando, claro, também pela física de partículas. Destes casos de uso é de realçar a plataforma OPENCoastS: On-demand Operational Coastal Circulation na qual o LIP em parceria com o LNEC tem um papel fundamental.

Mais informações em:
https://www.egi.eu/wp-content/uploads/2017/08/EGI_Use_Cases.pdf

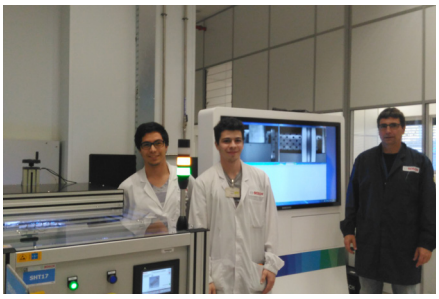
A INCD arranca oficialmente

No âmbito do roteiro das infraestruturas estratégicas de investigação da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT), foi assinado em finais de Julho o projecto com a Infraestrutura Nacional de Computação Distribuída (INCD).

A INCD é uma infraestrutura digital de suporte à investigação, e tem como membros a unidade FCCN, o LIP e o LNEC.

A INCD encontra-se integrada em infraestruturas internacionais congéneres. Participando na EGI, European Open Science Cloud (EOSC) e na infraestrutura Ibérica IBERGRID. A INCD é membro do iACnet.pt (Rede Nacional de Computação Avançada). Existem ainda ligações a diversos projectos europeus e internacionais.

Mais informações em:
http://www.incd.pt



Projecto Optical Bonding Bosch

Foi alcançada uma meta importante no Projecto Optical Bounding: o sistema desenhado nas oficinas do LIP-Coimbra foi testado e monitorizado e finalmente colocado nas linhas de produção contínua.

Este projecto é dedicado ao desenvolvimento do sistema de controlo de qualidade da produção de ecrãs tácteis e está enquadrado num protocolo entre a Bosch e a Universidade do Minho, com participação de membros do LIP. A ideia é, num trabalho de estreita colaboração entre universidades, laboratórios científicos e indústria, identificar com as empresas problemas que as afectam e que o LIP pode ajudar a resolver. É um dos primeiros passos neste projecto de colaboração entre o LIP e as empresas, que se espera que dê bons frutos!

// FORMAÇÃO AVANÇADA

LIP Summer Students Programme 2017

Book of abstracts

Entre Julho e Setembro de 2017, decorreu no LIP-Lisboa a 1ª edição do Programa de Estudantes de Verão do LIP, dirigidos a estudantes universitário de Física, mas também de áreas relacionadas, como a Engenharia.

Nesta secção, os participantes apresentam um breve resumo do projecto de investigação que desenvolveram integrados nos grupos de investigação do LIP.

Development of a numerical tool for signal and time estimation on the SNO+ experiment

Students: Carlos Couto, João Antunes
Supervisor: Fernando Barão

SNO+ is a huge almost spherical liquid scintillator detector that will study neutrinos. The experiment is located approximately 2 km underground in Sudbury, Canada. The aim of this project was to develop a numerical tool that could estimate the arrival time distribution and the signal on the many photomultipliers (PMTs) that are located on the surface of the SNO+ detector. We focused on finding a deterministic algorithm that could serve as an alternative to the existing Monte Carlo simulations. The algorithm was made so that it could later be almost fully parallelized to cut on runtime, and was made versatile, that is, if someone made changes to the detector geometry, components and existing interactions inside the detector, the algorithm would still work and require minimal changes to the code. We managed to implement that algorithm in C++. In the future the implementation has to be tested against data from the Monte Carlo simulations to verify its correctness. Parallel computing has yet to be implemented.

The advantage of this deterministic approach is that whereas Montecarlo simulations require a huge number of tests to gather data on less likely detections the likelihood of a detection does not impact the accuracy of its probability given by our algorithm.

b-tagging in Heavy Ion Collisions

Students: Manuel Xarepe, Pedro Gabriel
Supervisors: Helena Santos, Rui Pereira

The ATLAS experiment is strongly committed with the LHC Heavy Ion program. One distinctive goal of heavy ion collisions is the creation of a quark-gluon plasma (QGP). The study of this plasma could open the door to new physics and, as such, it is important to develop and optimize tools to help us in that sense. One way of studying the QGP is through the special properties of the B mesons which, due to their long lifetime, perceive the entire QGP formation as they travel through it. In order to perform this task, it is important to increase the efficiency of tagging these mesons (b-tagging) in the context of heavy ion collisions. During the course of this project, we used samples of simulated jets embedded on real, reconstructed

// FORMAÇÃO AVANÇADA

minimum bias data from heavy ion (Pb+Pb) collisions. Through the plotting of ROC curves, we studied the efficiency of the IP3D b-tagging algorithm with respect to collision centrality, jet transverse momentum and minimum transverse momentum of its constituent tracks. We observed a better efficiency (especially for central collisions) for a track momentum threshold of 3 GeV and a jet momentum interval between 60 GeV and 160 GeV. Further work would consist in studying the efficiency of the algorithm with respect to other variables and repeating the same study for other algorithms in order to determine the optimal conditions for b-tagging in heavy ion collisions.

