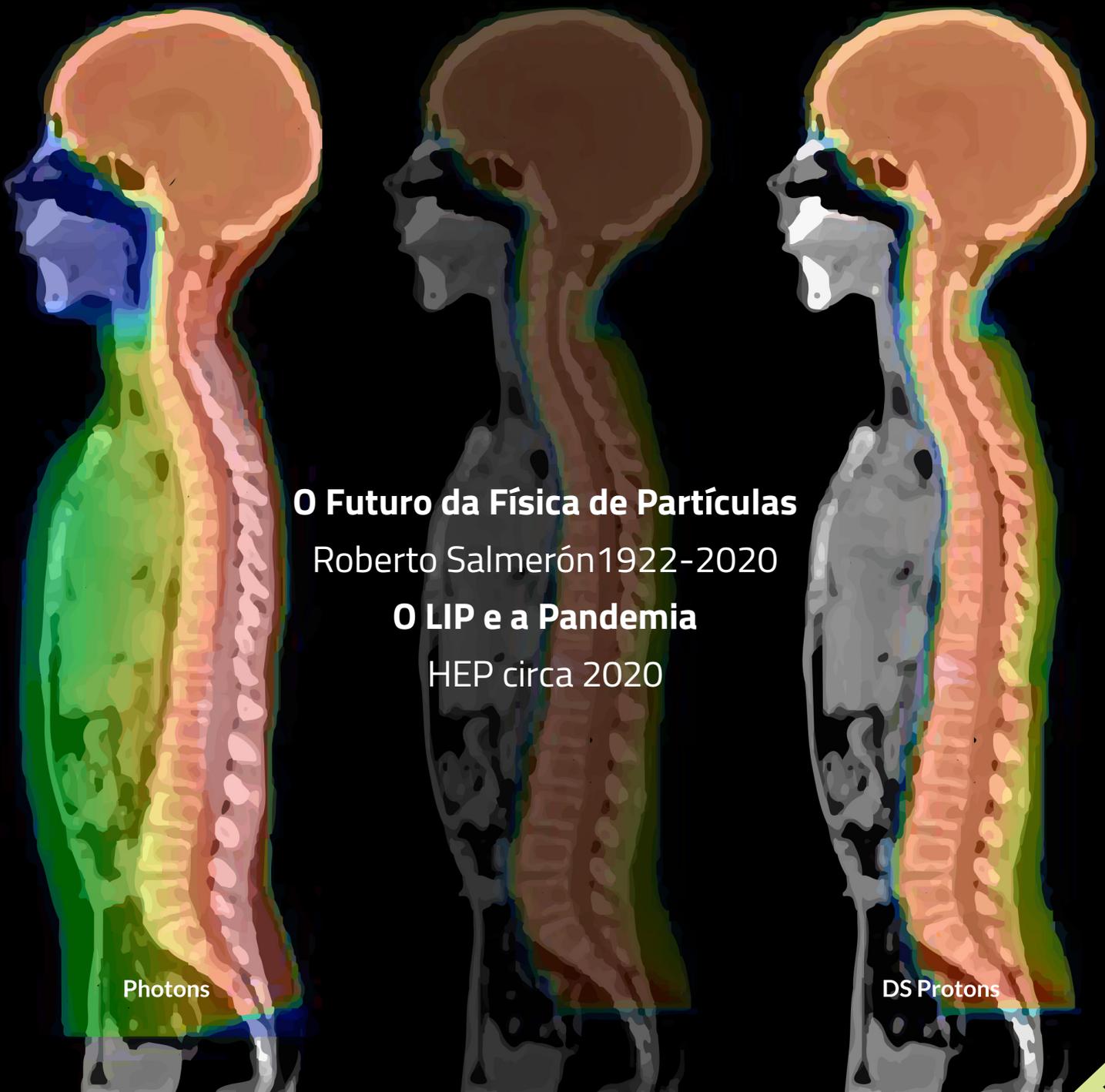


LIP NEWS

Terapia com prótons em Portugal



O Futuro da Física de Partículas

Roberto Salmerón 1922-2020

O LIP e a Pandemia

HEP circa 2020

Photons

DS Protons



LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO
E FÍSICA EXPERIMENTAL DE PARTÍCULAS
partículas e tecnologia

LIP NEWS

edição n.17 Agosto 2020

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

Autores/Contribuições Alberto Blanco, Alexandre Lindote, Ana Sofia Inácio, Catarina Espírito Santo, Christophe Pires, Daniel Galaviz, Davide Porzio, Elías Asamar, Henrique Carvalho, Joana Sá, João Pires, João Varela, Margarida Rodrigues, Mário David, Mário Pimenta, Matthew Cox, Michele Galinaro, Miguel Romão, Nuno Castro, Nuno Leonardo, Patrícia Conde, Paula Bordalo, Paulo Fonte, Pedro Abreu, Pedro Assis, Ricardo Barrué, Ricardo Gonçalves, Rui Silva, Sofia Andringa, Teresa Peña.

Design Carlos Manuel

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

EDITORIAL

O ano de 2020 não tem sido fácil. Pela primeira vez num século, estamos a viver uma pandemia. E por muito que agora saibamos que devíamos estar à espera disto, a verdade é que não estávamos. Fomos quase todos apanhados de surpresa. Agora, surpreendidos ou não, estamos a lidar com o desconhecido: um vírus novo sobre o qual pouco sabemos; um momento em que a ciência é vital, mas em que os tempos de tomada de decisão não encaixam com os tempos da construção de um conhecimento sólido.

O mundo agitou-se, mudou, de formas que ainda não podemos compreender totalmente, mas não parou. E o mesmo se passou no LIP e no mundo das partículas. O CERN passou de cerca de 9000 pessoas diariamente nas instalações para cerca de 350, apenas as indispensáveis. No LIP, o regime de teletrabalho começou em meados de Março. Ao princípio, o desafio no que diz respeito à comunicação foi manter a comunidade ligada, sabermos uns dos

outros, continuarmos a fazer coisas. Assim que possível, voltámos a comunicar para fora, ainda que remotamente. No meio de tudo isto, e dos sempre demasiados afazeres, ficou por sair um Boletim do LIP - não terá sido, ainda assim, a consequência mais gravosa de toda esta situação. Mas há que retomar a normalidade possível.

Com este número, procuramos retomar a normalidade. E fazemo-lo destacando dois temas importantes para Portugal e para a ciência em Portugal, muito para lá da física de partículas. O primeiro é o projecto de criação de um centro de terapia com protões em Portugal, com valências de tratamento e de investigação. A associação ProtoTera, de que o LIP faz parte, foi criada no final de 2019 e levará a cabo nos próximos anos os estudos e desenvolvimentos necessários. O outro grande tema é a aprovação pelo Conselho do CERN da revisão da Estratégia Europeia para a Física de Partículas, que foi discutida na comunidade ao longo

- 4. TERAPIA COM PROTÕES EM PORTUGAL
- 8. O FUTURO DA FÍSICA DE PARTÍCULAS
- 12. ROBERTO SALMERÓN 1922-2020
- 14. O LIP E A PANDEMIA
- 18. HEP CIRCA 2020
- 20. BREVES
- 21. EVENTOS
- 23. DIVULGAÇÃO
- 26. FORMAÇÃO AVANÇADA
- 32. NOVOS MEMBROS
- 33. NOVOS GRUPOS DE INVESTIGAÇÃO
- 34. O LIP NAS REDES SOCIAIS
- 35. AGENDA

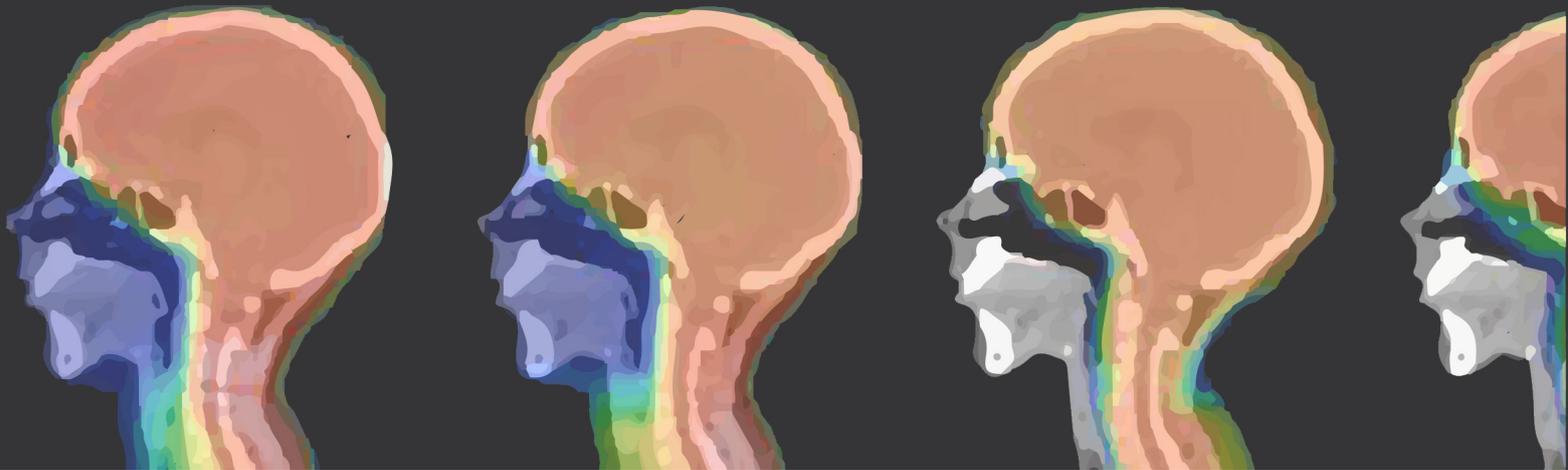


dos últimos dois anos, e que é fundamental para garantir o futuro do CERN e o papel da Europa na ciência e na inovação ao longo de quase todo o século XXI.

Segue-se um espaço dedicado à situação de pandemia. Em primeiro lugar, as iniciativas com o objectivo de ajudar neste combate que surgiram na comunidade LIP, em especial em Coimbra. Em seguida, vários aspectos de como vivemos no LIP este período conturbado, que não pode deixar de se reflectir nesta edição. Mas a física de partículas não parou. Todas as conferências de verão decorrem online, com a habitual avalanche de novos resultados e, em muitos casos, mais participantes que os possíveis em edições presenciais. O artigo "HEP circa 2020" traz-nos um sumário bastante detalhado do estado das coisas. O resto do Boletim é dedicado à formação avançada e à divulgação, sempre muito importantes para nós, e também ao que se tem passado no LIP: notícias dos grupos e das

colaborações, novos grupos de investigação, novos colaboradores, teses defendidas. Tentamos pôr a vida em dia, e algumas coisas ficaram ainda de fora, já à espera do próximo número, neste que é o mais longo Boletim do LIP de sempre.

Terapia com protões em Portugal



A terapia com protões permite concentrar a dose de radiação no tumor, reduzindo a dose nos tecidos saudáveis circundantes. É particularmente indicada no tratamento de tumores pediátricos e em localizações de difícil acesso cirúrgico ou próximas de órgãos sensíveis.

Protões vs. fotões

Robert R. Wilson foi o primeiro a propor o uso de feixes de protões para o tratamento do cancro. No artigo seminal "Radiological use of fast protons", publicado em 1946, comparava as curvas de deposição de energia em função de profundidade de protões e outras partículas carregadas com as dos fotões.

Tanto a radioterapia convencional como a radioterapia com protões têm por base o facto de, ao provocar a ionização dos átomos, a radiação danificar moléculas fundamentais nas células, em particular o ADN, fazendo com que estas sejam destruídas ou percam, por exemplo, a capacidade de se dividir e multiplicar. A radioterapia utiliza fotões (em particular raios x), que depositam a maior parte da dose de radiação assim que entram no corpo do paciente, atingem depois o tumor, após o que continuam o seu percurso através dos tecidos.

Os feixes de protões, pelo contrário, começam por depositar lentamente a sua energia enquanto viajam pelo corpo, sendo esta subitamente depositada quando atingem o final do seu percurso. Assim, um feixe de protões de uma determinada energia depositará a maior parte da dose de radiação depois de atingir uma profundidade bem definida, que podemos ajustar à profundidade do tumor. A terapia com protões permite, pois, concentrar a dose de radiação no tumor, reduzindo a dose nos tecidos saudáveis circundantes, permitindo um tratamento mais eficaz e com menos efeitos secundários indesejáveis. É esta a grande vantagem da terapia com protões em relação à radioterapia convencional.

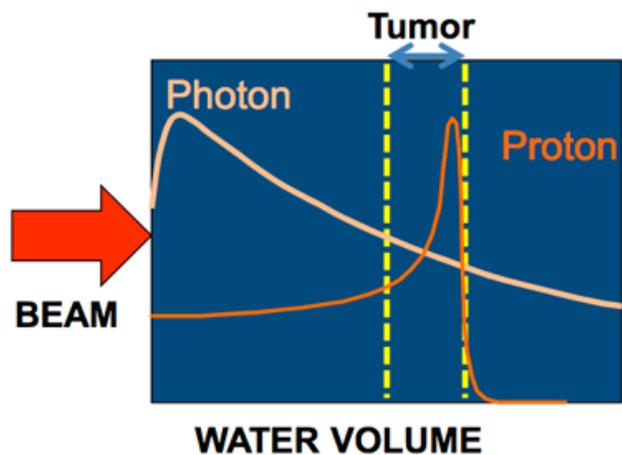
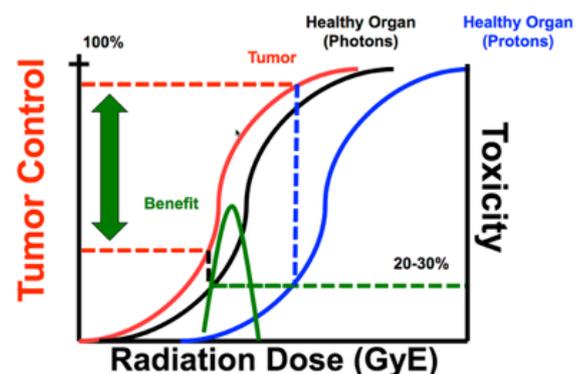


Figura 1: Ilustração da comparação entre feixe de protões e de fotões no que diz respeito à deposição de energia em função da profundidade (em cima) e aos efeitos obtidos (controlo do tumor e nível de toxicidade) em função da dose de radiação (em baixo). (J. Seco, 2019, (1) e (2))



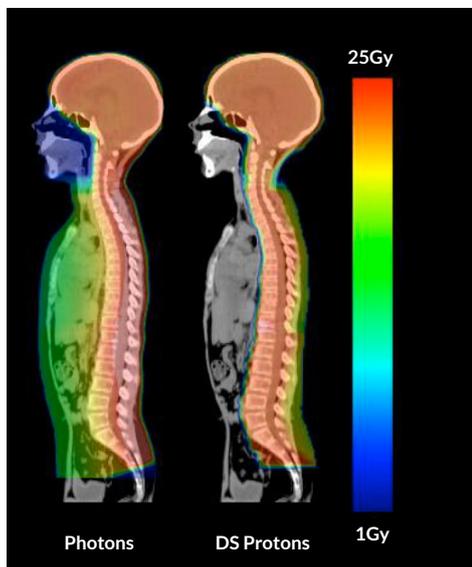


Figura 2: Simulação da comparação entre feixes de prótons e de fótons no que diz respeito à dose de radiação recebida por diferentes regiões do corpo do paciente num tratamento por irradiação ao longo do eixo da coluna vertebral. (Stokkevåg et al., (2014) *Acta Oncol.* 53:8 1051-2)

A terapia com prótons é particularmente indicada no tratamento de tumores pediátricos, em que possíveis efeitos nefastos a longo prazo são particularmente preocupantes, e para tumores em localizações de difícil acesso cirúrgico, ou próximas de órgãos sensíveis. Casos paradigmáticos são os tumores na base do crânio, espinal medula, cérebro, olhos, próstata, pulmões, fígado, esófago, entre outros. Constitui, nalguns casos, o único tratamento viável.

O caso de Portugal

A terapia oncológica com prótons tem tido um crescimento assinalável nos países da OCDE. Estão actualmente em funcionamento mais de 80 unidades em 20 países, e várias outras estão em construção ou em fase de projecto. Em Portugal, surgem cerca de 55 mil casos de cancro por ano, 50% dos quais beneficiam com radioterapia. A inclusão de uma unidade de terapia com prótons foi já considerada na revisão de 2015 da rede nacional de radioterapia promovida pela Direcção Geral de Saúde (DGS).

A concepção de uma infraestrutura deste tipo foi iniciada em 2017, por iniciativa dos Ministros da Saúde e da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, que nomearam um Grupo de Trabalho e uma Comissão Internacional para este fim. O grupo de trabalho foi coordenado por Gaspar Barreira (LIP), em representação do Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, e por João Oliveira (IPO), em representação do Ministério da Saúde. Integraram ainda a comissão representantes de diversas instituições e programas na área da saúde, assim como Arlindo Oliveira, Presidente do Instituto Superior Técnico (IST). Considerava-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", e que a nova unidade deveria incluir "uma forte valência de investigação e desenvolvimento, designadamente de investigação clínica, o que implica o envolvimento efectivo de um leque alargado de instituições e peritos das áreas sectoriais envolvidas". Este grupo de trabalho contou com o apoio da comissão

internacional, que integrava representantes do CERN, bem como de instituições científicas e centros clínicos internacionais de referência que venham a facilitar a cooperação científica e tecnológica em terapias oncológicas.

Em 2018, a resolução do Conselho de Ministros n.º28/2018 considerou "haver indicação para instalar um centro de prótons em Portugal, aliando a vocação médica assistencial com a investigação clínica, libertos de motivações comerciais", com capacidade inicial para tratar da ordem de 700 pacientes por ano, e tendo em vista a futura criação de uma rede de âmbito nacional integrada no Sistema Nacional de Saúde (SNS). Neste sentido, deliberou "Autorizar a FCT, I.P., a realizar a despesa inerente aos custos de financiamento base para a contratação de investigadores e médicos doutorados a associar à criação e funcionamento da entidade". A Fundação para a Ciência e a Tecnologia, os Institutos Portugueses de Oncologia e outros hospitais e instituições envolvidos no tratamento do cancro estão autorizados a criar uma associação sem fins lucrativos para instalar e operar a futura unidade de terapia com prótons.

A Associação Portuguesa de Proto-Terapia e Tecnologias Avançadas para a Prevenção e Tratamento do Cancro (ProtoTera) foi criada em Dezembro de 2019. Os associados fundadores são o Grupo Hospitalar Instituto Português de Oncologia Francisco Gentil (GHIPOFG), o Instituto Superior Técnico, a Universidade de Coimbra (UC), e o Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas (LIP). Os principais centros de investigação do IST e da UC participantes são, respectivamente, o Centro de Tecnologia Nuclear (CTN) e o Instituto de Ciências Nucleares Aplicadas à Saúde (ICNAS). A Associação herda deste modo todo o conhecimento acumulado desde 2017.

