

A física das alianças

Diretor do Fermilab espera que pesquisadores brasileiros participem de megaexperimento sobre neutrinos

Carlos Fioravanti e Marcos Pivetta

Desde setembro de 2013, quando assumiu o cargo de diretor do Fermilab, o principal laboratório de física de partículas dos Estados Unidos, Nigel Lockyer, físico escocês criado no Canadá com cidadania americana, tem dedicado boa parte de seu tempo a atrair novos parceiros internacionais para o Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE), mega-projeto bilionário que tentará descobrir novas propriedades dos neutrinos, uma fugidia partícula elementar, quase desprovida de massa, que viaja a uma velocidade muito próxima à da luz. Embora sejam considerados a segunda partícula mais abundante do Universo, perdendo apenas para os fótons, os neutrinos são extremamente difíceis de serem detectados pois apresentam interação tênue com outras partículas.

O projeto DUNE prevê a construção de uma fonte subterrânea emissora de um feixe de neutrinos no Fermilab, nos arredores de Chicago. Esse feixe de partículas viajará sob a terra e será flagrado por dois detectores: um a 600 metros de profundidade, localizado no Fermilab, e um segundo, maior, situado a 1,47 quilômetro de profundidade, no Sanford Lab, em Lead, localidade de Dakota do Sul, distante 1.300 quilômetros de Chicago. Nessa longa jornada apartada da atmosfera, os neutrinos, esperam os físicos envolvidos no projeto, devem fornecer pistas sobre suas características mais elementares e talvez ajudar a entender por que o Universo tem mais matéria do que antimatéria. “O Fermilab é um grande laboratório que precisa de um grande projeto, que envolva os melhores cientistas e realmente amplie nosso conhecimento”, diz Lockyer, ex-diretor



“Acredito muito no planejamento global para a física de partículas. Deveríamos aproximar os planos, porque precisaremos de uma máquina ainda maior no futuro”

do Triumf, o laboratório de física de partículas do Canadá. Ele reconhece que os Estados Unidos ficaram em segundo plano na área de física de partículas depois que a Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear (Cern) inaugurou em 2008 o Grande Colisor de Hádrons (LHC), o maior acelerador de partículas do mundo, nos arredores de Genebra.

No ano passado, o chamado relatório P5, produzido por um grupo de especialistas em física de partículas, recomendou que os Estados Unidos deveriam concentrar seus esforços na área e abrigar em solo americano um grande experimento sobre neutrinos, além de continuar colaborando estreitamente com o LHC e de apoiar a construção de um colisor linear de partículas no Japão. O Dune é esse grande projeto com neutrinos. É a primeira vez que os Estados Unidos

se propõem a sediar um projeto internacional de megaciência em física em solo próprio. Nesta entrevista, concedida durante visita à FAPESP no mês passado, Lockyer fala dos planos para a montagem do experimento e da possível participação brasileira no projeto.

Qual o propósito de sua visita ao Brasil?

O principal é discutir a física de neutrinos que será feita no Dune, que vemos como o futuro do programa de pesquisa em física de partículas nos Estados Unidos. O Dune está apenas começando. Tenho discutido com [Carlos Henrique de] Brito Cruz [diretor científico da FAPESP] a possibilidade de o Brasil participar desse projeto desde o início, opinando sobre a seleção das tecnologias que nele serão usadas. Queria encontrá-lo pessoalmente. Até então tínhamos conversado apenas por telefone, a última vez durante a Copa do Mundo no ano passado.

Como está a colaboração internacional para implementar o Dune?

Já temos 26 países envolvidos, a maioria da Europa. Nas Américas, o Brasil é o país que tem demonstrado mais interesse. Alguns pesquisadores do estado de São Paulo já estão trabalhando no Fermilab em experimentos, tanto com feixes de neutrinos como com feixes de partículas eletricamente carregadas, que são uma plataforma de desenvolvimento e avaliação de ideias para o Dune. A ideia básica é criar um feixe de neutrinos no Fermilab e, como a Terra é curva, apontá-lo para baixo e fazê-lo emergir no lugar certo. Estamos construindo um experimento em uma antiga mina de ouro chamada Homestake, em Dakota do Sul, a cerca de 1 milha de profundidade. Por estar a 4.850 pés de profundidade [1,47 quilômetro], chamamos esse local de nível 4850. Construiremos um detector criogênico, com argônio líquido, com uma massa total de 70 mil toneladas. Ele será incredivelmente grande.

O orçamento total do projeto é de US\$ 1,5 bilhão?

Essa é apenas a parte dos Estados Unidos. Não falamos sobre o total para não assustar ninguém. Não há um projeto pronto. Estamos convidando todo mundo a participar do projeto desde o início e perguntamos o que cada um gostaria de fazer. Coloco todas as possibilidades na mesa. Temos seguido de perto a estrutura de governança do LHC porque vimos que ele é um modelo bem-sucedido. Contar com as agências de fomento à pesquisa em cada decisão é importante. Mas é necessário ter um conselho superior, como o do Cern, para arbitrar quando necessário. Já o governo dos Estados Unidos quer uma única pessoa no comando, que possa ser consultada quando houver algum problema.