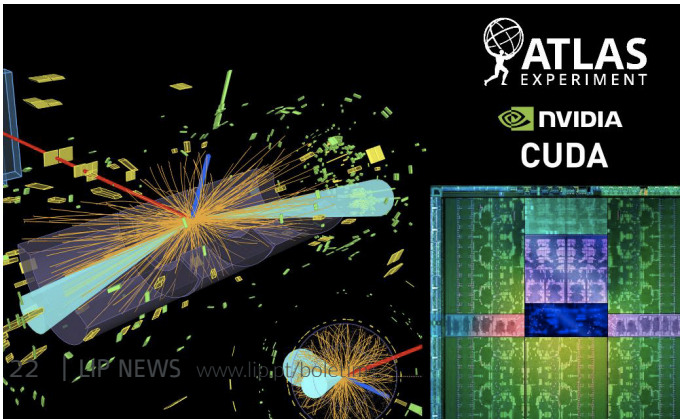
Search for Boosted Dark Matter in the SNO+ experiment

Student: Margarida da Silva Moreira
Supervisors: Gersende Prior, Valentina Lozza, Fernando Barão

Dark matter particles have been postulated as an explanation for the rotation curve of the galaxies by telescope observations. However they have not yet been discovered. Boosted dark matter is a special type of dark matter. By interacting with the solar media it can produce high energy particles detectable on Earth. SNO+ is a multi-purpose detector that can be used for boosted dark matter search in the water phase. During this internship, I studied the production of Cherenkov radiation when particles (electrons, photons and protons) cross the water inside SNO+. For this study, I used Monte Carlo simulations of particles with different kinetic energies, to get information like the number of Cherenkov photons, and also reconstructed variables such as the direction of the particles, the position and the energy. I was also able to calculate the Cherenkov energy threshold for electrons and protons, verifying that proton's Cherenkov threshold is much higher than the electron's one, which is due to the big difference of masses. At the end of this internship i verified, with Monte Carlo simulations, that protons need a lot more energy to produce Cherenkov radiation than electrons. In addition, the reconstructed energy of protons is much lower than the simulated kinetic energy. This is because what we detect are actually the secondary particles, electrons and photons, produced by the interaction of protons with the water.

Parallel algorithms accelerated by GPUs for the processing of real time collision data of the ATLAS experiment at CERN

Students: Bruno Rodrigues, Diogo Weigel
Supervisors: Patricia Conde Muíño, Ricardo Gonçalo, Mário Sousa



Collision data from the ATLAS detector must be processed and selected in real time in order to reduce the input event rate, allowing the storage of specific events that are of interest for further analysis. This is done by the Trigger and Data Acquisition System (TDAQ) which comprises of two levels: Level 1 Trigger and High Level Trigger (HLT). Events arrive at the Level 1 at a rate of 40 MHz and are passed on to the HLT with a rate of 100 KHz for further processing. The HLT is a software based system that runs sequences of algorithms on a CPU farm, to confirm or reject the selections made by the Level 1 within an average processing time of 250 ms and reducing the rate to the desirable 1 kHz, which is acceptable for storage. The nature of these algorithms suggests that they can benefit from parallelization to reduce the processing time, and GPUs are the natural choice for performing parallel computations due to their architecture. Algorithms for Inner Detector and Muon reconstruction, Calorimeter clustering and Jet reconstruction have been implemented in CUDA to run on GPUs. A client-server technology has been adopted to facilitate the integration of the accelerated algorithms within the ATLAS software. The performance of the Calorimeter clustering algorithm was evaluated using a demonstrator version, launching requests through the client-server tool, Accelerator Process Extension (APE). The throughput of events processed was assessed for multiple requests, as a function of the number of clients and the configuration parameters.

Solar Modulation of Cosmic Rays

Students: José Luís Figueiredo, João Lousada
Supervisor: Fernando Barão

Cosmic rays are high-energy radiation, mainly originating outside the Solar System and even from distant galaxies. During our internship we tried to solve, using numerical methods, a famous equation known as Parker's Transport Equation to obtain several solutions for the modulation of the external cosmic spectra in the presence of the sun. Thus, we used the Crank-Nicolson method for finite differences to get the solution, after some dimensionlessness to stabilize the procedure. As the equation to solve was a differential equation, second order in the space coordinate and first order in energy, the method consisted in dividing the space where we wanted the solution in a numerical grid and substitute the derivative terms by finite differences. In the end we obtain a solution for the flux of cosmic protons in all the phase-space. We

were also able to confront our result with experimental data from cosmic-ray experiments, such as Pamela and AMS-01, and conclude about the correction of our model. Considering that all the methods and mathematical objects we needed for solving our problem were developed by us in C++ language (beside some draw tools we used from ROOT libraries), we are really satisfied with the results and with all the work in general. This work took us almost two months to finish during the summer, but we enjoyed it very much and felt really accomplished at the end. Plus, we worked with Prof. Fernando Barão, who we had the pleasure to know very well from the Physics course at IST, and who we also would like to thank for all the patience and knowledge, proving that when there is understanding and mutual respect things can go pretty well. We invite everyone to join LIP next year for, at least, a more fulfilled Summer.