A Infraestrutura Nacional de Terapia Oncológica com Prótons ProtoTera terá, na sua fase inicial, um nodo em Lisboa e outro em Coimbra, em articulação com centros de referência, nomeadamente, Trento, Heidelberg, CNAO, CERN, GSI e MD Anderson. Em Lisboa será instalada uma unidade para tratamento, investigação e ensino junto do Campus Tecnológico e Nuclear do IST, em Loures, tirando partido da experiência científica e técnica existente neste Campus. Esta unidade será baseada num ciclotrão de 250 MeV com salas de tratamento e uma sala dedicada a desenvolvimento tecnológico, industrial e científico. A unidade será de acesso aberto a toda a comunidade nacional e internacional. Em Coimbra, será instalado um ciclotrão de 70 MeV com uma sala de tratamento para tumores oculares e, simultaneamente, com a capacidade de produção de uma nova geração de radioisótopos e radiofármacos para diagnóstico e terapia, assegurando a independência nacional neste domínio, e tendo ainda potencial de exportação de produtos de valor acrescentado.



O custo total estimado é de cerca de 100 M€ (75 M€ para a unidade de Lisboa e 25 M€ para a unidade de Coimbra). A ProtoTera integra o Roteiro Nacional de Infraestruturas de Investigação de Interesse Estratégico. O projeto de investimento para a Infraestrutura Nacional de Terapia Oncológica com prótons foi considerado no capítulo respeitante a "Saúde e Futuro" na proposta de "Visão Estratégica para o Plano de Recuperação Económica e Social de Portugal 2020-2030". A infraestrutura em Lisboa conta com o apoio da Câmara Municipal

de Loures, estando já inscrita no plano de pormenor da área. A sessão “Portugal-CERN-Europa: ciência e tecnologias nas próximas décadas” assinalou a aprovação da actualizada Estratégia Europeia para a Física de Partículas pelo Conselho do CERN, a 19 de Junho de 2020. Dada a situação de pandemia, foi uma sessão mista, com um conjunto restrito de participantes presentes no local, o CTN do Técnico, em Loures. Rogério Colaço, Presidente do IST, salientou a forma como a já longa tradição de física de partículas em Portugal, juntamente com o conhecimento e infraestruturas existentes no CTN, serão essenciais na concretização do sonho de criar um centro de terapia com protões com valências de tratamento e de investigação, com pólos no CTN e em Coimbra, “um centro de que o nosso País precisa”, e para a qual precisamos da ajuda de todos. Bernardino Soares, Presidente da Câmara Municipal de Loures, que sublinhou o total apoio da Autarquia ao projecto.

Instrumentação médica no LIP

Os detectores de radiação são sensíveis à passagem de partículas e capazes de medir algumas de suas características. Ao longo da história da física de partículas, o desenvolvimento de tecnologias de detecção cada vez mais poderosas desempenhou um papel crucial na realização de novas descobertas. O desenvolvimento de novos instrumentos e métodos para a física experimental de partículas tem sido, desde o início, um dos principais pilares de actividade do LIP. A experiência do Laboratório no planeamento, construção e operação de detectores de partículas encontra aplicações naturais nas áreas da instrumentação médica, em particular na instrumentação para radioterapia, dosimetria e imagiologia médica. Estas áreas são abordadas por vários grupos do LIP em projectos multidisciplinares desenvolvidos em colaboração com parceiros como o ICNAS, o CTN / IST e vários hospitais, centros de pesquisa médica e empresas. O LIP é membro fundador da Associação ProtoTera, uma excelente oportunidade para estabelecer novas parcerias e provocar um salto qualitativo numa área com importantes benefícios sociais.

Grupo ORimaging: Controlo de feixe em tempo real e imagiologia

O objetivo desta linha de trabalho é otimizar os tratamentos de radioterapia em tempo quasi-real, para que a irradiação possa acomodar melhor o tumor e poupar o tecido saudável circundante. Para isso, usam-se raios-x ou raios-gama emitidos ortogonalmente ao feixe de tratamento que permitem gerar imagens de baixa dose, sem necessidade de rotação do paciente, e imediatamente antes da sessão de terapia. Esta técnica, habitualmente designada por “OR imaging”, tem vindo a ser desenvolvida no LIP em parceria com o IPO, o Hospital da Universidade de Coimbra e vários centros de pesquisa médica. Nos últimos anos, foram realizadas medições experimentais e simulações cada vez mais realistas com o objetivo demonstrar de forma inequívoca a utilidade desta técnica na radioterapia com raios-x de megavolt e na terapia com feixes de protões em vários tipos de tumores: cabeça e pescoço, pélvis (tumor ósseo ou próstata), pulmão, tumores pediátricos, entre outros.

O grupo faz parte de dois projetos aprovados recentemente: o projecto “TOF-PET for Proton Therapy (TPPT)”, aprovado no âmbito dos projectos colaborativos Portugal-Austin, é liderado pela empresa spin-off do LIP PETsys Electronics e envolve várias instituições em Portugal e no Texas, EUA. O objetivo do projecto é demonstrar a viabilidade da utilização em feixe de tomografia por emissão de positrões (PET) com muito boa resolução temporal na verificação do alcance das partículas do feixe na terapia com protões. O projeto “Proton therapy: real-time prompt gamma imaging and micro-dosimetry (PrototerapiaPT+)”, a ser desenvolvido em colaboração por diferentes grupos de física médica do LIP, pretende expandir as competências já existentes em instrumentação para a detecção e medição de radiação, tendo em vista o apoio à futura instalação de terapia com protões.

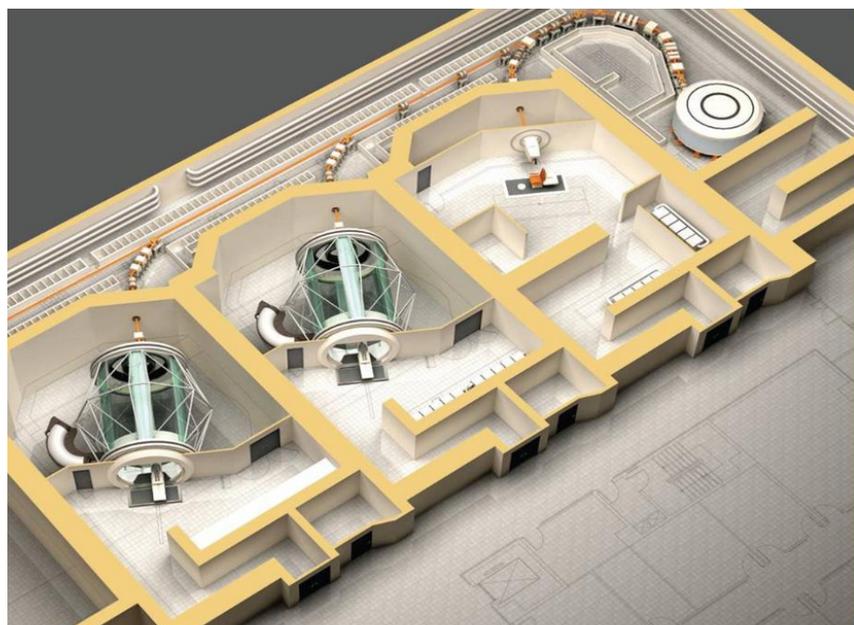


Figura 3: em cima - organização típica de uma instalação de terapia com protões. O centro abriga salas de tratamento, salas de investigação, instalações de imagiologia e estruturas de apoio (Korea National Cancer Centre). Ao lado: Christie Proton Therapy Centre, Manchester.



Grupo de Dosimetria

O grupo de dosimetria do LIP tem essencialmente duas linhas de trabalho: dosimetria clínica, focada na aplicação de cintiladores plásticos e fibras ópticas no contexto da dosimetria para terapia com partículas; e dosimetria e microdosimetria de alta resolução, focada em estudos dos efeitos da radiação ao nível celular. Os projectos em curso fazem uso da longa experiência com detectores de fibras ópticas e em simulações Monte Carlo da interacção da radiação com a matéria (nomeadamente com Geant4) existentes no grupo, e implicam colaboração com centros de investigação na área da biologia.

O projecto 3d-DoSkin, desenvolvido em colaboração com grupos de investigação da Faculdade de Ciência e da Universidade Nova de Lisboa (BioISI/FCUL e ITQB-NOVA), pretende desenvolver um protótipo para estudos de radiobiologia de alta resolução baseados em fibras ópticas cintilantes muito finas. Uma matriz de detectores capaz de fazer medições de dose em tempo real e constituída por um material semelhante ao dos tecidos será usada em conjugação com um novo modelo 3-dimensional da pele humana, que é um dos órgãos limitadores da dose na terapia com protões. Outro projecto em curso incide sobre a chamada terapia FLASH (com feixes de protões e taxas de dose muito elevadas) e pretende estudar efeitos físico-químicos em nível celular usando simulação Monte Carlo com o toolkit Geant4-DNA.

Agradecimentos

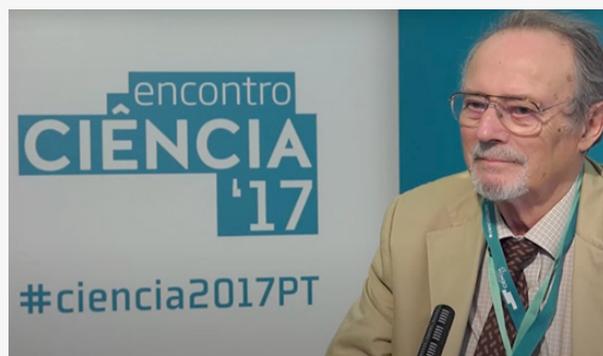
O Boletim agradece a João Seco (DKFZ e Univ. Heidelberg) e à Associação ProtoTera, em particular a M. Pimenta (LIP), J. Marques (CTN), P. Brogueira (IST), J. Oliveira (IPO), A. Abrunhosa (ICNAS) pelas informações, imagens e textos cedidos.

Para mais detalhes, ver as apresentações destes autores nas seguintes sessões públicas:

(1) "Particle physics: from fundamental science to society, a tribute to Gaspar Barreira", Lisboa, 11 Set 2019, <https://www.lip.pt/homenagem/gaspar/tribute2019>

(2) "Portugal-CERN-Europa: ciência e tecnologias nas próximas décadas", Lisboa, 2 Jul 2019, <https://indico.lip.pt/event/738>

Gaspar Barreira (1940-2019)



"O último grande projecto e entusiasmo do Gaspar, a instalação em Portugal de um centro de tratamento e investigação para terapia oncológica com protões está ainda por cumprir. Nele nos empenharemos!"

Mário Pimenta (Presidente do LIP)

"O Gaspar foi uma pessoa sempre à frente do seu tempo. (...) Em 2016, antes de uma visita ao CERN, o Gaspar lançou o desafio de se discutir a introdução da terapia com protões em Portugal (...) Algum tempo depois, mostrou-me entusiasmado o relatório da OMS que dizia que para cada 10 milhões de habitantes deveremos ter no futuro uma clínica para esse tipo de tratamentos."

Manuel Heitor (Ministro da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior)

"O Gaspar chegou com todo o seu entusiasmo (...) instalar uma unidade de terapia com protões em Portugal dependia apenas do empenho que puséssemos nisso (...) Ele foi uma força imensa a fazer avançar esta ideia"

João Oliveira (Director do IPO)

"A terapia com protões é ao mesmo tempo uma tecnologia madura e uma tecnologia de futuro. É por isso que não devemos contentar-nos com uma solução chave-na-mão"

A. Oliveira (Presidente do IST)

O futuro da física de partículas na Europa

Numa sessão aberta realizada em modo virtual, o Conselho do CERN adoptou unanimemente a actualização da Estratégia que deverá guiar o futuro da física de partículas na Europa. As recomendações destacam o potencial científico, tecnológico, económico e de capital humano da física de partículas.

Uma visão comum

Fazer colidir partículas umas com as outras e perceber em detalhe o que acontece continua a ser uma forma privilegiada de compreender de que são feitas as coisas e como funciona o Universo. No entanto, estudar escalas cada vez mais pequenas exige aceleradores de partículas capazes de as acelerar a energias cada vez mais elevadas, e detectores cada vez maiores e mais complexos para estudar os produtos das colisões ocorridas.

A física de partículas com aceleradores é, por natureza, o exemplo paradigmático da chamada “Big Science”: os grandes projectos experimentais podem exigir décadas de preparação, são levados a cabo por grandes colaborações internacionais que partilham o esforço financeiro, científico, tecnológico e humano. São, também, lugares privilegiados de encontro, de discussão científica e de formação em contexto internacional. As decisões sobre os próximos passos têm, pois, de ser consertadas a escalas cada vez maiores — em última análise, a uma escala global — e com uma antecedência pouco frequente noutras áreas da ciência, abrangendo quase todo o século XXI!

A primeira Estratégia Europeia para a Física de Partículas foi aprovada numa reunião do Conselho do CERN realizada em Lisboa em 2006, sendo José Mariano Gago Ministro da Ciência e Gaspar Barreira Delegado de Portugal ao Conselho do CERN e presidente do LIP. A visão científica então delineada destinava-se a servir de orientação ao CERN e a permitir uma política científica coerente na Europa. Esta visão deveria ainda ser revista e actualizada periodicamente — auscultando a comunidade, e tendo em conta a informação científica e conjuntural mais actualizada. Entre a primeira estratégia e a revisão de 2013 deu-se a descoberta do bóson de Higgs. Entre as revisões de 2013 e 2020, as experiências do LHC recolheram e analisaram uma impressionante quantidade de dados a energias nunca antes exploradas.

A actualização da estratégia agora aprovada teve início em Setembro de 2018. “A Estratégia é, acima de tudo, guiada pela ciência e apresenta as prioridades científicas para esta área,” diz Ursula Bässler, presidente do Conselho do CERN. “O Grupo Europeu de Estratégia (ESG) — um órgão específico criado pelo Conselho — liderou com sucesso a reflexão para a qual contribuíram várias centenas de físicos europeus.” Estas contribuições foram discutidas e documentadas num simpósio realizado em Espanha, em Maio de 2019. O ESG chegou às recomendações finais numa semana de trabalho que decorreu na Alemanha em Janeiro de 2020, e apresentou-as ao Conselho do CERN em Março. O seu anúncio público foi agora realizado.



A estratégia

A actualização de 2020 da Estratégia Europeia para a Física de Partículas propõe uma visão a diferentes escalas de tempo, do futuro muito próximo ao final do século XXI, que permitirá à Europa manter o seu papel de liderança na física de partículas e nas tecnologias inovadoras associadas.

“Esta é uma estratégia muito ambiciosa, que proporciona um futuro brilhante à Europa e ao CERN”

Fabiola Gianotti,
directora-geral do CERN

Por agora, sucesso do LHC a alta luminosidade (HL-LHC), para o qual estão em curso melhoramentos do acelerador e dos detectores das quatro experiências, deve permanecer no centro das preocupações.

Os grupos do LIP em ATLAS e CMS estão neste momento empenhados no melhoramento dos detectores com vista ao HL-LHC, em que a indústria portuguesa tem também um papel fundamental. A Estratégia enfatiza ainda a importância de reforçar a investigação e desenvolvimento (I&D) em tecnologias avançadas de aceleradores de partículas, bem como em infraestruturas de computação, como pré-requisitos necessários a todos os projectos futuros. Salienta ainda os inúmeros potenciais benefícios para a sociedade deste esforço de I&D.

Para os passos seguintes, destacam-se a precisão no estudo do bóson de Higgs e a exploração da fronteira de alta energia como formas complementares de abordar as grandes questões da física de partículas.

O documento define como prioritária após o LHC a construção de uma “fábrica de Higgs”: um colisionador electrão-positrão (e+e-) com uma energia no centro-de-massa suficiente para a produção de uma enorme quantidade de bósons de Higgs, o que permitirá medir com grande precisão as suas propriedades — e testar com grande precisão o modelo padrão da física de partículas. Esta “fábrica de Higgs” será instalada numa escala de tempo inferior a 10 anos após a exploração total do HL-LHC, que deve terminar o funcionamento em 2038. A outra prioridade da Estratégia é que a Europa, em colaboração com a comunidade internacional, realize o estudo de viabilidade para um colisionador de hádrons com a energia mais alta possível, e tendo um colisionador electrão-positrão como possível primeiro passo.

A (muito) longo prazo, a prioridade é a exploração da fronteira de alta energia com um colisionador de hádrons de nova geração, um sucessor do LHC com tecnologia inovadora e (muito) alta energia.

DESTAQUE

Mas nem só de futuros aceleradores nos fala a estratégia. A teoria, as astropartículas, a física nuclear, a computação e as aplicações tecnológicas (nomeadamente na área da saúde), a cultura científica e tecnológica fazem parte do futuro do CERN e da Europa.

No que diz respeito à física de neutrinos, recomenda-se que a Europa continue a apoiar os projectos de física de neutrinos no Japão e nos EUA, nomeadamente a experiência DUNE, de que o LIP faz parte. Finalmente, o relatório destaca a importância das questões ambientais: "Um plano detalhado para a minimização do impacto ambiental e para a poupança e reutilização de energia deve fazer parte do processo de aprovação de qualquer grande projeto".

“Portugal-CERN-Europa: ciência e tecnologias nas próximas décadas”

A assinalar a aprovação da Estratégia, realizou-se no Campus Tecnológico Nuclear (CTN) do Instituto Superior Técnico (IST) uma sessão dirigida à comunidade empresarial, numa organização conjunta do Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior, LIP, IST e Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT). Devido à situação de pandemia, a um conjunto restrito de participantes *in situ* juntou-se cerca de uma centena de participantes remotos, incluindo alguns dos oradores. A sessão foi aberta por Rogério Colaço, presidente do IST, e por Helena Pereira, presidente da FCT, que destacou o importante papel da presença portuguesa no CERN não apenas na investigação científica mas também na formação avançada, sobretudo de jovens engenheiros, e na internacionalização das empresas. Rogério Colaço salientou que a já longa tradição de física de partículas em Portugal e o conhecimento e infraestruturas existentes no CTN serão essenciais na concretização do sonho de criar um centro de terapia com prótons em Portugal.