Esse enfoque internacionalizado é diferente do habitualmente adotado pelos Estados Unidos, que costumam tocar seus projetos de forma mais independente?

Sim, muito diferente. É a primeira vez que os Estados Unidos se propõem a sediar um projeto internacional de megaciência em física em solo próprio. É também a primeira vez que o Cern investirá em um projeto de outro país. Prometemos ajudá-los no LHC e eles prometeram nos ajudar com os neutrinos.

Esse novo cenário é consequência de um trabalho bem-sucedido no LHC e também da falta de financiamento a pesquisa, não apenas nos Estados Unidos?

Acredito muito no planejamento global para a física de partículas. Os projetos são muito grandes. Temos o plano europeu, o dos Estados Unidos, o da Ásia. Pouco a pouco, deveríamos aproximar os planos, porque precisaremos de uma estrutura ainda maior no futuro. Temos de aprender a trabalhar conjuntamente desde o começo. O diretor do Escritório de Política Científica e Tecnológica, John Holdren, tem mostrado muito interesse no Dune. Ele disse que é desse modo que deveríamos fazer as coisas no futuro. O secretário de Energia, Ernest Moniz, tem formação na área de física de neutrinos e entende muito bem o que estamos tentando fazer.

Quais as dificuldades para tocar esse novo experimento com neutrinos?

A parte difícil é convencer o governo dos Estados Unidos a começar o projeto antes de ter a certeza de que outros países participarão do Dune. Mas costumamos dizer que, se começarmos, outros virão atrás. Todos estão envolvidos, mas os acordos de investimento levam anos. Apostamos em um acordo com o Cern, que dará ao governo a confiança na participação de outros países. O Cern representa as agências de financiamento de 21 países. Em setembro, o organismo europeu votará o orçamento. Há um ano,

o Cern aprovou uma verba para construir uma plataforma de desenvolvimento que permitiria sua união a um programa de pesquisa em neutrinos de algum país. Deixou-se em aberto se esse país seria os Estados Unidos ou o Japão. Isso, no entanto, permitiu aos físicos da Europa trabalhar no Cern para desenvolver protótipos de componentes de detectores de neutrinos.

O Japão também considera a possibilidade de investir em um grande experimento com neutrinos que seria um concorrente do Dune?

Certamente. Eles podem optar por construir uma extensão do seu detector atual de neutrinos, o Super-K, que hoje tem

Gostaríamos que o Brasil formasse um grupo de 10 pesquisadores principais, focados em uma área

um tanque de 50 mil toneladas de água. Eles falam em alcançar até 1 milhão de toneladas de água, algo inacreditável. Mas essa ampliação vai depender da decisão que tomarem a respeito de construir ou não o Colisor Linear Internacional. Claro que gostaríamos que o Japão se juntasse a nós. Teremos que esperar para ver qual é a sua posição. Não acredito que eles possam tocar os dois projetos, o do colisor e o de neutrinos.

Que tipo de parceria no Dune o senhor propõe para o Brasil?

Estamos tentando motivar os físicos brasileiros interessados no nosso programa a, primeiramente, por meio de uma colaboração, estabelecer-se no Fermilab.

Eles devem dizer o que querem fazer, apontar de qual parte do detector eles gostariam de ser os responsáveis. Todos os grupos estão trabalhando assim. Em seguida, viria a parte de financiamento da pesquisa. Ainda não estive em nenhum outro país da América do Sul, mas há sinais de interesse de outros. Aqui há físicos que já se uniram a experimentos do Fermilab para desenvolver suas pesquisas. Gostaríamos que o Brasil pensasse na possibilidade de formar um grupo de 10 pesquisadores principais, com massa crítica focada em uma área. É assim que fazemos no Canadá: focamos em áreas específicas de modo a ter impacto científico. Os físicos brasileiros se interessaram pela área de coleta de luz.

Quando uma partícula eletricamente carregada atravessa o argônio líquido, ela emite luz em frequências diferentes. Nesse caso, o mais óbvio seria construir detectores na faixa do ultravioleta distante para registrar informações muito rápidas porque se trata de luz. No Dune, estaremos olhando para as propriedades de neutrinos que virão de um feixe de partículas criado no Fermilab, de neutrinos oriundos da colisão dos raios cósmicos na alta atmosfera, que cria uma chuva de partículas, e também de neutrinos provenientes da explosão das estrelas, como supernovas. O detector com argônio lí-

quido permite identificar e separar os diferentes tipos de neutrinos. Será possível ver detalhes da formação de uma estrela de nêutrons. Se tivermos sorte, essa estrela de nêutrons formará um buraco negro, cujo sinal poderemos ver.