First b quark measurements at 13 TeV

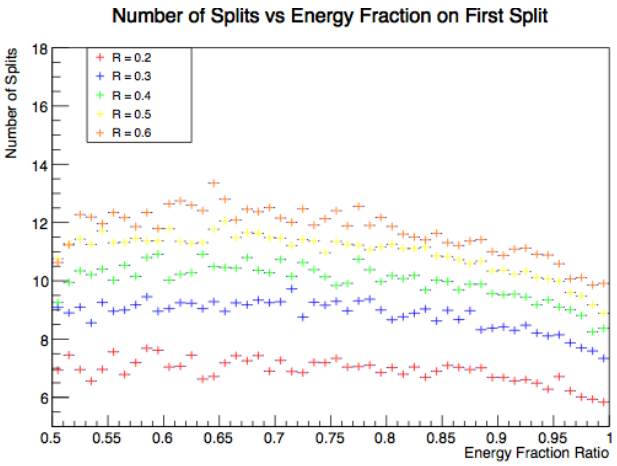
Students: Giorgio Ghillardi, Bruno Alves
Supervisor: Nuno Leonardo

The project consisted in exploring b-quark hadron signals in recent Run2 data collected by the CMS experiment at the LHC. Measuring the production of these states at the world-record energy of 13 TeV attained in proton collisions at the LHC is important for shedding light on the QCD production mechanisms and form the basis for exploring rarer processes. The analyses of the production cross sections of the B_c (G.G.) and B_s (B.A.) mesons have been carried out from A-to-Z. The B_c state (the heaviest meson formed of different quark flavours) is here explored for the first time in Run2 within CMS. The first step consisted in processing the data, that had been collected during 2016 by CMS. This involved understanding and modifying the common analysis code, that had been previously developed by the group, extending it for reconstructing the decay channels of interest, adapting it to a suitable release of CMSSW (the experiment's software framework), and submitting via the GRID (globally distributed computing system for accessing and processing data). The second step involved exploring selection criteria, describing the data with likelihood models, and fitting them for extracting the signal yields in different kinematic regions. The third step was to evaluate the detector acceptance and reconstruction and selection efficiencies, which involved processing signal simulated samples. The final step was to put all the above ingredients together for calculating the cross sections, and estimating associated systematic uncertainties. The differential results obtained extend considerably the kinematic reach compared to previous measurements. The analyses were carried out over a period of two months, in LIP-Lisbon. The progress was regularly reported at LIP-CMS group meetings, and the final results were presented in September to LIP, at the final internship workshop, and to CMS, at a physics analysis group meeting.

Subjet observables in heavy-ion collisions

Student: João Cruz e João Silva
Supervisor: Liliana Apolinário

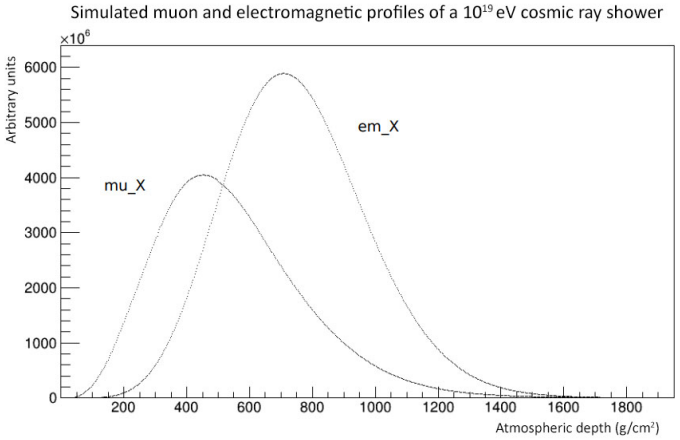
The study of the Quark-Gluon plasma (QGP), a state of matter that existed in the early stages of our Universe, is a relevant part of the physics program of the Large Hadron Collider (LHC) at CERN.



Produced in Lead-Lead (PbPb) collisions, currently at a centre-of-mass energy of about 5.02 TeV, this very hot and dense medium is characterised by the deconfinement of the elementary coloured particles - quarks and gluons, generically called partons - that are usually bounded into hadronic matter. To assess its main characteristics one possibility is to use jets - a collection of low energy particles that were the result of subsequent splitting processes of a high energy parton. By propagating through the bulk of matter, its splitting pattern is expected to be changed with respect to the "vacuum" (proton-proton collisions), thus carrying information about the medium properties. In this internship, the main goal was to investigate jet observables that could carry information related to the early evolution of the QGP in contrast with the current observations that are the result of a propagation through a fast evolving medium. For that, this study was focused on the "vacuum" reference in order to identify jet properties that can be sensitive to different timescales of the jet evolution. A Monte Carlo proton-proton event generator was used to correlate jet basic quantities to its fragmentation pattern. The results show already a clear distinction between leading and subleading jets, as well as quark- vs gluon-initiated jets. This will help to identify a future strategy to create classes of objects depending on the magnitude of the medium-induced modifications and to correlate its magnitude to the different time scales of the jet evolution.

A simple model of cosmic ray showers

Student: Tiago Rosa
Supervisors: Francisco Diogo, Sofia Andringa



// FORMAÇÃO AVANÇADA

Current cosmic ray models are not adequately adjusted to the experimental data. We try to help guide the course for a solution by constructing a much simpler model, based on the Heitler-Matthews model, that depends on only three adjustable parameters: number of particles produced per interaction (multiplicity), fraction of energy carried by the most energetic particle (elasticity) and ratio of neutral to charged particles (neutral charge ratio). The key idea is understanding how those parameters affect the observable quantities in cosmic ray showers and how they can be tweaked so that models and data are more consistent. Although we are building only a simplified model, it can serve as a guideline to future hadronic interaction models. During this period, simulations were run for a large energy range (10^{16} to 10^{20} eV) and the main shower observables were retrieved. They were compared to the standard hadronic model predictions in the variables measured by the Pierre Auger Observatory showing, in general, a good agreement. In the future, we will make simulation for a large set of hadronic parameters and compare our predictions to data.