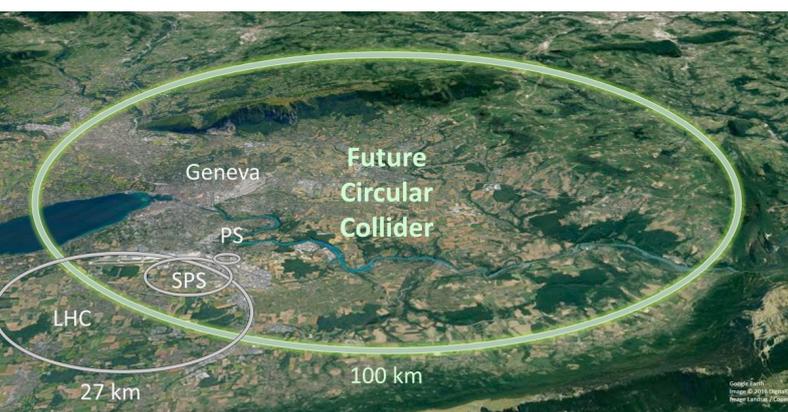
Mário Pimenta lembrou José Mariano Gago, “arquitecto da adesão de Portugal ao CERN”, e Gaspar Barreira, por longos anos delegado de Portugal no Conselho do CERN e grande promotor do projecto da terapia com prótons. Lembrou ainda generosidade do CERN para com Portugal, que permitiu que durante a primeira década o novo estado membro pagasse apenas uma fracção da sua quota, devendo o remanescente ser empregue em I&D em Portugal. Inês Ochoa, jovem investigadora do LIP, procurou familiarizar a audiência com as bases da física de partículas e mostrar que o CERN é o lugar ideal para prosseguir na sua descoberta.

José Antão, Industrial Liaisons Officer (ILO) de Portugal no CERN, destacou que "o CERN não é um parceiro como outro qualquer", mas que pode ter um papel importantíssimo como porta de entrada no mercado da Big Science, e também como ferramenta de marketing. O ILO detalhou oportunidades concretas para as empresas na próxima década, com a fase de alta luminosidade do LHC, e tendo em conta o plano de investimentos para o FCC.

Mais informação:

<https://indico.lip.pt/event/738/timetable/#20200702>

Onde e quando teremos esse acelerador, quais as tecnologias utilizadas e qual o plano de financiamento, são perguntas que, por agora, ficam necessariamente sem resposta. O projecto FCC – Future Circular Collider (na figura), liderado pelo CERN, está perfeitamente alinhado com esta estratégia, dando resposta a todas as fases e prioridades acima mencionados. Numa primeira fase, o FCC seria um acelerador electrão-positrão, sendo mais tarde o mesmo túnel usado para colisões hadrónicas. Mas a possibilidade da construção de um acelerador linear no CERN está ainda em aberto. A nível global existem outros projectos noutras partes do mundo, nomeadamente no Japão e na China. Para lá da ciência e da tecnologia em estudo e discussão dentro da comunidade, podem ser determinantes factores de outra ordem – políticos, financeiros, conjunturais.



“O próximo acelerador e o próximo centro de investigação em física de partículas devem estar na Europa. Essa é a única maneira de garantir que as pessoas mais qualificadas do mundo continuam a vir para a Europa. Se, por qualquer que seja a variedade de razões, desmantelarmos ou formos coniventes com o desmantelamento do que alcançámos no CERN, ninguém compreenderá. A capacidade da Europa no campo da física de partículas estaria morta por muitos e muitos anos e o desaparecimento da física de partículas teria sérias consequências para a ciência europeia como um todo. Posso garantir-vos que muitos de nós na Europa nunca permitirão que isso aconteça.”

José Mariano Gago ao Conselho do CERN, Lisboa, 2006

Fabiola Giannotti salientou a importância desta estratégia para o CERN, para os seus países membros, e para a Europa, que só assim poderá manter o seu papel de liderança científica. Uma prolongada reunião do Conselho de Ministros impossibilitou o Ministro da Ciência de comparecer.

A sessão foi encerrada por Rogério Colaço, Helena Pereira e Bernardino Soares, Presidente da Câmara Municipal de Loures. A discussão das implicações da Estratégia de um ponto de vista científico será realizada num encontro de toda a comunidade portuguesa de física de partículas e nuclear no dia 28 de Setembro no Centro de Congressos do Técnico.

Entrevista a Mário Pimenta

Jornal PÚBLICO, 20 de Junho de 2020,
Andrea Cunha Freitas

Delegado de Portugal ao Conselho do CERN e presidente do LIP - Laboratório de Instrumentação e Partículas, Mário Pimenta defende que a estratégia apresentada ontem abre o caminho a exploração de novas fronteiras do conhecimento e vai manter a Europa na liderança da ciência e da tecnologia. Em entrevista ao PÚBLICO, o físico português fala do que pode estar para lá do modelo-padrão e também do que Portugal já ganhou e ainda tem a ganhar com o CERN. Sobre o futuro, lembra que "a ciência não pode ser angustiada".

Qual é o impacto que esta estratégia pode ter para Portugal?

Na ciência, é muito grande. A entrada no CERN foi a entrada de Portugal na primeira organização científica internacional, numa iniciativa de Jose Mariano Gago em 1986 e teve um enorme impacto na ciência em Portugal. Hoje há já muitas colaborações internacionais, mas o CERN continua a ser um caso de referência na física, na tecnologia, na formação e também na colaboração com a indústria. À nossa escala, claro. Nós representamos 1% do CERN, do ponto de vista financeiro da nossa quota, mas temos tido uma taxa de sucesso que é muito elevada e da qual nos devemos orgulhar. São oportunidades importantes. O desenvolvimento científico em Portugal nos últimos 35 anos está muito ligado ao CERN.

Depois de terem sido encontradas as partículas do modelo-padrão, do que é que ainda estamos à procura?

Toda a história da física mostra que a coisa mais interessante é aquilo que não se espera.

Mas o que podemos descobrir para além do modelo-padrão?

Sabemos que o modelo-padrão funciona bem a uma determinada escala. O modelo-padrão está para o futuro como a mecânica de Newton esteve para a mecânica de Einstein. A mecânica de Newton não está errada, e eu continuo a ensiná-la aos meus alunos da universidade [no Instituto Superior Técnico], mas é dentro de um determinado conjunto de aplicações. Se eu for trabalhar sobre velocidades perto da velocidade da luz, não funciona. Mas se eu quiser estudar as leis do futebol e "o esférico" a andar, não preciso de Einstein, só preciso de Newton. Se eu quiser estudar um GPS, já preciso de Einstein...

Vem aí um novo modelo?

São fronteiras que se abrem. Temos uma comunidade teórica que tem muita imaginação, que pública centenas de milhares de artigos a dizer quais são as hipóteses a seguir. Compete ao CERN a parte experimental. A ciência nunca diz que uma teoria está certa. O que a ciência diz é que uma teoria ainda não está errada. A ciência avança assim. Uma teoria nunca está certa ao ponto de ser uma verdade absoluta: funciona. Temos uma teoria agora que explica aquilo que nós conseguimos medir. Precisamos de experimentar as novas hipóteses. Neste momento não há nenhuma evidência de que chegámos ao fim. Já houve duas pessoas - o Jorde Thomson, no fim do século XIX, e o Stephen Hawking - que disseram que a física tinha acabado e as duas estavam erradas. Stephen Hawking chegou mesmo a escrever um livro chamado "O Fim da Física". As pessoas têm a mania de achar que, a determinada altura, descobriram a teoria final. Isso até seria aborrecido. Na verdade, é uma quimera.

Vale a pena o risco de apostar tantos recursos, mesmo não sabendo ainda o que vamos encontrar?

Parece muito dinheiro, mas também é muito pouco. Se pensarmos no orçamento para a Defesa, não tem nada a ver. Vale a pena investir, claro. É isto que nos faz mexer, que permite o melhor da humanidade, que é o conhecimento. Um dos aspectos muito importantes do CERN - e foi para isso que ele foi fundado - é a investigação pacífica, não militar: pôr à volta da mesa a trabalhar gente de países que podem estar em guerra. Assisti a isso na altura da Guerra Fria, entre os russos e os americanos, assisti com os ingleses e os argentinos que estavam na Guerra das Malvinas e ao mesmo tempo a trabalhar juntos na mesma experiência, com os israelitas e os palestinianos ... Ter um lugar onde isto pode acontecer, pelo conhecimento tem um valor inestimável.

Por explorar há ainda a matéria escura, a energia escura...

Nós queremos saber onde estamos, para onde vamos, isso tudo. Mas a ciência não pode ser angustiada. A ciência aponta um caminho, qual é a estrada. E depois vai-se descobrindo.

Então, a física de partículas tem futuro...

A física de partículas é parte do futuro.



As várias vidas do **Gaspar** um contributo biográfico **online**

Gaspar Barreira faleceu a 1 de Junho de 2019. Foi um dos fundadores do LIP, Laboratório de Instrumentação e Física Experimental de Partículas. Era o Delegado de Portugal ao Conselho do CERN e ao Conselho do SESAME. O LIP presta-lhe homenagem criando um site onde publica um contributo biográfico, assim como homenagens de colegas e amigos.

www.lip.pt/homenagem/gaspar-barreira

Roberto Salmerón 1922-2020

O físico brasileiro teve uma carreira notável e desempenhou um papel importante no arranque da física de partículas em Portugal. Partiu a 17 de Junho de 2020, aos 98 anos.

Roberto Salmerón nasceu em São Paulo a 16 de Junho de 1922. Entrou para a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 1940. Depois de se formar, trabalhou no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas a convite de César Lattes. Foi depois para Inglaterra. Em 1955, concluiu o doutoramento em raios cósmicos na Universidade de Manchester, sob orientação de Patrick Blackett (prémio Nobel em 1948). Foi logo a seguir contratado pelo CERN, onde se dedicou à física de neutrinos. Ficou no CERN até 1964, ano em que decidiu voltar ao Brasil para ser um dos fundadores da Universidade de Brasília.

O golpe militar ocorrido poucos meses após o seu regresso, e a consequente expulsão e perseguição de vários professores, levou Salmeron e outros a pedir a demissão. Salmeron escreveu o livro "A Universidade interrompida: Brasília 1965-1965" em 1999. Voltou ao CERN em 1965. Em 1967, foi contratado como professor da École Polytechnique, em Paris, onde permaneceu até ao final da sua carreira.

Na École Polytechnique, Roberto Salmeron foi orientador de vários jovens portugueses que aí fizeram o doutoramento em física de Partículas, e que vieram a fundar o LIP: José Mariano Gago, ainda na década de 1970, e, no início da década de 1980, João Varela e Paula Bordalo, ambos na experiência NA10 do CERN. Sérgio Ramos, também na École Polytechnique mas na experiência NA14, conviveu igualmente de perto com Roberto Salmeron. NA38 foi a primeira experiência em que Portugal participou como país membro do CERN, através de um instituto que também apareceu pela primeira vez, o LIP. Mais uma vez, a ligação próxima com Roberto Salmeron teve um papel importante, assim como com Louis Kluberg e Peter Sonderegger.



Paula Bordalo,
17 de Junho de 2020

Foi bastante marcante no início das nossas vidas científicas (foi orientador de doutoramento do José Mariano Gago, do João Varela, e também meu orientador). Foi com ele que aprendemos a pensar em Física de Partículas e a fazer cálculos sem recorrer sistematicamente aos programas de computador. Fica uma grande tristeza...

"Estamos muito emocionados... Nunca é demais salientar que o Roberto era uma personalidade extraordinária e um grande pedagogo".

Em 2013, o Roberto fez um vídeo sobre o seu percurso na Física de Partículas, muito pedagógico (e político), como foi sempre a sua postura"
Vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=DtqDLN3qT2w>



Roberto e Sonia Salmerón com Sérgio Ramos e Paula Bordalo
Paris, Novembro de 2015
(Fotos de P. Bordalo)

HOMENAGEM



"O Roberto Salmeron foi muito importante para Portugal na fase pré-LIP e não só"

Mário Pimenta

"O Roberto foi alguém muito gentil para com todos os portugueses que estiveram em NA38. Foi um gosto tê-lo conhecido"

Conceição Abreu

"Tive o enorme privilégio de o conhecer pessoalmente e trabalhar com ele em NA38. Foi, como físico e como pessoa, um exemplo. Acima de tudo era um Gentleman"

Luís Peralta



Em memória do meu supervisor

João Varela, Junho 2020

O Roberto foi o meu orientador de tese de doutoramento. Não consigo disfarçar a emoção que o seu falecimento me causa. Cheguei a Paris em 1979 depois de uma longa viagem de comboio. No dia seguinte, lá dei com como se chegava ao LPNHE da École Polytechnique na periferia sul de Paris. Tudo era novo, tudo era aterrador. Tentando suportar o peso da timidez, dirigi-me ao secretariado e consegui dizer num francês meio esquecido do liceu que era o novo estudante português. Porquê esta carga de ser português? Naqueles tempos era assim. Em França os portugueses trabalhavam nas obras e viviam em bidonvilles. Apareceu o Patrick Fleury, o director, cabelos compridos, o Maio de 68 não estava longe. Cumprimentou-me, foi ao corredor e gritou "Robertô, il est la, l'étudiant portugais!" (ainda não sabia como pronunciar as três vogais seguidas em João...) O Roberto saiu do gabinete de braços abertos. Uuf, estava em casa!

O Roberto era um personagem. Extremamente respeitado na comunidade científica, com uma longa e prestigiosa carreira, conhecia toda a gente no CERN. Teria então perto de 60 anos. O Roberto sentia a física na pele, intuitivamente,

alguns aspectos lembrava o Feynman. Conseguia ter a visão dos projectos que valem a pena. Foi dos primeiros a falar dos iões pesados e do

interesse em adaptar o espectrómetro de muões em que trabalhávamos para essa física. Daí nasceu NA38, a primeira experiência no CERN com participação oficial de um grupo português.

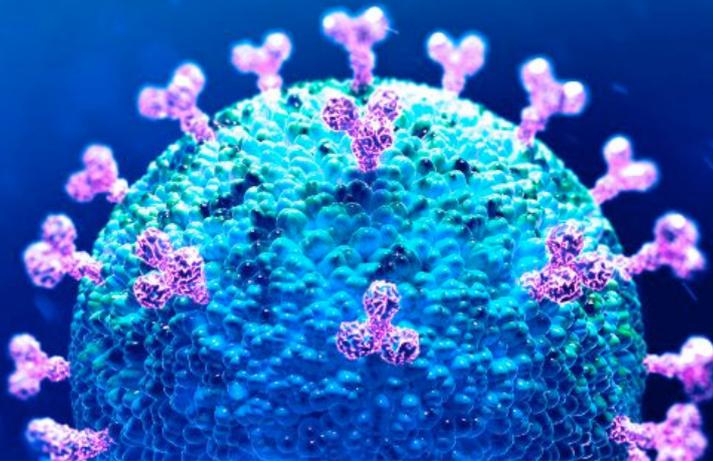
O Roberto era um gentleman. De uma grande retidão moral e com um sentido de justiça profundo, punha as relações humanas no epicentro. O seu enorme sorriso e boa disposição natural ajudavam muito. Preocupava-se genuinamente com as pessoas, acima de tudo. A física era importante, mas vinha depois. Generoso, nunca fugia às responsabilidades. Em 1982, organizou em Paris o Colloque International sur l'Histoire de la Physique des Particules. Muitos nomes «históricos»: Amaldi, Auger, Dalitz, Gell-Mann, Iliopoulos, Nishijima, Pontecorvo, Schwinger, Weisskopf, e muitos outros. Na primeira apresentação, Peyrou falava sobre o papel dos raios cósmicos no desenvolvimento da física de partículas. Utilizava "slides" projectados por uma daquelas máquinas infernais de há 40 anos de que alguns ainda se lembrarão. Um operador, junto ao projectador colocado a meio do auditório, fazia avançar os slides quando o orador no palco indicava. Volta e meia o projectador encravava, para grande enervamento de Peyrou. Em dado momento o Roberto salta do lugar e toma o comando do projectador. Não houve mais slides encravados! O Roberto era assim.

O Roberto foi um amigo incondicional de Portugal e muito ajudou ao desenvolvimento da física de partículas no nosso país. Tinha sido o orientador do José Mariano Gago uns cinco ou seis anos antes, e depois foi também orientador da Paula Bordalo. Entre nós falávamos português, claro. Havia uma certa convivência, ou talvez apenas a nostalgia dos nossos países distantes. O Roberto dizia, "quando estou cansado só há uma língua que falo bem". Muito anos mais tarde percebi o que queria dizer. Ainda meu orientador, referia-se várias vezes ao José Mariano, por quem tinha uma grande admiração. Um dia disse-me que o José Mariano escrevia tão bem que não fez nenhuma correcção ao seu texto de tese (em francês!) Comigo não teve a mesma sorte.

Roberto, esta é a minha forma desajeitada de te dar um último abraço.

O LIP e a pandemia

A luta contra a Covid-19 fechou-nos a todos em casa, em nome do bem comum. A comunidade LIP respondeu adaptando-se às novas formas de fazer as coisas, criando ou fortalecendo canais de comunicação, trocando documentos e modelos sobre a pandemia, e também com iniciativas para ajudar o SNS. Aqui, reunimos algumas informações sobre o momento peculiar que vivemos!



O LIP contra a Covid-19

Viseiras de protecção

Foram desenvolvidas no LIP viseiras de protecção para serem utilizadas pelos profissionais de saúde. As motivações foram a necessidade comprovada deste tipo de equipamento, mas também uma ideia de reutilização de materiais em sobra da produção dos detectores de raios cósmicos MARTA. As viseiras foram produzidas com a colaboração voluntária do pessoal da Oficina Mecânica do LIP, em Coimbra, que se mostrou disponível desde a primeira hora. Foram inicialmente produzidos alguns protótipos (as viseiras são, em certos aspectos, não standard) que foram validados junto de profissionais de saúde no Hospital do Covões, em Coimbra. Produziu-se em seguida um lote de 110 unidades (ver foto) que foi entregue nos Covões para uso intensivo. Depois de uma validação total, foram produzidas mais, de acordo com os pedidos. O serviço foi disponibilizado junto da DGS.



COVID-19 Galaxy service @EOSC-synergy



Na plataforma Europeia EOSC-synergy, de que o LIP faz parte, foi configurada uma instância do portal Galaxy para o processamento de dados genómicos.

O portal é de acesso gratuito e inclui dados sobre coronavírus e especialmente amostras do SARS-CoV-2 atualizadas diariamente a partir das bases de dados públicas internacionais, bem como algumas ferramentas importantes para identificação de mutações, análise filogenética, processamento e visualização de amostras.