É correto dizer que os físicos de partículas dos Estados Unidos, Europa e Japão dividiram entre si as diferentes linhas de pesquisa desse campo de conhecimento, visto que não há verba para todos se dedicarem a tudo?

As agências de financiamento é que dizem que não se pode fazer tudo em todo lugar. Os físicos jamais diriam isso, porque gostaríamos de fazer tudo em todo lugar! Mas, de fato, não é possível traba-

lhar assim, seria preciso muito dinheiro. O Dune é um projeto imenso. Ninguém vai construir um projeto similar em outro lugar. Não faria sentido. É preciso reunir todos os especialistas do mundo para construir os equipamentos do Dune. E temos de fazê-los funcionar. Durante mais de 20 anos o Fermilab trabalhou com colisões de partículas em altas energias [antes do LHC, o maior acelerador de partículas foi o Tevatron, do Fermilab, que funcionou entre 1987 e 2011]. Os Estados Unidos chegaram a começar a construção de um supercolisor no Texas, que seria maior e mais potente do que o LHC, mas o projeto foi cancelado no início dos anos 1990 por questões financeiras. O LHC foi adiante. Surgiu então a questão: quem quer fazer um colisor linear, que é uma máquina para estudar com mais precisão as partículas? A Europa já tem o LHC. Os Estados Unidos poderiam fazer o colisor linear. Mas ele é caro demais. Quando cheguei no Fermilab, disse que eles deveriam investir em um feixe de neutrinos de forma conjunta com outros países. Não há razão para fazerem isso sozinhos. As coisas não funcionam assim hoje. O Cern não terá um feixe de neutrinos. A prioridade deles é explorar o LHC e fazer a pesquisa com neutrinos em outro lugar. Assim, o que estamos fazendo é pedir ajuda. Podemos fazer mais à medida que mais parceiros queiram contribuir com o projeto. Na física de neutrinos é a massa total que importa. Poucos neutrinos devem interagir com o detector a cada dia, talvez apenas um. Então se pudermos dobrar o tamanho do detector, haverá dois neutrinos interagindo.

Depois do LHC, não compensa mais construir máquinas pequenas para fazer descobertas na área de física de partículas?

Algumas coisas serão pequenas, mas haverá projetos de megaciência – e esses serão cada vez maiores. O acelerador que deverá suceder o LHC tem sido chamado de Future Circular Collider, FCC. Dizemos, em tom de brincadeira, que FCC pode significar Future Cern Collider, Future Chicago Collider ou Future China Collider. O significado da sigla vai depender de onde estará sediado o acelerador, que poderá ter 100 quilômetros de circunferência. O mundo quer construir essa máquina, mas, ironicamente,

nenhum país tem recursos suficientes para isso. Então o FCC será uma máquina mundial. Não há dúvidas sobre isso. Ninguém sabe também para onde vai a física de neutrinos. É um novo espaço a ser explorado, em certo sentido.

Quando o detector de neutrinos do Dune deverá entrar em operação?

Em 2021 ou 2022 pretendemos começar o comissionamento de seu primeiro módulo. Falamos em dois números, massa total e massa fiducial [de referência]. A massa total é de 17 mil toneladas e a massa fiducial é de 10 mil toneladas. Parte da massa é usada como blindagem, protegendo o detector de rochas e de raios cósmicos. A massa que realmente importa é a de 10 mil toneladas. Essa tecnologia já foi escolhida por meio da colaboração [com pesquisadores de outros países], mas outras coisas ainda não foram decididas e podemos optar por fazer algo de forma um pouco diferente.

Quantos físicos e pesquisadores vão participar do Dune?

No momento, há 775 pesquisadores prin-

cipais, que assinaram a proposta de adesão. Mas o número deve dobrar. É um grupo grande. Há também os pós-doutores, estudantes e outros.

É correto dizer que, com o LHC, a liderança em física de partículas foi perdida para a Europa?

Sim, é justo dizer isso. Essa é a minha tarefa, consertar esse problema. A primeira coisa que temos a fazer é começar a cavar um buraco em Dakota do Sul. Esse é o plano, será o sinal mais forte que os Estados Unidos podem dar de que estão avançando com o projeto. Esperamos que isso comece no ano fiscal de 2017, como está no orçamento que estamos discutindo agora. Dessa forma, o financiamento começaria em outubro de 2016, daqui a um ano. O experimento em si tem até 2019 para decidir o que realmente vai ser construído. A definição sobre a melhor forma de construir o primeiro dos quatro módulos do detector de neutrinos, por meio dos protótipos no Cern e no Fermilab, tomará dois ou três anos de trabalho pesado. Temos de trabalhar com rapidez. ■



O gerador Cockcroft-Walton, uma das etapas do acelerador de partículas do Fermilab