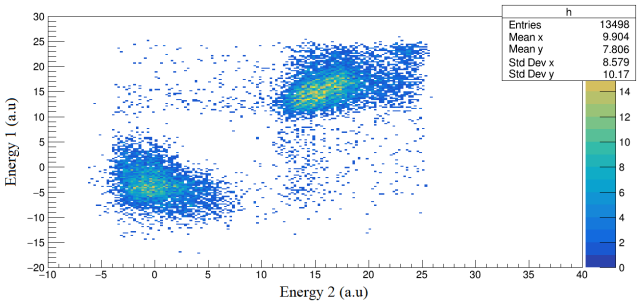
Probing new physics in the coupling of the top quark to the Z boson

Student: Ana Luisa Carvalho
Supervisors: Pedro Silva, Michele Gallinaro

A less explored feature of top physics is its coupling to gauge bosons, in particular to the Z boson. There are several BSM models that predict non-vanishing dipole moments and sizable deviations of the axial and vector couplings from their SM values. In this context, it is important to find ways of probing these couplings at the LHC. One way of doing so is to find kinematic distributions that are sensitive to these couplings. During the course of this project we used TOPAZ (a Monte Carlo generator that allows to vary the ttbarZ couplings and obtain the differential cross sections for several kinematic variables) to produce distributions for different values of the couplings. We also produced transfer matrices (from generated to reconstructed events) that were used to determine how these kinematic distributions would look like at reconstruction level. In terms of the variables used we focused on the transverse momentum of the Z boson and on the difference of azimuthal angle (Δ phi) between the leptons resulting of its decay. Future work would consist in exploring further kinematic distributions, determine the necessary luminosity to have sensitivity to the anomalous couplings and extend the reconstruction and analysis to real data.

High-precision timing detectors for HL-LHC

Student: Tomás Sousa
Supervisors: Agostino di Francesco



In this internship our goal was to analyse the performances of the TOFPET2 ASIC for particle timing detectors based on LYSO crystals and Silicon Photo Multipliers (SiPMs). First, data was taken at CERN with a test beam and then we measured Coincidence Time Resolution (CTR) between pairs of detectors with different sets of data. In this analysis we were able to, among other things, identify a source of CTR degradation which we will try to correct on the next test beam.

Degradation of components with radiation

Student: Ana Marques
Supervisors: Patrícia Gonçalves, Pedro Assis, Marco Pinto

Space radiation environment is a serious hazard to electrical and electronic equipment (EEE) components in any mission. A lot of effort has been put into testing and hardening of components, but these tasks remain very expensive and time consuming. In the last years the Space community has been looking more and more into Commercial-Off-The-Shelf (COTS) components in order to avoid this process. In this internship, key parameters, namely the Gate Threshold Voltage, the Drain-ON Current and the Drain-To-Source On Resistance, of a COTS MOSFET were studied when the component was exposed to Co-60 radiation. For this purpose an experimental setup, composed by two boards, one for irradiation and one for measurement was developed. Components will be subject to Total Ionizing Dose up to 30 kRad in 8 steps and their parameters degradation measured.

Procura do bosão de Higgs a decair a quarks b na experiência ATLAS do CERN

Students: Ana Patricia Afonso e Joshua Winter
Supervisors: Patricia Conde, Ricardo Gonçalo, Mário Sousa, Rute Pedro

O objetivo do estágio foi estudar a possível melhoria na sensibilidade das pesquisas do bosão de Higgs no canal de decaimento em quarks b. O estudo focou-se no canal de pesquisa em que o Higgs é produzido em associação com os bosões W ou Z. Foi estudada a região cinemática em que o Higgs tem um alto momento transverso, pT, e os seus produtos de decaimento são reconstruídos como um só jato de hadrões; bem como a região de baixo pT, em que os dois quarks b formam jatos independentes, e ainda a região de transição. Em cada região foi estudada a resolução da massa reconstruída do Higgs, e usou-se um método de análise multivariacional (uma "Boosted Decision Tree" ou BDT) para melhorar a sensibilidade da análise na região de transição.

b hadrons as novel probes of the quark-gluon plasma

Student: Júlia Silva
Supervisor: Nuno Leonardo

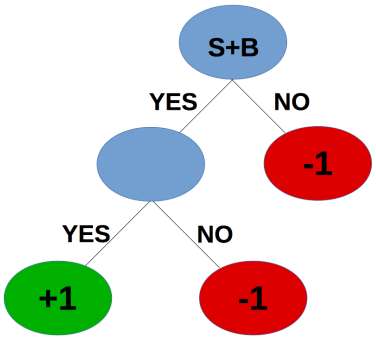
The project consisted in exploring heavy-flavor signals in recent Run2 data from heavy-ion collisions collected by the CMS experiment at the LHC. The extreme environment produced in heavy-ion collisions at the highest energies is both interesting and experimentally challenging. Interesting because it leads to the creation of the primordial state of matter, the plasma of quarks and gluons (QGP), and facilitates the exploration of its properties. Challenging because of the very high occupancy of the detector systems and the resulting difficulty in identifying and measuring specific processes of interest. B-hadrons are exclusively reconstructed for the first time in ion collisions, thanks to the charged particle and vertex capabilities of the CMS detector. The exploration of these novel probes of the QGP allow to study the effect of the medium on different heavy-flavor particles that traverse it, including the flavor dependence of energy loss.