Ventilador de emergência

Uma equipa do LIP liderada por Paulo Fonte, integrada num extenso grupo de voluntários de diversas instituições reunidos no contexto do #ProjectOpenAir, desenvolveu um novo conceito de ventilador de emergência que cumpre requisitos necessários à ventilação de doentes com Covid-19. A ideia é que estes ventiladores possam ser construídos de forma simples e rápida, com materiais que se encontram facilmente e a baixo custo mesmo em tempos ou regiões com dificuldades logísticas acentuadas [1]. A prova de conceito foi realizada nos laboratórios do LIP em Coimbra, estando funcional e disponível para replicação desde meados de Abril de 2020, coincidente com o pico da pandemia em Portugal. Os procedimentos para a certificação estão em curso.

Em que contexto foi desenvolvido e porque é só de emergência?

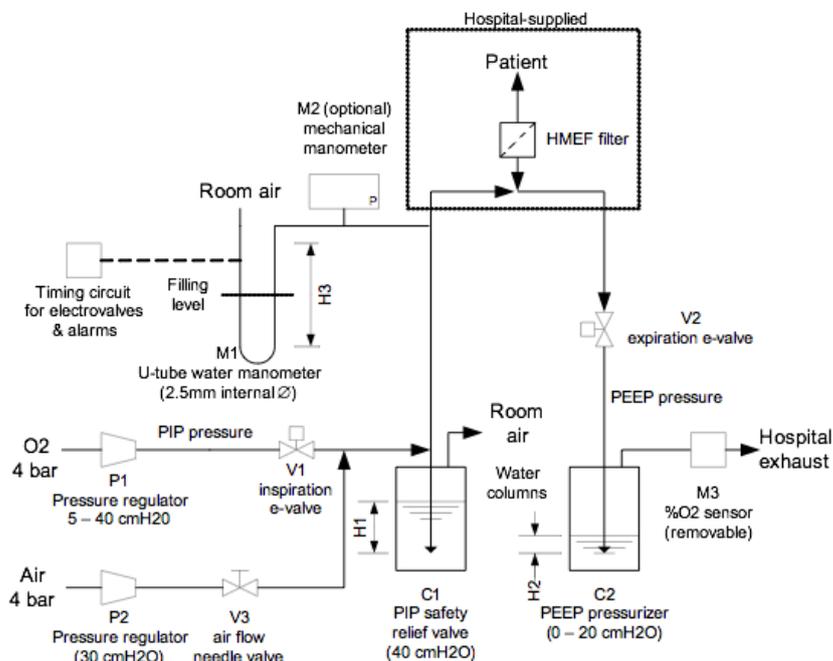
COVID-19 é o nome atribuído pela Organização Mundial da Saúde à doença provocada pelo coronavírus SARS-COV-2, identificado pela primeira vez em humanos no final de 2019. O vírus pode causar infecção respiratória grave, e uma percentagem significativa dos doentes necessita de ventilação mecânica. Em 2020, em situação de pandemia, as necessidades superaram a capacidade instalada, pondo em risco a sobrevivência dos pacientes, mesmo em alguns países com índices elevados de desenvolvimento. Por outro lado, é de esperar que as situações mais críticas aconteçam em regiões onde a compra de materiais e componente técnicos seja difícil ou impossível.

Neste contexto, é importante que o projeto de um ventilador de emergência enfatize a simplicidade e a disponibilidade local de componentes e processos de fabricação, ao mesmo tempo que fornece um auxílio ventilatório eficaz e seguro. A equipa #ProjectOpenAir, composta por médicos, engenheiros e físicos, identificou e implementou um modo de ventilação que cumpre estes requisitos mínimos: a ventilação mandatária contínua com pressão controlada (PC-CMV, da sigla em inglês).

É importante salientar que o equipamento desenvolvido se destina apenas a salvar vidas em situações em que é o último recurso, sendo a simplicidade técnica (tipo de componentes e facilidade de montagem) e a segurança de utilização os aspectos fundamentais. Não tem todas as funcionalidades de um ventilador médico de uso geral.

Como funciona e como foi testado?

A figura mostra um esquema do ventilador de emergência, ilustrando o seu princípio de funcionamento. Um ciclo respiratório consiste essencialmente nos seguintes passos:



Inspiração

Um fluxo de oxigénio puro é fornecido ao sistema através de um regulador de pressão ajustável (P1), permitindo que a pressão máxima de inspiração (PIP) seja ajustada. A fracção de oxigénio pode ser regulada usando a entrada de ar, o regulador de pressão P2 e a válvula V3. A saída da electroválvula de inspiração (V1) está ligada ao tubo de inspiração do paciente, a um sistema de segurança (coluna de água C1) e a um manómetro de água (M1). Por conveniência, se estiver disponível, poderá ser incorporado em paralelo um manómetro mecânico (M2).

Expiração

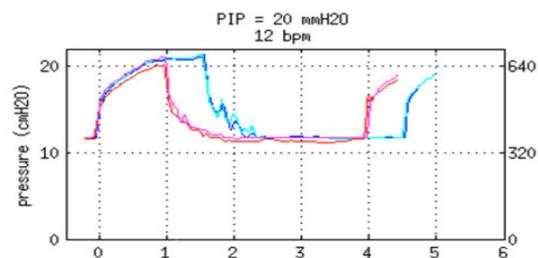
O ar expirado vindo do tubo em Y do paciente segue pelo tubo de expiração para a electroválvula de expiração (V2) e é expelido através da coluna de água C2, que implementa a necessária Pressão Positiva Expiratória Final (PEEP).

O protótipo foi ligado a um "pulmão" de teste constituído por dois sacos plásticos resistentes (do tipo usado para recolha de urina em pacientes acamados) comprimidos entre duas placas unidas por elásticos. A complacência do "pulmão" podia ser ajustada variando a força dos elásticos.

O conjunto foi concebido para ser mecanicamente simples e rápido de fabricar com modestos recursos técnicos, com acesso fácil às colunas de água para verificações visuais e ajuste das alturas dos tubos e da água. Todos os componentes são de uso comum e foram adquiridos em revendedores locais em Coimbra. Por exemplo, são usados reguladores e outros componentes vulgarmente utilizados em sistemas de gás de edifícios, tubos de acrílico e de PVC, tubos flexíveis descartáveis para aplicações médicas. Os

circuitos electrónicos são puramente analógicos, incorporando um temporizador e alarmes de apneia e perda de energia eléctrica, e utilizam apenas componentes muito comuns [1].

As fotografias mostram o equipamento e o sistema de testes. O gráfico (em baixo) mostra o perfil de pressão na entrada da peça "Y" em função do tempo (para valores dos parâmetros tomados como exemplo).



Testes químicos e bacteriológicos foram igualmente realizados. Não foram encontrados compostos químicos estranhos, bactérias ou fungos. No momento da redação, o ventilador tinha estado sujeito a 35 dias completos de operação contínua com oxigénio puro a uma taxa de 120 respirações por minuto, correspondendo a 140 dias de operação normal, sem qualquer problema de funcionamento.

Quais os passos seguintes?

O modelo desenvolvido em Abril de 2020, com o objetivo de acudir ao pico da pandemia em Portugal, foi concebido para ser produzido usando apenas material vulgarmente disponível em armazém, em grande quantidade se necessário. O baixo custo e a simplicidade do dispositivo permite imaginar a extensão da sua utilidade a países com menos recursos em qualquer parte do mundo.

O contexto e os objectivos definidos condicionaram, pois, todas as escolhas, e a “elegância” teve de ceder perante a viabilidade. Como exemplo, consideremos a opção de uso de colunas de água no modelo acima descrito. Este componente tem várias características interessantes: é fiável, fácil de construir, e fornece um método preciso e directo de regular e medir a pressão. Por outro lado, o equipamento torna-se relativamente volumoso e pouco transportável, e existe o risco de contaminação bacteriológica da água, o que acarreta a necessidade de esta ser tratada. A funcionalidade assegurada pelas colunas de água pode ser realizada de forma mais prática usando componentes pneumáticos tradicionais, como válvulas descartáveis de PEEP, se estiverem disponíveis.

De facto, recorrendo a material apenas um pouco mais técnico, foi possível construir um dispositivo baseado exactamente nos mesmos princípios de funcionamento mas mais compacto e transportável, implementando ainda o modo de ventilação "Assist/Control" no qual o doente pode parcialmente comandar o ventilador. Este desenvolvimento foi feito no contexto de uma colaboração entre o Projecto OpenAir e a ONG Médicos do Mundo, direccionado para ser facilmente transportado e usado em locais remotos. Este novo modelo, designado EVEN (Emergency Ventilator, ver foto), está actualmente em fase de testes. Os próximos passos são a publicação numa revista da especialidade e o processo de certificação pelo INFARMED, que está em curso.



[1] A. Pereira, L. Lopes, P. Fonte, P. Póvoa, T. G. Santos et al., Prototype of an affordable pressure-controlled emergency mechanical ventilator for COVID-19, arXiv:2004.00310v3.

[2] C. Guérin, P. Lévy, Easier access to mechanical ventilation worldwide: an urgent need for low income countries, especially in face of the growing COVID-19 crisis, Eur Respir J 2020; 55: 2001271

Catarina Espírito Santo e Paulo Fonte

Tempos de teletrabalho

Inquérito

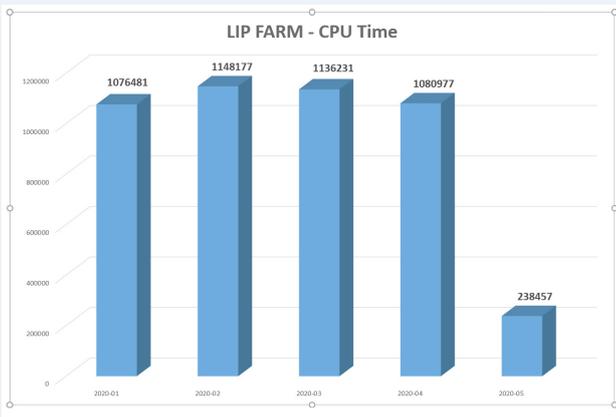
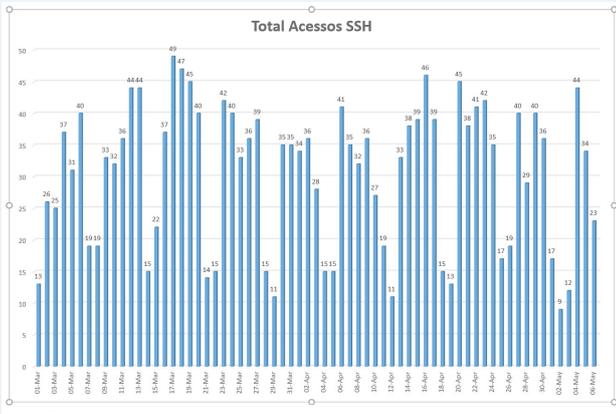
A trabalhar em casa, ou em casa a tentar trabalhar? Quais são os maiores desafios do teletrabalho?

Para procurar responder a estas e outras perguntas, realizámos um inquérito sobre teletrabalho na comunidade LIP. Aqui deixamos algumas conclusões interessantes para o futuro!

- A maioria das pessoas (85%) trabalha com a mesma eficiência ou com maior eficiência em casa do que no local de trabalho
- 90% dos que responderam gostariam de trabalhar em casa um (28%), dois (50%) ou até três (12%) dias por semana em condições normais
- Como maior vantagem do teletrabalho, metade das pessoas apontam o facto de se evitarem as deslocações diárias, um quarto a maior facilidade de concentração. Os restantes simplesmente não gostam!
- E qual o maior desafio? As respostas variam muito, mas as maiores “fatias” são: tarefas domésticas, falta de motivação, crianças em casa e reuniões remotas!
- Aspectos técnicos: a maioria das pessoas já tinha todas as condições antes, cerca de 25% melhorou muito durante este período. Cerca de 10% ainda lutam com problemas técnicos, de rede e outros.

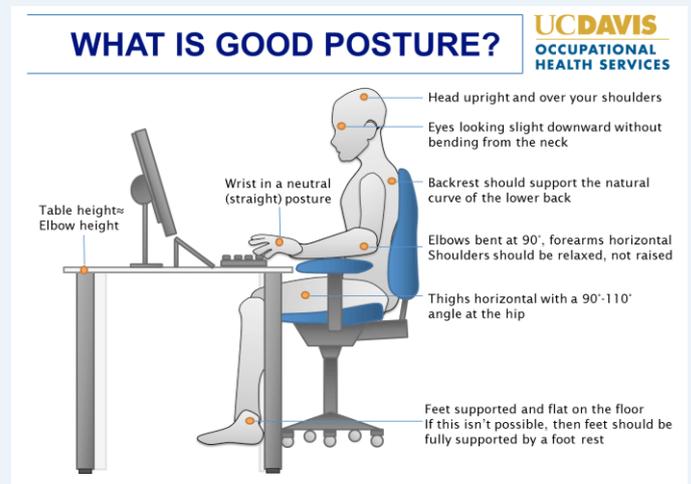
Será que trabalhámos menos durante o período de confinamento? A resposta é não!

Pelo menos isso não é visível na utilização dos recursos de computação. Os gráficos mostram o número de acessos a máquinas LIP e de trabalhos na farm. Vemos os fins-de-semana, um leve efeito de Páscoa em Abril, mas nenhum sinal do confinamento, que começou a 13 de Março (em Maio inclui-se apenas a primeira semana).



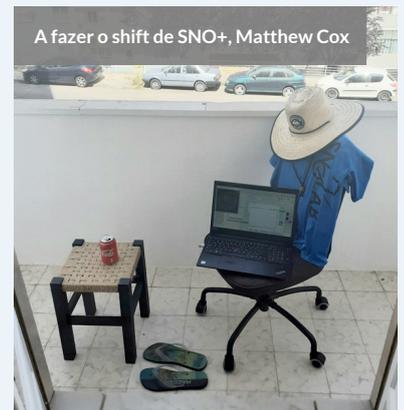
Teletrabalho e saúde

Durante este período, muitos colegas se queixaram de problemas de saúde relacionados com o teletrabalho: dores nas costas, ciática, dores de cabeça, insónia e muito mais. Reunimos por isso alguns conselhos, úteis para trabalhar a partir de casa e não só!



- Ter uma boa cadeira e uma posição de trabalho ergonómica
- Fazer uma pausa a cada 1,5 ou 2 horas no máximo, para exercitar os olhos (olhar para longe pela janela) e o corpo
- Fazer caminhadas ou corridas com regularidade
- Beber água e comer de forma saudável e em horários regulares

Teletrabalho galeria fotográfica



RESEARCH

HEP circa 2020

Nuno Leonardo

That most of this year's main gatherings in the field took place online, given the current pandemic circumstance, did not prevent the reporting of a very good number of exciting physics results and milestones. Among these, two major ones are first evidences for the rare processes involving Higgs decay into dimuons and kaon decay into pion plus neutrinos.

Higgs

The standard model (SM) scalar was discovered 8 years ago by ATLAS and CMS. With datasets an order of magnitude larger, the experiments have been able to measure many of the particle's properties with increasing precision. Production studies have advanced, through simplified template cross sections, differential measurements, and new channels. A signal strength of $\mu=1.06$ compatible with the SM ($\mu=1$) is attained. The couplings to other SM particles started from the largest, i.e. the more massive. Two years ago, the Yukawa couplings to the third generation had been observed, and the attention started to turn to the other, less massive generations. This summer, the first evidence (CMS 3σ , ATLAS 2σ) and measurement of a coupling to the second generation was attained, namely through the (rare) decay of the Higgs to a muon-antimuon pair. The new signal is preliminarily compatible with the SM ($\mu=1.2$) with a still large uncertainty (40%). Couplings to the charm quark would be now the next challenge inline.

Electroweak

The large datasets have allowed the detection of the associated production of SM particles. For instance, observation of production of three massive gauge bosons has been reported (CMS 6σ , ATLAS 4σ), as has the process of vector boson scattering. The LHC as a photon collider at the highest energies, where photons radiate off the protons or nucleons in the beams, has been explored. Signals from such interactions yielding vector boson or lepton pairs have been detected earlier by CMS, and more recently ATLAS reported a 5σ observation of the former and a cross section measurement for the latter. Tests of lepton flavour universality (LFU) have been revamped recently in view of the B anomalies. LFU has been investigated in a sample where top-quark pairs decay into pairs of W bosons which in turn decay into leptons. The relative probability of the lepton being a muon or an electron has been measured by ATLAS, and found to be compatible with universality of W couplings to the different lepton flavours, thus resolving an old 2.7σ SM departure at LEP.

Flavour

The pattern of B anomalies endures. While more precise measurements and new channels have been explored, and many more are ongoing by different experiments, the analysis of the full LHC Run2 dataset needs yet to be completed. Along with LFU, also tests of LFV and LNV are performed (and more expected ahead from dedicated projects). The search for the tau lepton decay into a muon triplet has been now performed by several

LHC experiments (using taus from both heavy flavour and weak boson decays as sources). Belle2 is expected to provide the best sensitivity for this decay however, and it has started physics data collection, having accumulated the first 74 fb^{-1} , out of the 50 ab^{-1} planned. Other anomalies are actively investigated, with first results from FNAL's muon g-2 awaited. On the rare decay front, while various advancements are reported in the beauty and charm sectors, a particularly remarkable achievement has been now attained in the kaon sector. The NA62 experiment has reported the first evidence for the $K^+ \rightarrow \pi^+ \nu \bar{\nu}$ decay, with a 3.5σ significance (overall 20 events are observed where 7 background ones are expected). While this result is inline with the SM, a mild excitement has been reported last year by KOTO, on the corresponding neutral channel, $K_L^0 \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ (which has since decreased but remains intriguing). The horizon into new physics (NP) searches with sensitivity to rates at 10^{-11} is now in sight.

Direct NP searches

Direct NP signals are actively searched through general purpose and dedicated projects. At the LHC, the search for strongly & weakly interacting sparticles is pursued, in various alternative scenarios (including with reduced MET, stealth and RPV). Also non-supersymmetric scenarios are sought after, with new gauge bosons and new quarks, including vector like quarks (which can mix with SM quarks thus modifying their couplings to SM bosons) and leptoquarks (renewed interest induced by the B anomalies). More unconventional, exotic signatures are increasingly explored with the goal of leaving no stone unturned. These are pursued not only at the main LHC experiments and other existing experiments (NA62, Belle2, MicroBooNE), but the phase space will be complementarily explored in dedicated projects, already running (MoEDAL) or planned (Codex-b, FASER, MAPP, SeaQuest, SHiP, MATHUSLA). Some of these (e.g. the latter), positioned at surface and with large areas, have the added ambition (and potential) to contribute to cosmic ray studies.

QCD & QGP

The enormous datasets gathered at the LHC are allowing for more precise and more differential measurements also in the strong sector. These facilitate precise experimental and theoretical control of QCD (including strong coupling, N^oLO PDFs, MC tunes), upon which most LHC observables rely on. Rarer QCD processes become within reach; for instance, evidence of four top quark production has been reported (ATLAS 4σ , CMS 3σ). Evidence for top quark-pair production in PbPb collisions has been also reported (CMS 4σ). Nearly all particle species are observed to participate in collective flow, quantified via a

Fourier multipole expansion, which has been now measured for light and heavy flavours. QGP is seen to quench jets and alter jet substructure. A mass/flavor pattern of suppression is being formed, as is that of strangeness enhancement and charm recombination (esp. ALICE). The exploration of exotic states in ion collisions has just started with the detection of the X(3872) (CMS 3σ). Approaching 2 decades since discovery (Belle 2003), the nature of the X (now a.k.a. as χ_{c1}) remains unclear. Further light has been shed with precision measurements (lineshape, LHCb) and via new decays (from B_s , CMS). Last year LHCb has reported a new pentaquark (cuud, in $J/\psi p$, 7σ), while last month a first tetraquark with 4 heavy quarks (cccc, in $J/\psi J/\psi$, LHCb 5σ) and this week a first with 1 heavy quark (cdus, in DK, LHCb $>>5\sigma$) have been reported. Clearly a rapidly evolving data-driven area.

Neutrino

Global fits to neutrino masses and mixing have entered a precision era. New results from Nova and T2K (and Super-K) while preferring normal mass ordering do not overlap on their preferred regions (in θ_{23} - δ CP phase space), and a more robust quantification of consistency will be provided by a joint fit to their combined data. Both continue data taking for few years, before DUNE and Hyper-K take over with sensitivities passing the 5σ mark (in the exploration of mass ordering and CPV). First results from KATRIN yield an improved direct measurement of the absolute neutrino mass ($m_{\nu e} < 1.1$ eV @90% CL). The case for a hypothetical fourth, sterile neutrino is being actively researched. The initial anomaly by LSND 2 decades ago was significantly reinforced 2 years ago by MiniBooNe, but results still remain controversial owing to inconsistencies between results. A recent combined fit to MINOS(+) and Day Baya data eliminates a further chunk of remaining phase space. More data shall facilitate a more complete clarification. Certainly worth mentioning is the first observation of

CNO cycle solar neutrinos by Borexino, a long-awaited result that confirms the mechanisms of the workings of the Sun, in a reaction chain that might become dominant for more massive stars.

Dark & cosmic sectors

The search for dark matter is pursued, directly and indirectly, by a wide variety of experiments — the landscape is broad while each effort focuses on a relatively small region. Searches target WIMPS but also subGeV, axions, ALPs. XENON1T reports a small excess of electronic recoil events prominent at about 3keV; while fit to data prefers solar axion (at 3σ), there is large model dependence and tension with astrophysics. DM will be probed up to high masses and down to the neutrino floor by next generation experiments. Such as LZ, which is seeing construction approaching completion. Neutrino detectors complement and broaden the DM search program. As does AMS, which is providing precision measurement of primary cosmic ray composition, and has probed the positron flux up to 1TeV, with the tantalising energy dependence suggesting DM or new astrophysical sources. The Auger observatory is advancing the exploration of the most energetic particles, and UHECRs' composition and source. The era of multi-messenger astrophysics is expanding rapidly, providing valuable insights from inherently complementary probes (photons, gravitational waves, neutrinos, cosmic rays). We may observe a supernova with >10 neutrino & dark matter detectors simultaneously. Information about cosmic sources and populations are thus facilitated by the electromagnetic, gravitational, weak and strong forces.

Future

The 2020 update of the European Strategy for Particle Physics has been concluded. The deliberated priority for the next machine is an e+e- Higgs factory, with the longer-term ambition of a pp collider at highest energies. (See the detailed piece on this Boletim.) In the US preparations for the corresponding Snowmass 2021 process have also started. The increasing importance of interdisciplinary endeavours is recognised and synergies across field boundary encouraged. Coordinated global collaboration will be key.

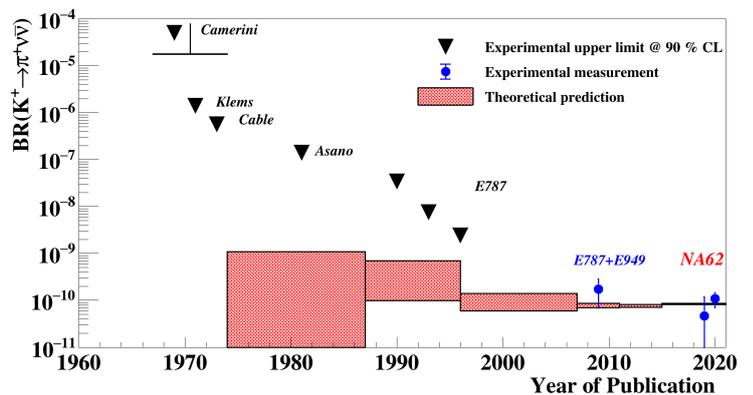
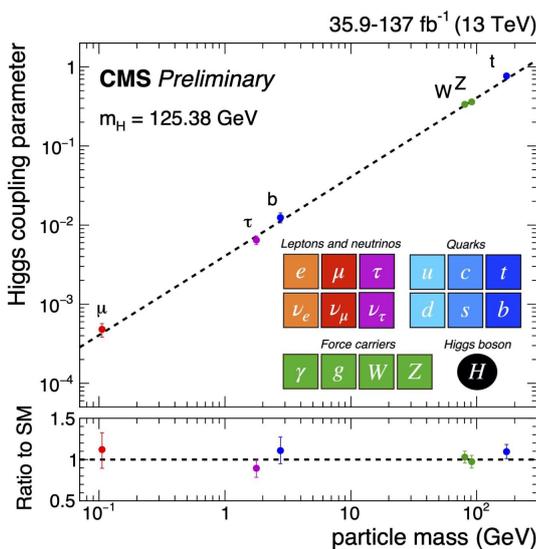


Figure. (Left) Summary of the measured Higgs boson couplings to the other fundamental particles; the lower panel shows the ratio between the measured coupling and the SM prediction. The new measurement of the coupling to the muon is indicated by the left-most data point. (Top) Historical development of theoretical predictions (red areas) and experimental limits (black triangles) on the rare charged kaon decay. The new measurement of the decay branching fraction is represented by the right-most data point.

BREVES

do LIP e do mundo das partículas

Uma década de colisões de alta energia no LHC

Passaram 10 anos sobre as primeiras colisões de alta energia no LHC, a 30 de Março de 2010. É provável que esse não tenha sido o momento mais emocionante. Que nada tenha superado o arranque inicial, em Setembro de 2008, depois de décadas de preparação, e a que se seguiu, ao fim de alguns dias de tomada de dados bem sucedidas, o acidente que parou o LHC por mais de um ano. Mas o arranque a 7 TeV marca o início da “vida normal” na tomada de dados no LHC; da impressionante corrida do acelerador e das experiências na última década, com uma energia no centro-de-massa que atingiu os 13 TeV, e uma quantidade e qualidade de dados acumulados que superou as melhores expectativas.

CMS celebra o milésimo artigo

Em Junho de 2020, a colaboração CMS enviou para publicação o artigo científico número 1000, o que traduz uma contribuição ímpar para a nossa compreensão do Universo. O primeiro artigo surgiu em 2008. O mais famoso é o número 183, anunciando a descoberta do bóson de Higgs. Ao longo de pouco mais de uma década, os cientistas têm produzido, testado e publicado resultados extraídos da análise dos dados das colisões a alta energia no LHC, tanto próton-próton como colisões de iões pesados. O LHC funcionará por mais duas décadas e a quantidade de dados aumentará de um factor 20 na fase de alta luminosidade. Estes dados continuarão a ser uma fonte de novos e criativos resultados!

LIP-Minho fez 10 anos

O pólo do LIP em Braga comemorou uma década de existência a 17 de Fevereiro de 2020. O pólo do LIP no Minho foi constituído em 2010, ano em que foi assinado um protocolo de colaboração entre o LIP e a Universidade do Minho (UM). Na origem esteve a entrada de António Onofre, investigador do LIP, para a UM como Professor Associado. E a sua vontade, partilhada por José Carmelo, Professor Catedrático do Departamento de Física, de ali desenvolver a área da Física de Partículas e suas aplicações. Foi fundamental o apoio do Reitor António Cunha e de Gaspar Barreira, Presidente

do LIP. Actualmente o LIP-Minho conta com uma equipa jovem de cerca de 30 membros, incluindo investigadores, estudantes e técnicos. As suas actividades estruturam-se em quatro grupos: Física de Partículas com aceleradores, em que se destacam a participação em ATLAS e os estudos fenomenológicos; Astropartículas; Computação Avançada e Divulgação.

Dados abertos a 13 TeV

A colaboração ATLAS do CERN lançou este ano o primeiro conjunto de dados de acesso aberto à maior energia do LHC, 13 TeV. O novo conjunto de dados foi desenvolvido especialmente para o ensino das ciências, sublinhando o compromisso de longa data com alunos e professores. O LIP é um grande utilizador deste tipo de dados em acções de formação de vários tipos.

Prémios em CMS

Ksenia Shchelina e Tahereh Niknejad, do grupo de CMS do LIP, foram distinguidas com prémios CMS. Ksenia Shchelina recebeu um "Achievement Award" pelo seu trabalho de análise de dados que permitiu melhorar de forma importante a calibração do PPS-Precision Proton Spectrometer, e pelo seu papel como co-coordenadora de grupo. Tahereh Niknejad recebeu um "Detector Award" pelo seu trabalho de simulação no desenvolvimento de electrónica de front-end para o MTD-MIP Timing Detector. Estes prémios anuais distinguem pessoas que tenham dado contribuições substanciais para CMS, uma das maiores colaborações científicas internacionais de sempre.

Montagem de CALIFA

No final de 2019, decorreu a montagem e instalação de grande parte do detector CALIFA (CALorimeter for In-Flight detection of gamma rays and high energy charged particles), um dos principais detetores da experiência R3B (Reactions with Relativistic Radioactive Beams) de FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research) em Darmstadt, Alemanha. Elisabet Galiana, do grupo NUC-RIA do LIP, fez parte da equipa, contribuindo na análise de dados e implementação de ferramentas de calibração. CALIFA é um detetor segmentado, baseado em cristais cintilantes. Irá atuar como calorímetro

gama de absorção total, assim como espectrómetro, e detetor de partículas carregadas que surjam dos processos de reação provenientes do alvo.

TDR de DUNE publicado

A colaboração Deep Underground Neutrino Experiment acaba de anunciar a publicação dos quatro volumes do Technical Design Report (TDR) da experiência, documento fundamental para o desenvolvimento futuro do projecto. O TDR descreve em detalhe a experiência: objectivos, performance, desenho do detector, e tecnologias e metodologias a utilizar. José Maneira, responsável do grupo do LIP em DUNE, foi co-editor e co-autor do capítulo dedicado às calibrações (capítulo 6, volume IV), e vários elementos do grupo contribuíram para secções sobre calibrações dos outros volumes.

Observatório Pierre Auger fez 20 anos

A celebração oficial decorreu no local do Observatório, em Malargüe, província de Mendoza, Argentina. A presidente da FCT, o embaixador português na Argentina e o presidente do LIP estiveram presentes, assim como vários membros do grupo do LIP em Auger. Na ocasião, realizaram-se também um simpósio científico e uma feira de ciência. O maior detector de raios cósmicos do mundo, com uma área de 3000 km², é operado por uma colaboração de mais de 400 cientistas de 17 países. Através do LIP, Portugal é membro desde 2006.

LZ desceu às profundezas

A colaboração LZ, de que o LIP faz parte, transportou com sucesso a parte central do seu detector de matéria escura para o laboratório subterrâneo de SURF (USA), a 1,5 km de profundidade. LZ é o maior detector deste género alguma vez construído, uma estrutura com 2200 kg e quase 3 metros de altura, que irá albergar 10 toneladas de xenon líquido. A viagem da parte central do detector LZ até à caverna onde ficará demorou cerca de 45 minutos, em vez dos habituais 13-15 minutos, ao longo do poço do elevador antigamente usado nas operações da mina de ouro. Esta descida deixa para trás um longo processo de preparação, que incluiu duas viagens de teste em que não foi utilizado o detector verdadeiro. Além da integridade física e estrutural, a limpeza é outro factor extremamente importante: o detector foi construído ao longo de quase um ano numa sala limpa, e deve chegar ao local de operação nas mesmas condições.

Novos componentes voaram até AMS

A nave de abastecimento Cygnus foi lançada num foguetão Antares transportando para a Estação Espacial Internacional (ISS) mais de 3 toneladas de alimentos, experiências, hardware diverso e pequenos satélites. A missão transporta equipamento para ser instalado em AMS: o novo sistema de refrigeração para o detector de traços, um detector de silício que mede a trajectória dos raios cósmicos. Quando a nave de carga automatizada chegou hoje à estação espacial, a astronauta da NASA Jessica Meir assumiu o controle do braço robótico da ISS para capturar a Cygnus. O astronauta da ESA Luca Parmitano e o engenheiro de voo da NASA Andrew Morgan realizaram as saídas necessárias para reparar AMS.

EVENTOS

2020: um ano (quase) completamente online

Em 2020, para seguir em frente tivemos de encontrar novas formas de fazer as coisas. Quase todos os encontros científicos, de formação ou de ligação com a sociedade previstos para 2020 foram afectados.

Para a formação avançada no LIP, o ano começou em força, e presencialmente, com dois acontecimentos logo em Fevereiro: a 5ª edição da **Lisbon mini-school on Particle and Astroparticle Physics**, uma organização conjunta do LIP e do CFTP, na Caparica, contou com 30 estudantes provenientes das Universidades de Lisboa, Nova, Coimbra e Minho. E o 1º **Curso de Introdução ao Geant4**, organizado pelo Centro de Competências Simulation and Big Data, envolvendo os três pólos do LIP, juntou em Braga 17 participantes das áreas de física de partículas, materiais e física médica. Foi em Março que tudo mudou: os acontecimentos previstos foram adiados ou decorreram online. O **Data Science School and Symposium** foi adiado para Outubro; a **Escola IDPASC** na Nazaré será em 2021; o **LIP-IDPASC Student Workshop** e o **LIP Internship Program** passaram a modo online.

Todas as conferências de Verão de física de partículas foram afectadas. A conferência **PANIC**, prevista para Lisboa e organizada pelo LIP, realizar-se-á em 2021. Muitas outras decorreram integralmente online. Vários membros do LIP apresentaram resultados, por exemplo, na **LHC Physics Conference** (prevista para Paris), na **Hard Probes 2020** (Austin) ou na International Conference on High Energy Physics (**ICHEP 2020**, Praga) sem sair de casa. Faltaram as oportunidades de convívio e discussão, mas assistiu-se à habitual avalanche de novos resultados. Em muitos casos, o formato virtual permitiu um número de participantes muito superior ao habitual. A ICHEP teve também um rico programa dedicado ao público geral, tudo online. O artigo do Nuno Leonardo neste Boletim (página 18) faz um resumo bastante detalhado das principais novidades da conferências de verão 2020.

Quanto à participação do LIP, começamos por destacar as apresentações plenárias: na **Hard Probes 2020**, Guilherme Milhano apresentou uma revisão plenária sobre o projecto de um **Future Circular Collider (FCC)** no CERN. Pedro Abreu fez a apresentação plenária sobre outreach na **ICHEP 2020**. Também na ICHEP estiveram bem representados os grupos de ATLAS e CMS do LIP. De CMS, Alessio Bolletti discutiu anomalias de sabor, apresentando a nova análise CMS que estuda um modo de desintegração muito raro do B+. Apenas 90 dos milhares de milhões de B+ produzidos foram vistos a decair desse modo. Os resultados são comparados com as previsões teóricas mostrando quão precisa é já a nossa compreensão destes fenómenos. Por seu lado, Giles Strong voltando à competição lançada em 2014 de procura do bóson de Higgs, **HiggsML**, em que venceu uma solução baseada em inteligência artificial, apresentou os seus estudos recentes de como os avanços na inteligência artificial podem ser usados para reduzir o tempo necessário para a configurar para resolver o problema de 12 horas para apenas 14 minutos usando simplesmente um computador portátil. Representando ATLAS, Helena Santos apresentou uma revisão dos resultados das medidas de jactos produzidos em colisões de iões pesados, e ainda uma contribuição sobre o desempenho do trigger de jactos do quark b, também em iões pesados. Pelo grupo de divulgação de ATLAS, Ana Peixoto, do LIP-Minho, falou sobre "Getting the public closer to the experimental facilities: How Virtual Reality helps HEP experiments engage public interest". Em representação do Centro de Competências em Simulação e Big Data do LIP, Miguel Crispim Romão discutiu o tópico "Deep Learning Versatility in New Physics Searches". Voltando à **Hard Probes**, Também os grupos de CMS (Nuno Leonardo, ver notícia dedicada) e ATLAS (Helena Santos) contribuíram para os resultados apresentados nesta conferência, neste último caso em particular o estudo do "ridge" em colisões pp (fenómeno de correlação entre partículas que se deslocam num movimento colectivo após a colisão). Este tópico continua a gerar intenso debate na comunidade da física dos iões pesados. Trabalho do grupo Pheno foi também apresentado: por Carlota Andrés (colaboração com Liliana Apolinário) e Jorge Casalderrey (colaboração com Guilherme Milhano).

Na divulgação, o ano começou com as **Masterclasses Internacionais em Física de Partículas**, que todos os anos convocam perto de 2000 estudantes do ensino secundário em todo o País. Realizaram-se as sessões de Braga, Vila Real e Bragança, mas todas as outras tiveram de ser canceladas. Alguns estudantes participaram na versão simplificada criada no contexto da rede Quarknet "Big Analysis of Muons in CMS". Mas o LIP fez o possível por continuar a falar de ciência, também em parceria com outras instituições: os nossos colegas Liliana Apolinário e Pedro Assis estiveram nos **90 segundos de Ciência** da Antena 1; e o Pedro Abreu no **Explica-me como se tivesse cinco anos** do IST, onde estará também a Patrícia Conde. Em Julho, decorreu remotamente a participação do LIP no programa de **Ocupação Científica de Jovens em Férias** da Agência Ciência Viva.

A conferência Física 2020 da Sociedade Portuguesa de Física e Encontro Ibérico de Professores de Física, decorre em Setembro em formato misto, no Instituto de Educação, em Lisboa, com cerca de uma centena de participantes, um pouco menos de metade deles presencialmente e os restantes remotamente. A participação por Zoom foi também disponibilizada aos países de língua portuguesa. É o 30º encontro de professores, como habitualmente com a participação dos colegas espanhóis, e o ensino da física é considerado pela SPF uma prioridade a todos os níveis. Foram apresentadas 40 comunicações orais e 40 posters (online) e diversas oficinas. **Destaca-se a apresentação plenária de João Varela**, investigador do LIP, sobre a recentemente aprovada Estratégia Europeia para a Física de Partículas.