The project aimed at searching for Bs mesons in PbPb collisions, and measuring their suppression relative to pp collisions. It consisted correspondingly of three parts: the detailed measurement of Bs signals in proton collisions, the search in ion collisions, and the estimation of the yield suppression. The work resulted in the measurement of the Bs differential production cross section in proton collisions at 5.02 TeV, which is here achieved for the first time. The confirmation of the B+ mesons (reference signal) and first evidence for Bs mesons in ion collisions. While the amount of PbPb data collected so far is not yet sufficient to perform a precise measurement of the suppression factor, selection optimisation studies exploring multivariate methods may be next explored.

The analysis was carried out over a period of two months in LIP-Lisbon, with a partial stay at CERN. It was developed as part of and in collaboration with the CMS heavy-ion physics analysis group. The progress was regularly reported at the LIP-CMS group meetings, and the final results were presented in September to LIP, at the final internship workshop, and to CMS, at a physics analysis group meeting.

Search for the Higgs boson decaying into b quarks at the ATLAS experiment

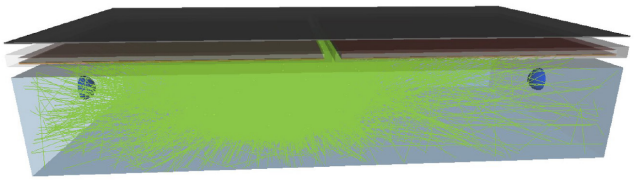
Students: Ana Patrícia Afonso e Joshua Winter
Supervisors: Patricia Conde, Ricardo Gonçalo, Mário Sousa, Rute Pedro



The goal of the internship was to study the possibility to improve the sensitivity of the searches for the Higgs boson in the b quarks decay channel. The study was focused on the search channel in which the Higgs boson is produced in association with a W or Z boson. We studied the kinematic region in which the Higgs has a large transverse momentum, pT, and its decay products are reconstructed as a single hadron jet; the low pT region when the two b quarks form independent jets; and also the transition region. In each region, the resolution on the reconstructed Higgs mass was studied, and a multivariate analysis method (a boosted decision tree, BDT) was used to improve the sensitivity of the analysis in the transition region.

Optimization of the shower core reconstruction for LATTES

Students: Afonso do Vale, Inês Vieira
Supervisors: Ruben Conceição, Mário Pimenta, Bernardo Tomé



LIP is currently engaged in the development of a new detector concept for gamma-ray astrophysics, LATTES. LATTES is a wide field-of-view hybrid detector experiment to measure gamma-rays in the Southern hemisphere. The purpose is to cover an existing gap between satellite and ground arrays measurements (see figure for an example of a single LATTES station). The reconstruction of the shower core position is a key factor to accurately reconstruct the shower energy, geometry and to discard background events. During this summer, we have used the LATTES simulation framework to classify shower events accordingly to their reconstructed core position and define strategies to remove badly reconstructed events whose true core is outside of the array.

Search for supersymmetric partner of top with a Neural Net

Student: Diogo de Bastos, Gustavo Marques, Pedro Duarte
Supervisors: Pedrame Bargassa, Cristovão Beirão da Cruz e Silva

The internship focused on the use of multivariate analysis techniques such as Boosted Decision Trees (BDT) and artificial Neural Networks (NN) to search for the lightest supersymmetric partner of the top quark (stop) decaying in 4 bodies, which is a scenario favoured by the data of cosmology experiments. A NN was tuned and trained as a classifier to separate Standard Model background from signal. The signal point chosen to train and test the NN was: mass of stop = 550 GeV and mass of Lightest Neutralino = 520 GeV. The goal was double: Improve the performance compared to the BDT while ensuring that the NN is not over-trained. Both goals were reached and the NN showed to achieve much better results than the classification based on the BDT used for this search with the LHC data of 2016.

LIPIANOS

O LIP tem novas instalações na Universidade do Minho

A expansão das instalações do LIP na Universidade do Minho é uma importante novidade na vida quotidiana dos membros deste polo. Embora as intervenções no novo espaço — situado no último andar do complexo pedagógico 3 do campus de Gualtar, em Braga — ainda não estejam completamente terminadas, este está já funcional e a ser usado diariamente. Temos agora mais e melhores postos de trabalho, uma sala de video-conferências e uma sala de reuniões. E tudo isto mantendo uma vista fantástica sobre o campus universitário e respetiva envolvência.

Amélia's Party

A propósito das comemorações dos 25 anos de ATLAS, realizadas em Lisboa, Braga e Coimbra nos dias 16, 17 e 18 de Outubro, respectivamente, foi celebrada a carreira da Professora Amélia Maio, uma das fundadoras do LIP, e a grande responsável pela participação portuguesa em ATLAS. Parabéns, Amélia!

Medalhas de Mérito Científico

Armando Policarpo e Gaspar Barreira, ambos fundadores do LIP foram distinguidos com Medalhas de Mérito Científico no Encontro Nacional com a Ciência e a Tecnologia 2017.

CMS Young Researcher Prize 2017.

Pedro Silva, nosso antigo colega que actualmente está no CERN, recebeu o CMS Young Researcher Prize (YRP) 2017. O YRP destina-se a reconhecer contribuições fora de série de jovens membros da colaboração CMS. É atribuído anualmente a três membros que tenham dado uma contribuição significativa e continuada para CMS ao longo dos anos.

Prémio Melhor Poster para Tahereh Niknejad

Tahereh Niknejad, estudante de doutoramento do LIP, recebeu o prémio do melhor poster na conferência SCINT 2017 - 14th International Conference on Scintillating Materials and their Applications. O trabalho, intitulado "Development of a detector module suitable for Whole body PET with improved timing performance", foi desenvolvido no âmbito da colaboração do LIP com a PETSys, e no quadro da acção COST FAST.