BREVES

do LIP e do mundo das partículas

Beauty in QGP

Nuno Leonardo

Heavy quarks are produced abundantly at the LHC. They continue to play a central role, facilitating precision tests of the standard model, and providing sensitivity to new physics effects and to high energy scales (even well beyond those made available in the collisions), namely through loop processes such as flavour mixing and rare decays (see also 'flavor anomalies' in a previous edition). Heavy quarks form also formidable probes of QCD, and are starting to be employed to explore the properties of matter at extreme conditions created in nuclear collisions at the LHC. The observation of exclusive b hadron decays, along with indications of top quark decays, have been recently reported in PbPb collisions.

O quark b oferece uma fenomenologia muito rica e tem um papel central do ponto de vista experimental, nomeadamente no LHC. O seu decaimento ocorre por processos de mudança de geração, que tendem a envolver diagramas de ordens superiores (loops e box diagrams). Isto permite realizar testes de precisão do modelo padrão (SM) e confere grande sensibilidade a fenómenos para além do SM. Um exemplo claro são as chamadas anomalias de sabor, que continuam a ser o indício mais significativo de nova física nos dados actuais de colisionadores. O mesão B_s^0 é de particular interesse nos colisionadores de hádrões (não acessível nas chamadas fábricas de hádrões B). Os fenómenos que realizam os processos mencionados acima envolvem decaimentos raros e oscilações de sabor e violação de CP. Os decaimentos dos Bs são também usados em pesquisas directas de novas partículas e para detectar e estudar a natureza de estados exóticos.

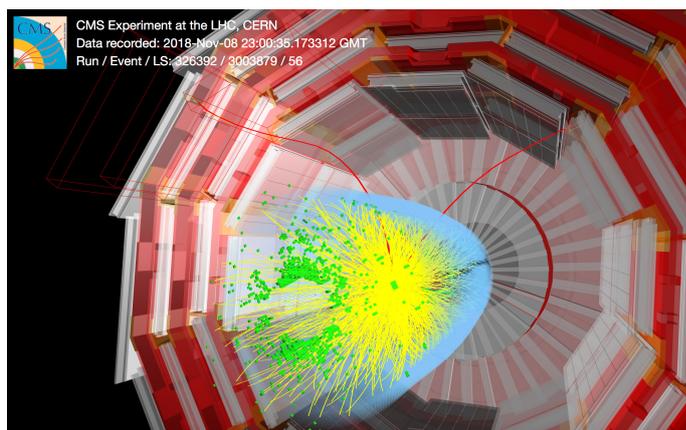
Além de facilitar testes de precisão do SM e da elevada sensibilidade a nova física, os quarks b estão agora a ser explorados para investigar o meio quente produzido em colisões de íões pesados no LHC conhecido como plasma de quarks e gluões (QGP). Anteriormente, a presença de partículas contendo quarks b podia ser apenas inferida usando abordagens inclusivas (por exemplo, identificando partículas com quarks c ou leptões resultantes do decaimento do b, ou jactos de partículas resultantes da sua hadronização). Agora, a colaboração CMS alcançou o feito de reconstruir decaimentos completos de hádrões b no ambiente desafiante (muito profuso e confuso) das colisões nucleares (de íões pesados) no LHC.

A observação do sinal do mesão B_s^0 com uma significância estatística muito superior a 5 desvios-padrão, foi recentemente apresentada por CMS. Os resultados foram obtidos usando os dados das colisões PbPb recolhidos por CMS em Novembro de 2018. A capacidade, agora demonstrada, de medir estas partículas através da reconstrução total dos seus decaimentos, permite estudos novos e precisos das propriedades do meio quente produzido nestas colisões. Essas medidas permitem estudar a hadronização do quark b na presença deste meio e inferir de que forma a perda de energia do quark à medida que atravessa o meio depende do seu sabor. Também é relatada a proporção das taxas de partículas B_s^0 e B^+ , o que permite investigar o fenómeno de aumento da estranheza esperado na presença do QGP.

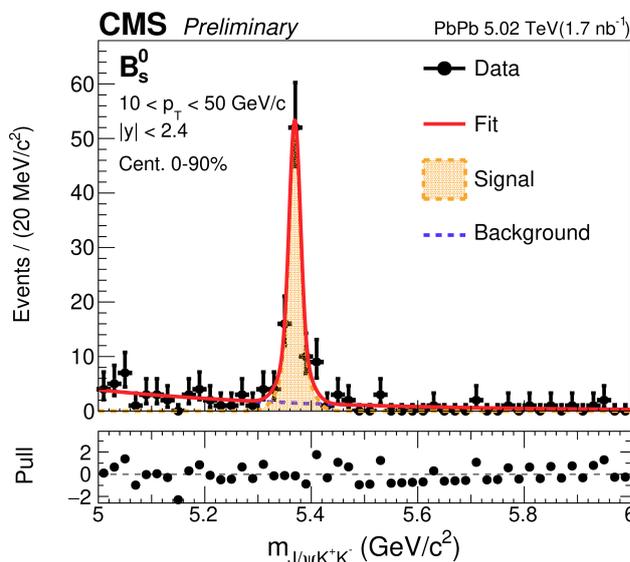
A medição foi produzida numa colaboração entre os grupos do LIP e do MIT em CMS. Estudos preliminares foram relatados numa tese de mestrado no LIP. Estudantes de verão do LIP contribuíram para a determinação das incertezas sistemáticas dominantes.

Interpretações adicionais desses resultados de colisões PbPb beneficiarão da medição da fragmentação do quark b em colisões pp. Estas mesmas frações de fragmentação (que quantificam a probabilidade de o quark originar diferentes espécies de hádrões) formam um ingrediente central também para o estudo de decaimentos raros, tais como $B_s^0 \rightarrow \mu\mu$. Este decaimento, observado pela primeira vez há 5 anos através da combinação dos dados de CMS e LHCb, e mais recentemente pelas duas colaborações individualmente, entra agora na fase da medida de precisão.

As perspectivas para a fase de alta luminosidade (HL-LHC), cuja sensibilidade foi estimada pelo LIP em preparação para a recente atualização da estratégia europeia, são promissoras. Com efeito, maior luminosidade traduz-se diretamente no aumento da sensibilidade para explorar processos ainda mais raros, incluindo, em colisões nucleares, o quark top e hádrões b mais pesados e exóticos, e, em colisões pp, processos ultra raros tais como $B^0 \rightarrow \mu\mu$.



Colisão chumbo-chumbo do LHC em 2018 reconstruída por CMS. O par de múons de cargas opostas (linhas vermelhas) é usado para filtrar o sinal (trigger).



O espectro de massa, evidenciando o sinal do mesão B_s^0 ($\rightarrow \mu\mu K^+ K^-$), detectado em colisões PbPb.

Referências:

Bs in PbPb

<http://cms-results.web.cern.ch/cms-results/public-results/preliminary-results/HIN-19-011>
B to mu mu: <http://arxiv.org/abs/1910.12127>, <http://cds.cern.ch/record/2650545?ln=en>
top in PbPb: <http://arxiv.org/abs/2006.11110>, <https://arxiv.org/abs/1711.03105>
CERN-YR HL-LHC: <https://cds.cern.ch/record/2703572?ln=en>



STRATOSPOLCA

Em Dezembro de 2019, a ESA seleccionou seis experiências propostas por estudantes para seguir a bordo do balão de alta altitude BEXUS 31, que subirá até à estratosfera atingindo cerca de 27 km. Entre elas está a STRATOSPOLCA, proposta por um grupo de alunos da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra e apoiada pelo LIP. O objectivo é medir, em função da altitude, a radiação de fundo da estratosfera no comprimento de onda dos raios gama. Estes resultados permitirão calibrar e reduzir com maior eficiência o ruído de futuros telescópios e polarímetros de raios gama, contribuindo para uma maior sensibilidade.

A experiência STRATOSPOLCA foi pré-seleccionada pela ESA ainda em 2019. Pouco depois, a equipa deslocou-se ao ESTEC, na Holanda, para apresentar a proposta no workshop do BEXUS, e seguiu um workshop de formação na Suécia. Nos meses seguintes, o trabalho prosseguiu, mesmo com os constrangimentos impostos pela situação de pandemia. Foi necessária uma planificação rigorosa de todos os passos, como a montagem do detector e o desenvolvimento da electrónica, sem deixar nada de fora. Já no Verão de 2020 decorreu, nos laboratórios do LIP na Universidade de Coimbra, o Integration Progress Review do projecto, com a presença da engenheira Armelle Frenea-Schmidt e, remotamente, do mentor Yvan Hubert, ambos do programa BEXUS da ESA. Foi apresentada a evolução do projeto e o estado de integração dos seus componentes — nomeadamente, do sistema de aquisição de dados com o computador de bordo e a estação terrestre que controlará a experiência remotamente — e foi definida a hierarquia de prioridades das tarefas ainda a realizar. Foram também discutidos os procedimentos relativos à campanha de lançamento, que está prevista para o Outono de 2020, em Kiruna, na Suécia.

O BEXUS 31 está integrado no 13.º ciclo do programa de experiências com foguetões/balões para estudantes universitários, promovido pela ESA. A STRATOSPOLCA resulta de uma colaboração entre a secção de Astronomia, Astrofísica e Astronáutica da Associação Académica de Coimbra e o LIP-Coimbra. A equipa de estudantes, constituída por André Neves, Bárbara Matos, Henrique Neves, Hugo Costa, Inês de Castro, Joana Pereira, José Sousa e Maria Inês Ferreira, tem como "endorsing professor" o investigador Rui Curado Silva, investigador do LIP, e é apoiada por outros investigadores e técnicos do LIP.

Nos media:

<https://www.publico.pt/2019/12/12/p3/noticia/balao-vai-levar-experiencia-estudantes-portugueses-ateestratosfera-1897085>

<https://observador.pt/2019/12/12/experiencia-de-estudantes-de-coimbra-vai-a-estratosfera-num-balao-da-esa>

RTP:

<https://www.facebook.com/fctuc/videos/2593542794201766>

Mais info:

http://www.esa.int/Education/Rexus_Bexus/New_student_teams_selected_for_REXUS_BEXUS

<http://sac-aac.pt/projetos/stratospolca>

DIVULGAÇÃO

FÍSICA DO PRESENTE E DO FUTURO

Sofia Andringa

Todos os anos, o CERN realiza formações que abrangem mais de 1000 professores do ensino secundário. Em 2006, foi estabelecido o programa de formação para professores nas línguas nacionais dos países membros. A primeira formação no CERN em língua portuguesa realizou-se logo em 2007. Dois anos depois, o programa tornou-se o primeiro a receber professores de países não membros com a mesma língua. Em 2019, o LIP realizou um inquérito dirigido a todos os professores que até hoje participaram na formação.

O programa

A formação, coordenada pelo LIP, consiste numa semana intensa em que os participantes seguem palestras que fazem a revisão da teoria e dos resultados recentes na física de partícula, visitam instalações experimentais e vivem de perto o ambiente de investigação internacional. A escola é orientada por investigadores portugueses e brasileiros que explicam o seu trabalho e respondem a todo o tipo de perguntas. Aos professores pede-se, pois, uma dupla condição: a de estudantes eles próprios, e a de diplomatas, que façam as suas próprias perguntas mas também as dos seus alunos actuais e futuros. A todos, é importante mostrar que a ciência não é um saber acabado mas um questionar constante, em que a procura da resposta leva ao desenvolvimento de novas tecnologias.

País	Participantes na formação	Respostas ao inquérito	Taxa de resposta
Portugal	406	153	38%
Brasil	225	90	40%
Moçambique	25	12	48%
São Tomé e Príncipe	7	2	29%
Timor Leste	7	1	14%
Angola	4	1	25%
Cabo Verde	5	0	0%
Guiné Bissau	1	0	0%

Tabela 1: Número de participantes na formação e no inquérito por país.

Um total de 680 professores participaram já na escola. Se estimarmos que cada um destes professores contactou com pelo menos 100 alunos por ano durante a última década, chegamos facilmente a meio milhão de estudantes. Em 2011, participaram professores de todos os países de língua portuguesa. Nos outros anos, a participação foi variando. São de referir quer os problemas na obtenção de níveis de financiamento estáveis e suficientes, quer os problemas na obtenção atempada de vistos em vários países. A participação de professores de Moçambique foi financiada pela Agência Ciência Viva até 2016.



Brasil

2015 publicação do livro "Nós, professores brasileiros de Física no ensino Médio, estivemos no CERN", Nilson Garcia (organizador), Sociedade Brasileira de Física e LF-Editorial.
<http://www.sbfisica.org.br/v1/escolacern>

2018 Publicação do livro "Isaac no mundo das partículas", Erika Takimoto e Sérgio Ricciutu Conte, a partir do qual foi também criado um musical.

2019 Criação de uma formação semelhante no Laboratório Nacional de Luz de Sincrotrão, Campinas.

Portugal

Masterclasses do IPPOG chegam a cerca de 2000 estudantes por ano.

São Tomé e Príncipe

Participação regular nas Masterclasses desde 2011.

Timor Leste

Em Timor Leste a física nuclear foi introduzida no currículo do ensino secundário, como primeiro exemplo da física moderna e suas aplicações.

O inquérito

Um total de 259 professores responderam ao inquérito online promovido pelo LIP (ver tabela ao lado). Alguns dados mais relevantes são aqui brevemente discutidos. As tabelas de sumário das respostas às perguntas correspondentes são apresentadas na página seguinte. Começando pela avaliação dos vários aspectos da formação, dos professores respondentes, 65% considera "muito boa" a actualização em física de partículas. O contacto com o CERN e as suas experiências foi a faceta da escola mais bem classificada pelos professores de Portugal e do Brasil, mas não pelos de Moçambique. A procura de exemplos aplicáveis a essas realidades pode ser um ponto relevante para tornar o programa mais interessante para todos, assim como a aposta em propostas de actividade que os estudantes possam realizar em conjunto com os de outros países.

O aspecto menos bem avaliado é o fornecimento de materiais para o ensino. O principal objectivo é, na verdade, permitir que os professores estejam à vontade para trazer a investigação



científica actual para a sala de aula. No entanto, quando são propostas directamente outras actividades elas são bem acolhidas. Os professores participantes sugerem também que haja mais troca de experiências e exemplos de professores que participaram anteriormente, e até que faça parte da formação (e da avaliação) a elaboração de um programa de acção na escola e a criação de uma plataforma de recursos em português.

Sendo que os temas da escola não ocupam muito espaço nos currículos escolares, o impacto maior em sala de aula é o de aumentar o à vontade dos professores para responder a questões e curiosidades dos alunos (tabela 3). Apesar disso, para os participantes de todos os países, a formação permitiu também introduzir a física de partículas nas aulas. De facto, embora em menor grau, parece ajudar a abordar a investigação científica actual em geral.

No que diz respeito ao impacto para além das aulas (tabela 4), destaca-se a vontade de saber mais, tendo muitos professores procurado novas formações. Quanto a actividades realizadas para os alunos ou comunidade escolar, surge sobretudo a organização de palestras, visitas ao CERN (nomeadamente visitas virtuais, nos casos do Brasil e de Moçambique) e outras actividades extracurriculares como as Masterclasses ou a participação de alunos no projecto “Beamline for schools” do CERN. Em média, os professores com mais experiência classificam melhor o impacto nestas actividades.

No que diz respeito a contactos posteriores, 50% dos professores brasileiros afirmam manter contactos frequentes entre si, e 10% também com professores de outros países. Os contactos com os investigadores do CERN são na generalidade mais esporádicos. Vários dos professores consideram que seria útil uma nova formação uns anos depois do programa no CERN, ou elementos de pré-formação antes da chegada ao CERN. Estes encontros, que não teriam de ser realizados no CERN, seriam úteis para fortalecer as competências dos participantes e trocar experiências de como aplicar os conteúdos desta formação mais em concreto no ensino.

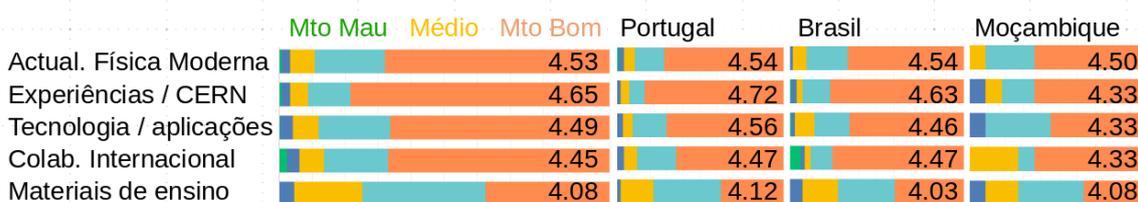


Tabela 2: Avaliação das várias facetas da formação de muito mau (verde, 1) a muito bom (laranja, 5): actualização em física moderna, contacto com as experiências do CERN, exemplos de tecnologias e colaboração internacional e fornecimento de novos materiais de ensino.

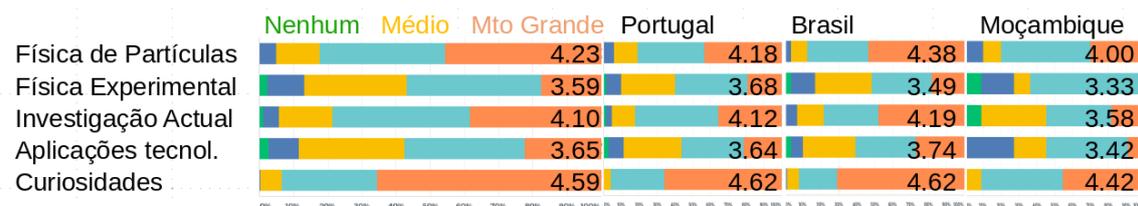


Tabela 3: Avaliação do impacto da formação na preparação para as aulas.

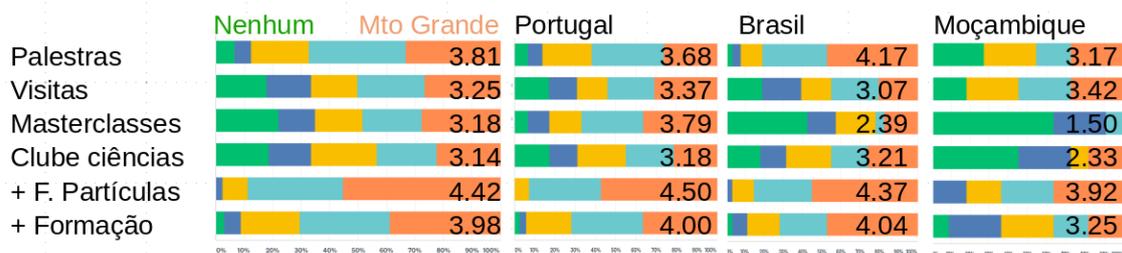


Tabela 4: Avaliação do impacto da formação em atividades extra-curriculares.

FORMAÇÃO AVANÇADA

LIP Internship Program



LIP Internship Program is now a well established flagship event of LIP. Since 2018, the program has integrated all three LIP nodes, and has received over 60 students each Summer. The programme includes a preparatory week (lectures, thematic discussions, hands-on tutorials) in mid July, and ends early September with a two-day long final workshop, where the students present their work. In between, the students carry out their research projects proper. Thematic discussions in smaller groups and informal gatherings such as the “August chats”, “Churrasco” and “Coffee hour” allow students and researchers to meet and discuss in a more informal way.

Yet another novelty, introduced in 2019, is the possibility to describe the work in a scientific paper (LIP note), following a prepared format, a challenge that was readily taken by several students. It is worth stressing that the programme counts with a broad and rather intense participation of LIP researchers, who serve as project supervisors, deliver tutorials and lectures, guide topical discussions, and take part in the discussion at the final workshop.

The programme of the 2020 edition – while retaining the same underlying organization, format, and timings – moved entirely online. This posed new challenges, which were met with needed adaption, exploration of new tools, and some inventiveness. The same level of participation of both students and researchers as in previous years was attained.

ABSTRACTS (2019 edition)

AMBER – Physics simulations for a new experiment at CERN

Student: Rita Silva / Supervisor: C. Quintans

AMBER is a project for a fixed target experiment at CERN. One of its goals is to investigate quark and gluon dynamics inside hadrons. Simulations were performed using Pythia8 in order to analyze a very rare process, Drell-Yan. Drell-Yan is a quark-antiquark annihilation where the resulting virtual photon decays into a pair of muons. The starting point was to study all the accompanying particles produced. We then focused on the kinematic variables associated to the muon pair (dimuon), from the transverse momentum to the fraction of hadron momentum carried by the struck quark, Bjorken- x . The acceptance of the detector was simulated by applying selection criteria on the muons' polar angle. Finally, we analyzed the effects of proton misidentification as a pion.

Characterization of Scintillators as a function of their size: measurements for the Future Circular Collider

Student: Rudnei Machado / Supervisors: F. Barão and R. Gonçalves

Calorimeters will be key pieces for the exploration of the Future Circular Collider (FCC) in hadron collisions (hh). The increase in energy will require detectors with high resolution and low granularity able to work in environments with severe radiation. The Hadronic Barrel (HB) is inspired in the ATLAS TileCal. It will have 10 layer of scintillator tiles involved in a reflective material and read by wavelength shifting fibres connected to silicon photomultipliers. We focused on the comparison of the light signal intensity in tiles of the first and last layers of the HB, taking into account the dimension of the tiles. A study of the signal uniformity with a light-absorbing black strip deposited on the tile was made. Measurements were performed in the scintillator characterization setup at LIP's LOMAC.

Search for exclusive top quark pair production at the LHC

Student: Miguel Nobre Guerreiro / Supervisors: B. Lopes and M. Gallinaro

As the heaviest particle in the Standard Model, the top quark is surely worth looking at when searching for new physics indicators. In this project I developed an algorithm to perform a kinematic analysis on Monte Carlo samples from 2017, with a centre-of-mass energy of 13 TeV, using information from both the CMS central system and the PPS detector. By comparing the normalized distributions of exclusive, inclusive and Drell-Yan events regarding different kinematic variables, I could identify the ones that better discriminate signal from background, and the respective selection criteria to apply. With this work I was able to set the basis for a multi-variable analysis to be applied on real data, through machine learning techniques.

(Pre-)supernova signals in SNO+

Students: Miguel Avillez and Antonio Maschio / Supervisors: S. Andringa and V. Lozza

SNO+ is a multipurpose neutrino experiment. Some of its objectives are to measure antineutrino oscillations, geoneutrinos and supernova neutrinos and antineutrinos. SNO+ is currently in the transition between the first (detector filled with water) and the second (detector filled with liquid scintillator) phase. Using real data (part water, part scintillator) and simulations for both current state and second phase, we characterized the antineutrino signal and its main background. We developed techniques based on coincidences to separate signal from background. Applying them to real data, we selected antineutrino-like events, and have seen that the rate gets smaller over time. We have proved that this technique is effective, despite the very high background rate.

The use of plastic in particle physics

Students: Francisco Laranjinha, Hugo Miranda, Ivan Panadero / Supervisors: J. Gentil, R. Gonçalves, A. Gomes

The ATLAS TileCal uses plastic scintillating tiles as sensitive medium and wavelength shifting (WLS) fibres to guide signal to photodetectors. This is also an option for hadron calorimetry in future colliders. In this internship at LIP's LOMaC we studied: natural aging of WLS fibres; light yield uniformity of tiles; response of silicon-photomultipliers (SiPM) compared to conventional photomultiplier (PMT). Taking fibre measurements taken over 20 years, we see that the attenuation length decreases with time, while the ratio of light intensity at different points of the fibre remains constant. While adding an opaque black strip to the edge of the Tyvek envelope around the tile increases uniformity, a light yield decrease of about 50% is measured. The measured signal is more uniform and stable with SiPMs, but intensity is considerably lower than with PMTs. SiPM stabilization time is negligible compared to PMT.

Heavy flavour jet production in Pb+Pb collisions with the ATLAS detector at the LHC

Students: Inês Rebanda and Rodrigo Gazola / Supervisor: H. Santos

A well-known way of studying the Quark Gluon Plasma (QGP) is to measure the jet quenching in heavy ion (Pb+Pb) collisions. In central (head-on) collisions, when a pair of jets is produced, energy-momentum conservation implies that the sum of the transverse momenta should be zero and they should fly apart by 180 degrees. When this does not happen we could be in the presence of QGP effects: a measured energy loss in one of the jets. Jets originating from b quarks constitute a golden probe for QGP because their energy loss, both collisional and radiative, is expected to be different from lighter jets. Our main goal was to reproduce the jet quenching results from the ATLAS paper arXiv1011.6182v2 [hep-ex] and to compare them with the results obtained with two versions of a b-tagging algorithm. Results suggest a different behavior of light- and b-jets when crossing QGP.

Performance of the ATLAS Trigger for the High Luminosity LHC era

Student: Filipe Cruz / Supervisors: A.L. Carvalho, R. Gonçalves, P. Conde

At the High-Luminosity LHC will be seven times higher than today. While increasing the discovery potential, it means a higher number of interactions per bunch crossing (pileup). The trigger and data acquisition system will have to filter events in real time at 40 MHz rate. ATLAS will upgrade its trigger by including a hardware tracking co-processor (Hardware Track Trigger, HTT) to perform fast track reconstruction using associative memory electronics. This will allow early access to tracking information during high level trigger processing and so better background rejection in the presence of high pileup. In this internship, smeared reconstructed particle tracks were used to emulate tracks provided by the HTT. This allowed an initial estimate of the performance of the upgraded trigger.

Study of the Higgs couplings to quarks at ATLAS

Student: Gonçalo Fernandes / **Supervisors:** R. Gonçalo, R. Pedro, P. Conde

Since the discovery of the Higgs boson, the precise measurement of its properties became a fundamental part of the ATLAS programme. The announcement last year of the observation of Higgs production in association with top quarks and by ATLAS and CMS opened the possibility to study the CP structure of the $t\bar{t}H$ vertex. This measurement could give a strong indication of new physics, especially if hints of a mixed-CP-parity interaction between top and Higgs were found. In this project, the feasibility of simulating mixed-CP signals by interpolating CP-even and CP-odd simulated templates was demonstrated, which much simplifies the measurement. This interpolation was studied in many kinematic variables, including sensitive angular discriminants.

Física Experimental de Partículas com os detectores ATLAS, LUX e LZ.

Students: André Filipe Silva, Ângelo Ferreira e Tiago Azevedo / **Supervisors:** P. Brás, A. Lindote e F. Veloso

As experiências ATLAS, LUX e LZ procuram dar resposta a várias das questões que o modelo padrão da física de partículas deixa em aberto. Desvios das previsões do SM relativas às propriedades da produção e decaimento do quark top no detector ATLAS do LHC fornecem testes independentes de modelos específicos para nova física. O estudo dos recuos nucleares medidos pelos detectores LUX e LZ permite procurar matéria escura, o principal ingrediente da receita de matéria do Universo e do qual se sabe muito pouco. A detecção da assinatura esperada das interações de matéria escura com matéria comum revelaria física nova, com fortes implicações para o SM e para a cosmologia. Neste estágio foram analisados dados das experiências ATLAS, LUX e LZ.

Machine Learning to improve the Higgs to $b\bar{b}$ -quarks analysis in ATLAS

Student: Dmytro Ostapchuk / **Supervisors:** P. Conde, R. Pedro

The announcement in 2018 of the first observation of the Higgs decay to $b\bar{b}$ -quarks and of the associated production of Higgs and top quarks by ATLAS and CMS probed directly the coupling of the Higgs to quarks. The use of more advanced analysis techniques and the reduction of systematic uncertainties can further improve current measurements, fully exploiting the LHC data potential.

We explored the possibility of improving the current ATLAS analysis of the $H \rightarrow b\bar{b}$ decay in associated production with a vector boson using Machine Learning techniques, not only to separate signal from background, but also to define the control regions. A multi-class Neural Net (NN) was used to classify events in six different categories: signal, W +jets, top quark pair production, single top production, WZ and WW . The parameters of the NN were varied to find the optimum network configuration. Signal events were correctly classified in 87% of the cases.

Extending the functionality of a 3D graphic viewer of the Pierre Auger Observatory

Students: Leonardo Ramalho, Luís Neto / **Supervisors:** Henrique Carvalho, Raul Sarmento

The 3D graphic viewer "Auger Visualizer" is a project for the visualization of the Pierre Auger observatory events. It started last year as part of the LIP summer internships. This year new features were implemented in the viewer, namely the support for loading data into the JSON format, addition of PMT information in the form of a graph, filters and event search, and also the implementation of the visualization of the extensive atmospheric shower. For this last task, the Heitler Model was used, with some simplifications to fulfill performance requirements, while maintaining a correct and appealing representation.

Exploring the public data of the Pierre Auger Observatory

Students: Osvaldo Freitas, Pedro Branco, Pedro Passos / **Supervisor:** Raul Sarmento

During this summer internship we proceeded with the study of the public data given by the Pierre Auger Observatory, located in Argentina. This observatory aims to study the cosmic rays which reach the Earth's surface, specially to the most energetic ones with energies of order of magnitude of 10^{20} eV. Therefore, we analyzed the public data given by the observatory which corresponds to 10% of the total data. Our first goal was to analyze the energy spectrum of the events. After this, we analyzed the anisotropies of the cosmic rays in large angular scales, where we drafted the spectrum in declination bands and maps with the aim to check for the existence of anisotropies. Finally, we proceeded with the analysis of the primary particle composition, where we intended to study the relation between the mass of the accelerated particles and the energy which is associated with them.

Measurement of the $t\bar{t}b\bar{b}$ cross-section in events with leptons using ATLAS open data

Students: Maria João Portela, Tomás Ferreira / **Supervisors:** Nuno Castro, Tiago Vale, Ana Peixoto, Emanuel Gouveia

In our internship at LIP Minho, we analysed events from ATLAS open data and tried to get the cleanest signal we could, in order to measure the cross section of the $t\bar{t}b\bar{b}$ production, both from semi leptonic and dileptonic events. We did this using and improving our knowledge from quantum physics and python programming, to achieve the best outcome out of this work.

Search for $Z' \rightarrow t\bar{t}b\bar{b}$ events using machine learning techniques

Students: Maria do Céu Neiva, Nuno Morujão / **Supervisors:** Nuno Castro, Tiago Vale, Ana Peixoto, Emanuel Gouveia

Despite the excellent experimental success of the standard model of particle physics we have strong indications that there might be new physics phenomena beyond it. Models predicting new Z'

bosons coupling to top pairs provide unique signatures at the LHC and we have used single lepton events collected by the ATLAS experiment to search for it. Machine learning techniques, namely deep neural networks, were used to distinguish this signal from the expected background. A statistical interpretation of the obtained results was also done.

Kinematic reconstruction of ttbar events using the ATLAS open dataset

Student: Ana Alexandra Oliveira / **Supervisors:** Nuno Castro, Tiago Vale, Ana Peixoto, Emanuel Gouveia

Single lepton events were used to study the ttbar process. A cut-based analysis was developed to select these events and the full reconstruction of the ttbar system was performed using the measured kinematic variables.

Search for Supersymmetry using a Machine Learning tool

Students: Artur Cordeiro, Timothée Cabos / **Supervisors:** P. Bargassa, Diogo de Bastos

We stayed at LIP for only 5 weeks but we have developed a new Neural Network architecture to separate background from signal in the stop 4-body decays. The objective was to improve the performance compared to the BDT that was developed by our supervisor last year. We have achieved a significant improvement of performance (yet to be verified in detail). We learned a lot during this internship, we hope that our work might be useful for the lab. It was certainly useful to us.

B mesons as novel probes of the QGP

Students: Alexandra Pardal, João Gonçalves / **Supervisors:** N. Leonardo, J. Silva

Quantum chromodynamics (QCD) predicts that under extreme conditions of temperature and/or density the Quark-Gluon Plasma (QGP) is formed. The QGP existed microseconds after the Big Bang and it is a state of matter formed by deconfined quarks and gluons. It can be recreated at the LHC by colliding heavy nuclei at the highest energies (Pb-Pb collisions). B mesons are composed of a bottom antiquark (b) bound to an up, down, strange or charm quark. In this experimental work we studied the B⁺ meson (bu) and the B_s meson (bs). Bottom quarks are created in the initial hard scattering stage and retain their identity while traversing the medium, thus recording information about its evolution. By comparing p-p collisions (vacuum medium) with Pb-Pb collisions (QGP), we can therefore use B mesons as probes to study the QGP properties. The goal of this internship was to measure the B mesons' cross-section in Pb-Pb collisions and to study how the QGP affects the hadronization of the b quark, using data collected by CMS in 2018 at the LHC. The raw signal yields were extracted by fitting the data, with an unbinned maximum likelihood implementation. The fits were validated using toy simulations. The detector and selection efficiency was calculated using simulated samples. These had to be validated against the data, which was achieved with sideband subtraction and SPlot statistical methods. Systematic uncertainties were calculated. Results were documented in a CMS internal note as part of the review materials of a CMS analysis.

Geant4 simulations on argon transparency to neutrons

Student: Leonardo S. R. Oliveira / **Supervisor:** S. Andringa

As the largest neutrino experiment to date, the DUNE experiment will have record-sized detectors, of which some will be liquid argon time projection chambers (LArTPC). One of the candidate calibration methods for these detectors is the pulsed neutron source (PNS) calibration, which relies on an anti-resonance peak in the cross section of argon-40. The upcoming Argon Resonance Transport Interaction Experiment (ARTIE) seeks to confirm the existence of such anti-resonance peak and, thus, the feasibility of the PNS method. In this project, Geant4 simulation results for the ARTIE experiment are presented. The results show the accurate reconstruction of the initial energy profile from the time signal, even with a 150 ns time smearing of the energy resolution. This reconstruction principle is the basis for ARTIE, thus indicating the upcoming experiment's robustness regarding its setup and methodology.

Measurement of J/ψ polarization in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV in CMS

Students: Francisco Albergaria, Henrique Borges / **Supervisors:** M. Araújo, P. Faccioli, J. Seixas

The polarization of prompt J/ψ mesons is measured in proton-proton collisions at data sample collected by the CMS experiment at the LHC. The prompt polarization parameter λ_{θ} is measured from the dimuon decay angular distributions in the helicity frame. The J/ψ results are obtained in the transverse momentum range $12 < p_T < 70$ GeV and in the rapidity intervals $|y| < 1.5$. No evidence of large polarization is seen in these kinematic regions, which is in agreement with past results using earlier data. Preliminary results of this analysis are shown here for the first time.

Development of novel reconstruction techniques for low-energy gamma-ray showers

Students: Hugo Lóio, Luis Lourenço / **Supervisors:** R. Conceição, M. Pimenta, B. Tomé

The Southern Wide field-of-view Gamma-ray Observatory (SWG0) is a newly formed international collaboration to design and build a new observatory to be placed in the Andes at an altitude ~5000 m. This experiment aims to cover an area of 80000 m² being four times bigger than the initially proposed LATTES project. Instead of being entirely composed of hybrid stations, namely RPCs (which provide the timing) and Water Cherenkov Detectors, WCD, SWG0 explores a revolutionary detector concept, the SWG0 unit is solely a WCD (1.5x1.5x1 m³) with a matrix of 9 SiPM at the bottom to record the Cherenkov light produced by the secondary shower particles.

The challenge of our work was to prove that it is possible to reconstruct the shower geometry using not single hits in the RPCs, well defined in time, but instead using the complex WCD signal time trace.

The WCD signal time trace has two components: Cherenkov light that hits the SiPMs directly; scattered light on the WCD walls. The former has a sharp pulse that can be used to know approximately the arrival of the shower particles to the station.

We have used shower simulations processed with Geant4 to conduct our studies.

In the end, we were able to build an analysis strategy of the WCD time trace that allows the reconstruction of showers as good as the previous hybrid detector concept, with additional improvements at lower energies.

Gamma-ray astrophysics with current and future detectors

Student: Wagner Blotz / Supervisors: R. Conceição, G. La Mura, M. Pimenta

Gamma-ray observations have a fundamental importance in Astrophysics due to their relation to the high-energy processes that power some of the Universe's brightest radiation sources, the Blazars. Although our ability to detect gamma-ray photons at Very High Energies (VHE, $E > 100$ GeV) significantly improved over the past decades, particularly thanks to the use of Imaging Atmospheric Cherenkov Telescopes (IACT), the severe visibility constraints of such instruments hamper their chances to detect variable emission in this energy range. The Southern Wide field of view Gamma-ray Observatory (SWGGO) is currently under development as a viable solution to provide monitoring capabilities of the southern sky hemisphere in this energy range.

With the current project, I used data from the Fermi Gamma-Ray Space Observatory to assess the performances that SWGO should achieve to characterize VHE emission from blazars. By looking at MRK 501, a well-known bright blazar, I analyzed ten years of Fermi Large Area Telescope (LAT) data to characterize the spectrum and the variability of the source. I have found that, although the LAT detects the luminosity increase and spectral hardening in short time-scale flares, it is unable to constrain the VHE range accurately. Therefore, the design of an instrument optimized to monitor the sky at VHE would have substantial implications for high-energy Astrophysics and Cosmology.