TESES Doutoramento

Measurement of rare top quark decays in ATLAS/LHC

Bruno Galhardo, UC, Junho 2017

In this thesis, a search for the flavour-changing neutral-current (FCNC) decay t->qZ is presented. Although these decays are highly suppressed according to the Standard Model, many models of new physics predict much higher branching ratios. An observation of top quark FCNC decays would point to the existence of new interactions or particles. The analysed data was collected by the ATLAS detector in proton-proton collisions at the LHC, at a centre-of-mass energy of 8TeV, and correspond to an integrated luminosity of 20.3 fb^{-1}. The expected sensitivity for the t->qZ and t-> qγ channels is also derived for the high-luminosity phase of the LHC, for an integrated luminosity of 3 ab^{-1}. Addicionally, a study of the stability and linearity of the ATLAS hadronic calorimeter (TileCal) photomultipliers is presented. The methods described aim to monitor the performance of the photomultipliers and identify possible problematic channels.

Search for the Higgs boson at ATLAS/LHC, in associated production with a Z boson.

Mário Sousa, FCUL, Julho 2017

The Higgs boson decays most of the times to a pair of b-quarks but this decay is very difficult to study at the LHC due to the huge b-jet background. I have searched for the associated production of the Higgs with a Z boson to reduce such backgrounds. To improve further the sensibility of the ZH analysis, I have validated and studied the systematic uncertainties of a new jet calibration that improved the invariant mass resolution of the b-quark pair by up to 20%. This new calibration was used for the Run 1 analysis not only in the ZH but also in the WH analysis in ATLAS. I have searched for the decays in the ZH channel, with a cut based analysis. The results obtained with 8 TeV pp collisions were compatible with no signal observation, and were dominated by the statistical uncertainty.

Nucleon knockout of 11Be from the collision with a proton target at high energies

Ana Isabel Henriques, FCUL, Julho 2017

O núcleo ^{11}Be é um exemplo de um fenómeno quântico que aparece junto das "driplines" nucleares: o halo de neutrões. As características particulares deste sistema, parametrizável como um núcleo ^{10}Be+n, permitem o estudo da interação nuclear de uma forma única. A reação ^{11}Be(p,pn)^{10}Be foi estudada no laboratório GSI (Darmstadt, Alemanha) a energias relativistas no *setup* experimental da colaboração R3B/FAIR. Este foi o tópico principal da minha tese. Além da medida experimental, a comparação com cálculos teóricos exactos baseados no formalismo Faddeev/AGS permitiu avaliar pela primeira vez o processo de knockout tanto de nucleões fracamente ligados ("halo") como fortemente ligados ("core").

Search for the Higgs boson at ATLAS/LHC in WH associated production and decay to b-quark pairs

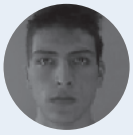
Rute Pedro, FCUL, Novembro 2017

This thesis describes the search for the Higgs decay into a pair of b-quarks with the ATLAS experiment at the LHC. The W associated production, with the W boson decaying leptonically, is considered. The data analysis searches for events compatible with the signal topology, and comprehends a Multivariate technique (boosted decision tree), to exploit correlation in the event observables. The pp collision events with an 8 TeV center-of-mass energy provided by the LHC in 2012 were analysed. The measurement is compatible with the SM prediction within uncertainties. The signal significance is not sufficient to state an observation of the W H —> l nu b bbar process.

Mestrado

Optical Calibration of the SNO+ Experiment and Sensitivity Studies for the Neutrinoless Double Beta Decay

Ana Sofia Inácio, FCUL, Setembro 2017



Probing hadronic interactions at ultra-high energies

Steven Silva, IST, Novembro 2017

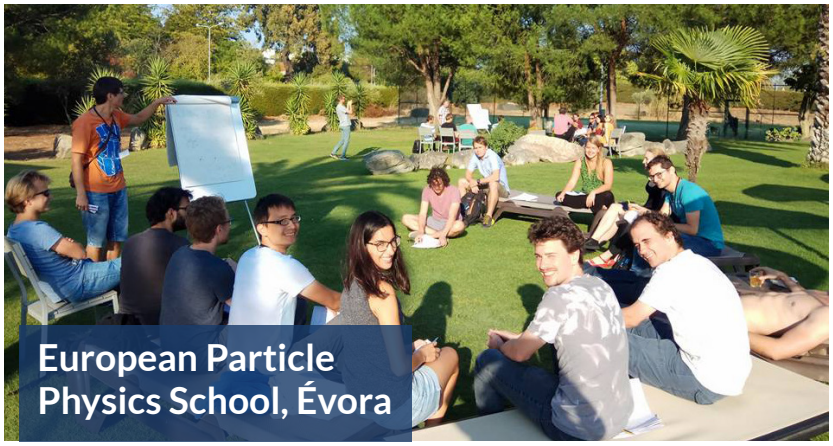
José Silva

1968-2017

É com grande tristeza que nos despedimos do nosso colega José Manuel Ascenso Pereira da Silva. O José Silva colaborava com o LIP desde 1995, quando começou o seu estágio e depois mestrado em ATLAS. Manteve-se em contacto com o grupo ao longo de todos estes anos, tendo colaborado com entusiasmo em diversos projectos, incluindo actividades de divulgação. Actualmente, apoiava as actividades de electrónica para o upgrade de ATLAS. O Zé destacava-se sempre pelo seu grande entusiasmo e optimismo.

// EVENTOS

O Boletim agradece as contribuições de: Alexandre Lindote, António Onofre, Patricia Conde Muíño, Rui Curado Silva.



European Particle Physics School, Évora

Despite the intensive academic schedule, a social programme ensured that the students could get a flavour of the local culture and sightseeing, with a visit to the megalithic monuments in the region of Évora, a visit to the castle of Monsaraz, canoeing and swimming at Alqueva and guided tour of Évora.

The European School of High Energy Physics (ESHEP 2017) took place in Évora, from 6 to 19 September this year. This school is organized yearly in a joint effort by CERN and JINR. This year it was co-organized also by LIP with the support of the University of Évora.

The ESHEP is attended typically by 100 highly selected students in an advanced stage of their PhD thesis. This year, the students were coming from 33 different countries in Europe and beyond. Around 30% of them were women, a fraction that has been increasing in the last few years.

The ESHEP covers a broad spectrum of theoretical lectures in High Energy Physics, complemented with daily discussion sessions. Both lecturers and discussion leaders are well known scientist in their fields. Students are also encouraged to present their work in a poster session.

Since few years ago, the school contains also a strong component of public communications training, thought by two ex-BBC journalists. The students have, in addition, to prepare two outreach projects: a radio interview (individually) and a public presentation (in groups).

The CERN director general, Fabiola Gianotti, and the JINR director, Victor Matveev, also taught at the school. Profiting from their presence in Évora, a public session was organized in the Colégio do Espirito Santo, form the University of Évora. The event consisted on a public lecture, presented by Fabiola Gianotti, followed by a debate that included, in addition, Victor Matveev and Gaspar Barreira (LIP director and Portuguese representative in the CERN Council). The event was opened by the Rector of the University of Évora, Ana Costa Freitas, and the Minister of Science and Higher Education, Manuel Heitor, who also addressed the audience of around 300 secondary school students from the region.

Top2017 - International Workshop on Top Quark Physics

A série de Workshops Internacionais sobre a Física do Quark Top teve início em 2006 em Portugal com o objetivo de estabelecer uma estreita colaboração entre físicos experimentais e teóricos dedicada ao estudo do top e pesquisa de nova física para além do Modelo Padrão. Realizou-se entretanto um pouco por toda a Europa — Coimbra (2006), Isola d'Elba (2008), Bruges (2010), Sant Feliu de Guíxols (2011), Winchester (2012), Durbach (2013), Cannes (2014), Ischia (2015), Olomoucna (2016) — e voltou este ano a Portugal para comemorar a sua 10ª edição em Braga.

A 1ª edição aconteceu antes mesmo de o LHC ter entrado em funcionamento. Nessa época, apenas existiam resultados experimentais provenientes das experiências do Tevatrão, após a descoberta do top em 1995. Em 2010, foi escrita a constituição da conferência, reafirmando o objetivo de desenvolver a colaboração entre teóricos e experimentalistas para rever o estado da arte e perspetivas futuras na física do quark top. A edição deste ano teve lugar nos Hotéis do Santuário do Bom Jesus em Braga, de 17 a 22 de Setembro, 2017. O programa científico foi, como é habitual, bastante intenso, com as sessões de Posters no início da semana, e sessões de discussão para além das sessões plenárias. Foi também um verdadeiro momento de celebração, com direito a bolo de aniversário e tudo!

Simultaneamente, foi lançada a Iniciativa TOP-Share Knowledge with Young Scientists (TOP-SKY Scientist), que pretende criar um projeto-piloto para permitir a alunos de escolas secundárias da região Norte do País (Braga, Barcelos, Famalicão e Guimarães) o acesso a conteúdos científicos, informações e conversas com cientistas. A conferência trouxe 150 especialistas de todo o mundo à região, foi uma grande oportunidade para os alunos entrarem em contato com cientistas. Realizou-se por isso uma sessão pública na Universidade do Minho que contou com a participação de convidados do TOP2017. Foi também a oportunidade para assinar o protocolo de colaboração entre o LIP e a Associação Quadrilátero (Associação dos Municípios de Braga, Guimarães, Barcelos e Famalicão) que permite enquadrar a iniciativa TOP-SKY Scientist.

Actividades de Verão com alunos e professores do secundário

OCJF em Lisboa

No âmbito do programa Ocupação Científica de Jovens em Férias da Agência Ciência Viva o LIP-Lisboa recebeu 12 estudantes do ensino secundário que, durante duas semanas. descobriram o mundo da física de partículas como participantes no estágio "À caça das partículas". Dos bosão de Higgs aos neutrinos passando pelos raios cósmicos e pelo spin das partículas, dos momentos de discussão à programação em Python, houve de tudo um pouco. O grupo LIP-ECO agradece a colaboração dos colegas Catarina Quintans, Luís Silva, Fernando Barão, Ricardo Gonçalo e Luís Peralta.

O LIP na Universidade de verão da UC

No âmbito da Universidade de Verão 2017 da Universidade de Coimbra, o LIP-Coimbra recebeu 11 alunos do ensino secundário distribuídos por dois projectos: "Matéria Escura: à procura da agulha no palheiro" e "Anda descobrir o Bosão de Higgs".

Os estudantes assistiram a palestras e realizaram tarefas de análise de dados organizadas pelos investigadores do LIP, Alexandre Lindote, Filipe Veloso e Susana Santos.