Efficient modelling of optical photon propagation in SNO+

Student: Samuel Filipe Azevedo Magalhães / Supervisor: Nuno Barros

SNO+ is a liquid scintillator underground experiment based in Canada with the main objective of asserting the Majorana nature of the neutrino, and possibly its mass, by searching for the neutrinoless double beta decay process which, if observed, would prove that neutrinos are their own antiparticles.

This work explores the optical parameters and angular response of the experiment (efficiency in collecting light). SNO+ uses the same light reflectors as its predecessor, that have been deployed for about 20 years, making degradation an important factor in the optical properties.

By testing different ratios of diffuse and specular reflection, studies were performed searching for position dependencies in the concentrator and an optimised optical model was obtained.

TESES Doutoramento



Paulo Velho

"Study of ground state properties of halo nuclei via quasi-free scattering reactions"

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa



João Sena Marcos

"Self-calibrating compact gamma camera for real-time medical imaging"

Universidade de Coimbra



Miguel Fernandes Moita

"Polarimeter Development for Future Space Gamma-ray Telescopes"

Universidade de Coimbra



Ricardo Luz

"Development of the instrumentation and readout schemes of MARTA, an upgrade of the Pierre Auger Observatory"

Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

Mestrado (ano lectivo 2019/2020)

Beatriz Ribeiro Lopes (*Study of the exclusive production of the top quark in the CMS experiment*, IST), **Bruno Miguel Silva** (*Searching for jet quenching in small systems*, IST), **Diogo Barros Gonçalves** (*Machine Learning in Analytical Chemistry: Applying Innovative Data Analysis Methods Using Chromatographic Techniques*, UM), **Duarte Guerreiro** (*Estudo da resposta dosimétrica de cintiladores plásticos em feixes de prótons*, FCUL), **Filipa Carvalho** (*Conception of a Tissue Equivalent Plastic Dosimeter Using Scintillating Fibres for Hadronic Therapy and Space Radiation Effects Studies*, FCT-UNL), **Filipa Peres** (*New observables and techniques for the study of jets in hadron collisions*, UM), **Filipe Cuim** (*Functional Tester for High Voltage Boards of the TILECAL Calorimeter*, FCUL), **Glória Pereira** (*The impact of electric field distortion on CP violation studies: study of space charge effects on protoDUNE*, IST), **Joana Teixeira** (*Automation of co-registration of pre-clinical RPC-PET images with animal MRI*, UC), **João Pedro Gonçalves** (*Classifying Heavy Ion Jets*, IST), **José Miguel Venâncio** (*Scintillation detectors for dosimetric monitoring in interventional cardiology*, FCUL), **Júlia Silva** (*Probing the quark gluon plasma medium through B meson production measurements in PbPb collisions at the LHC*, IST), **Pedro Moreira** (*Development of an in-flight EEE component test system with integrated radiation monitoring for TID measurement*, IST), **Ricardo Barrué** (*Study of anomalous Spin/CP components on the Higgs coupling to W pairs with the ATLAS detector*, IST), **Ricardo Lordelo** (*Thermal Study of a Module for SWGO (Southern Hemisphere Wide field-of-view Gamma-ray Observatory)*, IST), **Rui Fernandez** (*Low Noise Power Supplies for the High Voltage Board of the TILECAL Calorimeter*, FCUL).

Bolsas de Doutoramento Portugal - CERN

A FCT e o LIP promovem um programa de bolsas de doutoramento em física de partículas e domínios científicos e tecnológicos relacionados relevantes para a participação portuguesa no CERN.

Em 2020, serão abertos dois concursos, em Fevereiro e em Setembro, e em cada um deles serão considerados dois domínios: física de partículas e astropartículas e domínios científicos associados; tecnologias associadas à participação portuguesa no CERN e sua transferência para a sociedade. As bolsas destinam-se a apoiar doutoramentos com programas de trabalho total ou parcialmente realizados numa instituição nacional (bolsas nacionais ou mistas, respectivamente).

Os candidatos devem estar inscritos num programa de doutoramento em física de altas energias ou domínios relacionados numa universidade portuguesa e ter como instituição de acolhimento o LIP ou qualquer centro de I&D com um protocolo previamente estabelecido com o LIP. Esta iniciativa está integrada no Programa de Doutoramento IDPASC em Física de Partículas, Astrofísica e Cosmologia.

https://idpasc.lip.pt/pt_cern_grants

NEW MEMBERS



Davide Porzio

I started my life in physics after enrolling at the University of Palermo, in Italy, where I got my

Bachelor degree.

I decided to specialise in High Energy Physics, so I moved to Manchester, UK where I have obtained my Master degree and later on my PhD. At Manchester I focused on neutrinos, initially on the neutrinos of atmospheric origin; I worked on improving the uncertainties on atmospheric muon neutrino fluxes for the PINGU/IceCube experiment, using cosmic ray measurements.

Afterwards, I got interested in neutrinos beyond the Standard Model, and joined MicroBooNE, at Fermilab, in order to look for Heavy Neutral Leptons, heavy partners of the Standard Model neutrinos, sufficiently massive to exhibit interesting properties in their time of flight at accelerator facilities. Dark matter was a topic that interested me greatly, and after my PhD I decided to join LIP and the LZ collaboration, by starting a PostDoc at the University of Coimbra in January 2020, where in collaboration with my PI, Cláudio Silva, I am carrying out studies of the optical properties of the internal components of the LZ detector, crucial for detecting the faintest light signal from potential dark matter interacting with its target volume.



João Pires

I graduated in Physics at FCUL with a strong interest in studying theoretical

particle physics. With the support of an FCT PhD fellowship I pursued my doctoral studies and obtained my Ph.D. in the Institute for Particle Physics Phenomenology at Durham University, UK, where I developed an innovative computational technique, the antenna subtraction method as a general solution to isolate and analytically cancel infrared singularities in perturbative QCD calculations. Since then, I held research positions at the ETH Zurich (three years), Milan University (two years), at the Munich Max Planck Institute (two years) and at the CFTP at IST (15 months). Presently I am working

as a researcher at LIP in Lisbon where I am strongly involved in developing the research activities of the recently created Phenomenology Group. My research interest is in the area of Standard Model phenomenology, and the computation of perturbative QCD corrections which allow for experiments to test the theoretical framework of the SM in the description of Nature at the TeV scale. I am especially interested in refining new techniques to carry out such computations and developing the inclusion of high-order QCD effects in cross sections and related observables, with state of the art Monte Carlo generators, including next-to-next-to leading order (NNLO) radiative corrections in the perturbative expansion, making available to the experimental particle physics community theoretical predictions that will serve as an input for the data analysis at the LHC, for the high luminosity LHC phase and at future colliders.



Margarida Rodrigues

Licenciada em Organização e Gestão de Empresas pela Faculdade de

Economia da Universidade de Coimbra em 1996, e com pós-graduação em Direito das Empresas pela Faculdade de Direito da mesma Universidade, trabalhei 23 anos no sector empresarial privado, tendo passado pela grande distribuição, promoção imobiliária, sector agro-alimentar e pecuário e ainda pelo cinema; tudo isto em várias zonas do país. Com 46 anos de vida e 23 de trabalho, proporcionou-se um regresso a "casa" (Coimbra) e o início de uma aventura no meio científico. Entrei no LIP-Coimbra em Setembro de 2019, como gestora de projectos e é com todo o gosto e entusiasmo que coloco as minhas competências na área financeira e de gestão ao serviço da Ciência.



Miguel Romão

I started by my path in physics at Técnico, Lisboa, before moving to the United

Kingdom. There, I completed a masters at the University of Cambridge before moving to Southampton, where I received my PhD in theoretical physics focused on model building from string phenomenology. After my PhD, I stayed in Southampton as a postdoctoral researcher before moving to the industry, where I worked as a machine learning engineer and data scientist at TalentTicker, an AI-based start-up in Cardiff. In 2019 I returned to high-energy physics research by joining LIP through the BigDataHEP project. Currently, my research interests cover model building aspects as well as collider phenomenology. More recently, I am especially interested in machine learning and data-driven methods applied to particle physics, both at a collider and phenomenological level.

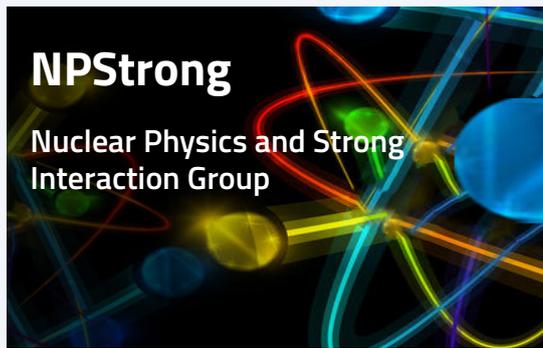


Elías Asamar

I graduated in Physics at Universidad Complutense

de Madrid, and obtained my PhD degree at Universitat de Barcelona working as a member of the LHCb Collaboration. Since then I have been developing my research in direct detection experiments for dark matter searches, first as a postdoctoral researcher at Universidad Autónoma de Madrid (2012-2015), and later as a Junior Research Fellow at Durham University (2015-2019). While holding those positions I was a member of the SuperCDMS Collaboration, where I worked on data analysis, event reconstruction, backgrounds studies and Monte Carlo simulations, among others. On February 2019 I started a new stage in my research career by joining the LZ group at LIP-Coimbra. In addition to my contribution to LZ, I also have an important involvement in the design of the shielding and collimator of the MIGDAL experiment, that aims to verify the Migdal effect using fast neutrons.

NEW RESEARCH GROUPS



Who are we?

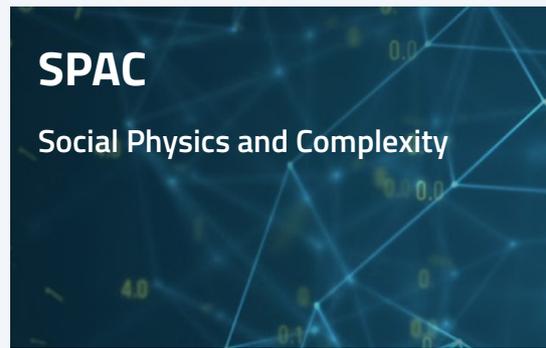
The Nuclear Physics and Strong Interaction group is a well established team that comprises scientists with common research interests maintaining a close collaboration. The PI is Teresa Peña, Full Professor at IST. Other senior team members are Alfred Stadler, Gernot Eichmann and Elmar Biernat. At the moment we are supervising 5 PhD and MSc students. We have always considered outreach activities as an important part of the work of scientists.

What's our research?

The common denominator of our research activities is theoretical hadron physics. Big motivating questions are the origin of confinement of quarks in hadrons and nuclei, the origin of mass, and the properties of matter in extreme conditions such as heavy-ion collisions and neutron stars. We use non-perturbative functional methods to find QCD solutions for bound systems of quarks and gluons. These methods are complementary to lattice QCD simulations and provide ab-initio solutions for QCD's correlation functions, which subsequently enter in the calculation of hadron observables, where the soft and hard scales are intertwined by non-perturbative integral equations. Applications include hot topics such as the nature of the recently discovered tetra and pentaquark states. We are also interested in determining the production mechanisms and properties of other exotic hadrons, as well as the spectra and internal structure of "ordinary" mesons and baryons, how they decay and couple to photons.

Why LIP?

NPstrong expertise, valuing the links between astroparticle, nuclear and particle physics, perfectly fits the broad scientific program of LIP. Natural connections are established by QCD, namely with the groups in the Structure of Matter research line, but also with the LHC and Pheno groups. Many other synergies can be explored, ranging from the dark matter and neutrino sectors to exploring innovative algorithms to select relevant Lorentz tensors for baryon and meson structures or to the theoretical support for the hadron therapy project.



Who are we?

The Social Physics and Complexity group brings together a strongly multidisciplinary team of researchers who use large scale computational tools to study complex systems. The PI is Joana Gonçalves Sá, Associate Professor at IST. Other group members are post-Docs Lília Perfeito and Simone Lackner, research fellow Sofia Pinto, data manager Paulo Almeida and PhD student Sara Mesquita. The group is expected to grow substantially.

What's our research?

SPAC addresses societal challenges, especially in health, public policy and human behaviour. Taking advantage of the so-called "Big-Data Revolution", we work together to understand how individual behaviour impacts on society. Complex systems consist of a large number of interacting heterogeneous components (parts, agents, humans etc.), resulting in highly non-linear and unpredictable behaviour, with emergence properties. The combination of large-scale data sources and a growing toolbox from machine learning and big data analytics is making it easier to extract patterns and offer some predictions. Many of the statistical and particle physics methods are now being applied to societies and there is a growing perception that physics will be fundamental to study sociology and even psychology. Leading scientists are calling this "Social Physics" and arguing that, in some ways, complexity science will study the physics of human interactions. We also focus on the risks that these technologies might entail and we help establish the guidelines for ethical uses of data science and artificial intelligence. The group PI had been awarded an ERC starting grant to conduct the research project "Fake News and Real People – Using Big Data to Understand Human Behaviour (FARE)".

Why LIP?

We are working on an emergent field that shares theoretical, mathematical and computational tools with particle physics and other very data-intensive research fields. Several groups at LIP are natural future collaborators, namely in data analysis tools and methods, phenomenological modelling and scientific computing in general. We are already taking advantage of INCD, and will require the development of novel computational frameworks to study human behaviour in an ethical way.

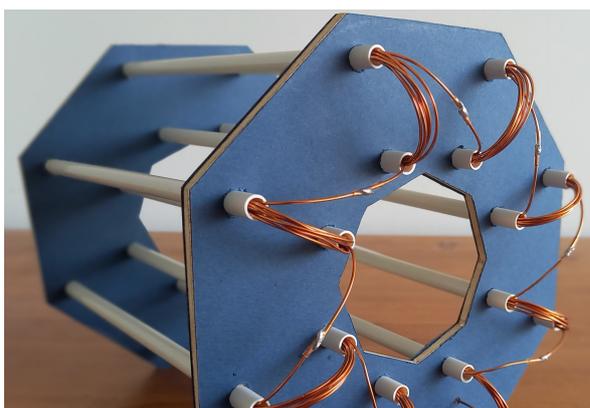
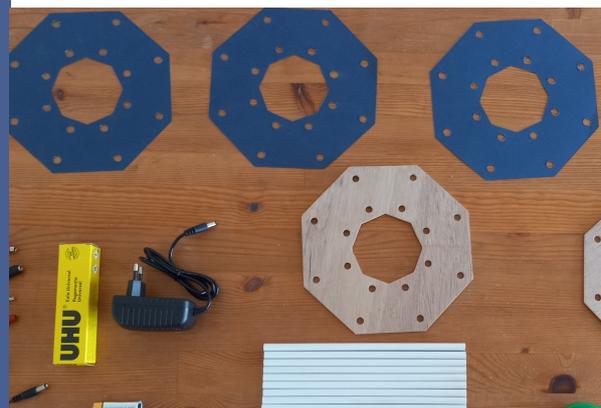
DIVULGAÇÃO

Recrear os toróides de ATLAS

Seguindo a ideia e as instruções criadas pelo S'cool Lab do CERN (<https://scoollab.web.cern.ch/atlas-magnet-model>), o nosso colega Henrique Carvalho, do LIP-Minho, recriou o modelo dos toróides de ATLAS ali proposto, em duas versões com diferente grau de complexidade e de realismo. O resultado é impressionante!

Modelo de cartão

Miniatura representativa dos toróides do detector ATLAS, à escala 1:100, com 25 cm de comprimento e 20 cm de diâmetro. Cada toroide é bobinado com 7 voltas de fio de cobre de 1 mm, tendo o modelo um total de 32 metros de fio. É alimentado preferencialmente por duas pilhas de 1.5 V.



LIP IN SOCIAL MEDIA

TOP POSTS on LIP FACEBOOK

Enigmas da tabela periódica



988
engagements

Prova de conceito de ventilador de emergência no LIP-Coimbra #ProjectOpenAir



531
engagements

Terapia com próteses em Portugal em destaque no Público



448
engagements

Escola para Professores de Física em Língua Portuguesa no CERN



375
engagements

Dia Internacional das Mulheres e Raparigas na Ciência #WomenInScience



314
engagements

Jornadas do LIP 2020 em Braga



310
engagements

agenda

FISICA 2020 – Conferência Nacional de Física e Encontro Ibérico de Professores de Física
2-5 Setembro 2020, Instituto de Educação, Lisboa

LIP internship program final workshop
10-11 Setembro 2020

Particle Physics for the Future of Europe
28 Setembro 2020, Instituto Superior Técnico, Lisboa

Data Science school and workshop
19-23 Outubro 2020, Coimbra, Portugal

Dia Nacional Da Cultura Científica e Tecnológica
24 Novembro 2020

Dia internacional das mulheres e raparigas na ciência
11 Fevereiro 2021

35º Aniversário do LIP
09 Maio 2021

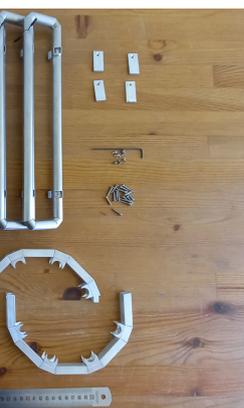
IDPASC school
24 Maio a 03 Junho 2021, Nazaré, Portugal

PANIC – Particles and Nuclei International Conference
31 Agosto a 04 Setembro 2021, Lisbon, Portugal

Escola Professores no CERN em Língua Portuguesa / Portuguese Teachers Language Programme at CERN
Setembro 2021, CERN, Switzerland

Modelo metálico

Miniatura realista dos toróides do detector ATLAS, à escala 1:73, com 34 cm de comprimento e 28 cm de diâmetro. Feito com cerca de 300 peças individuais. Cada toróide é bobinado com 100 voltas de fio de cobre de 0.4 mm, num total de 550 metros de fio. Em princípio funcionará a 46 V, mas para já ainda está a funcionar com 12 V.



follow us:

 facebook.com/pt.lip

 twitter.com/lipwebapps

 linkedin.com/company/lip

LIP internship Program 2020

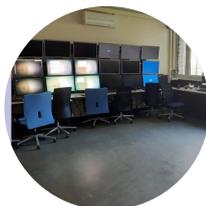
Ministro da Ciência, Presidente da FCT e Sec. Estado Internacionalização no CERN

CERN estuda construção de acelerador de partículas com túnel circular de 100 km

Christophe Pires: no CERN durante o Lockdown, a cuidar de COMPASS

Seminário de Ana Sofia Inácio na Laurentian University sobre o seu trabalho em SNO+

Supercomputador português vai receber quase dois milhões de euros para ajudar a acelerar descobertas



275 engagements

185 engagements

173 engagements

158 engagements

148 engagements

140 engagements



LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO
E FÍSICA EXPERIMENTAL DE PARTÍCULAS
partículas e tecnologia