Durante uma semana aprenderam mais sobre os principais assuntos da física de partículas actual: quais os constituintes elementares da matéria, como elas interagem entre si e como a matéria escura ajuda a explicar várias observações astronómicas. Os projectos de investigação no LIP-Coimbra foram uma oportunidade de aprender novos conceitos e ferramentas, bem como de contactar com experiências internacionais como LUX e ATLAS. Os alunos analisaram dados recolhidos nas experiências, recorrendo a ferramentas como ROOT e HYPATHIA, e no final apresentaram o que aprenderam aos restantes colegas.

II Escola de Verão - 'Como ser Astronauta'

Organizada conjuntamente pelo Departamento de Física da UC, pelo Observatório Geofísico e Astronómico da UC, pelo IPN e LIP de Coimbra, esta escola teve uma duração de 4 dias e teve a participação de 17 alunos do ensino secundário. A primeira edição decorreu em 2015 e contou com a participação do astronauta da ESA Pedro Duque.

O objetivo da escola foi o de motivar estudantes a participar na próxima seleção de astronautas da ESA que ocorrerá no final da década. Através das atividades propostas pretende-se transmitir o máximo de informação sobre os critérios de seleção de astronautas. A escola foi dividida em módulos, cada um correspondendo a um domínio do processo de seleção: fisiologia, experiência de voo, línguas estrangeiras (russo e francês), formação académica, técnica e científica, trabalho de engenharia e atividades físicas (escalada na edição de 2017). No âmbito do módulo da formação técnica e científica os alunos contactaram com representantes da Active Space e da ESA Business Incubation Centre. Os módulos de línguas tiveram a colaboração da Alliance Française e do Centro de Estudos Russos da UC.

O cosmonauta russo Mikhail Kornienko apresentou a palestra de encerramento da Escola de Verão no Departamento de Física da UC, presenciada por várias centenas de alunos e público em geral, que foi acompanhada pela comunicação social. Mikhail Kornienko respondeu às inúmeras questões levantadas pela assistência, tendo uma parte delas incidido sobre os efeitos no corpo humano de estadias prolongadas no espaço. Note-se que Kornienko é o recordista da mais longa estadia ininterrupta (340 dias) na Estação Espacial Internacional e conta com um total de 516 dias de estadia acumulada.

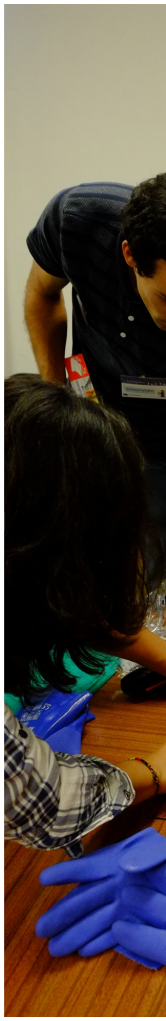
http://www.lip.pt/events/2017/lip_coimbra_escola_verao
https://www.facebook.com/ComoSerAstronauta

Escola de Professores no CERN em Língua Portuguesa

A 11º edição da escola para professores em língua portuguesa no CERN decorreu entre 3 e 8 de Setembro. Durante duas semanas, 20 professores portugueses e 20 professores brasileiros seguiram um programa intenso que incluiu aulas, sessões hands-on e visitas a áreas experimentais e a outros pontos de visita do CERN.

// OUTREACH

NEI 2017 - O LIP na Noite Europeia dos Investigadores em Braga



O LIP NAS REDES SOCIAIS

TOP POSTS on LIP FACEBOOK

Spin-off Tagus-LIP

338 reactions
217 clicks

Tese
Ana Sofia Inácio

124 reactions
643 clicks

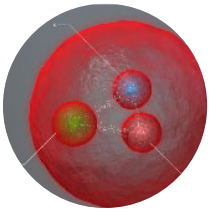
Encontro com astronauta Coimbra

121 reactions
180 clicks

Profs e investigadores Brasileiros no LIP a caminho da escola de profs no CERN

119 reactions
252 clicks

Barião com 2 quarks pesados em LHCb



117 reactions
58 clicks

Ação formação profs no Porto

109 reactions
248 clicks

Jornadas do LIP

Data a anunciar (Jan/Fev 2018)

LIP/CFTP school on Particle & Astroparticle Physics

05 a 07 Fevereiro 2018, Oeiras, Portugal

Masterclasses Internacionais de Física de Partículas

Fev a Março 2018, Portugal

School on Data Science

12 a 14 Março 2018, Lisboa, Portugal

Workshop on data science in (Astro) particle physics

15 a 16 Março 2018, Lisboa, Portugal

follow us:

facebook.com/pt.lip

twitter.com/lipwebapps

linkedin.com/company/lip

25 anos de ATLAS e CMS

94 reactions
151 clicks

Entrevista Fabiola Gianotti na Visão

79 reactions
61 clicks

LIP summer students programme

69 reactions
227 clicks

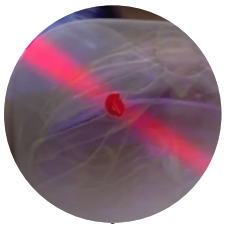
Artigo de Auger na Science

55 reactions
141 clicks

Projecto Optical bounding com a Bosch, Minho

52 reactions
181 clicks

Grupo de trabalho terapia com protões



49 reactions
159 clicks

NO PRÓXIMO NÚMERO DO BOLETIM
IN THE NEXT NUMBER

LHC Experiments ATLAS and CMS celebrate 25 YEARS

LIP
LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO
E FÍSICA EXPERIMENTAL DE PARTÍCULAS
partículas e tecnologia