

Large Hadron Collider

O acelerador de partículas LHC (Large Hadron Collider) é o maior da atualidade, que irá colidir dois feixes de prótons com alta energia cinética, girando em sentidos opostos.

A finalidade do acelerador é explorar a validade e as limitações do principal modelo da física de partículas conhecido como Modelo Padrão. Teoricamente, o acelerador deverá comprovar a existência do bóson de Higgs, que segundo o Modelo Padrão, poderá explicar como as demais partículas elementares adquirem características como massa.

Sobre o Acelerador

O acelerador de partículas LHC (Large Hadron Collider) é o maior da atualidade, que irá colidir dois feixes de prótons com alta energia cinética, girando em sentidos opostos.

A finalidade do acelerador é explorar a validade e as limitações do principal modelo da física de partículas conhecido como Modelo Padrão. Teoricamente, o acelerador deverá comprovar a existência do bóson de Higgs, que segundo o Modelo Padrão, poderá explicar como as demais partículas elementares adquirem características como massa.

O LHC, como é conhecido, foi construído pelo CERN (Organização Européia de Pesquisa Nuclear), entre as fronteiras da França e da Suíça, entre as montanhas Jura e os Alpes Suíços perto de Genebra, Suíça. A sua construção foi possível devido a colaboração de mais de oito mil físicos representando mais de 85 países e centenas de universidades e laboratórios.

O teste inicial de circulação do feixe de prótons se deu no dia 10 de setembro de 2008.

Características Físicas e Funcionamento

Um túnel circular de 27 km de extensão por 3,8 m de diâmetro e com profundidade entre 50 e 175 m é a base do acelerador de partículas. Esse túnel já foi utilizado no passado para um outro acelerador conhecido como Large Electron-Positron Collider.

Os feixes de prótons são confinados a duas tubulações paralelas e adjacentes localizadas dentro do túnel, onde os feixes são mantidos num movimento circular por 1.232 eletromagnetos (ímãs) bipolares e focados por outros 392 eletromagnetos (ímãs) quadrupolares. Todos esses mais de 1.600 magnetos supercondutores pesam mais de 27 toneladas e utilizam aproximadamente 96 toneladas de Hélio líquido, a uma temperatura de 1,9K (271,26°C negativos).

Por meio desses eletromagnetos, os prótons serão acelerados de 450 GeV para 7 TeV. Apenas para comparação, 1 TeV (um tera elétron-volt) é a energia que um pernilongo gasta ao voar.

As colisões produzirão energias da ordem de 14 TeV (2,2 μ J). Com esta energia, os prótons se deslocam a uma velocidade de 99,999999% da velocidade da luz (quase 300.000 km/s). Assim um próton percorreria toda a distância do acelerador (um volta com um percurso de 27 km) em 90 μ s (90 microsegundos) ou daria 11.000 voltas em apenas 1 segundo.

Cada feixe é constituído por 2.808 pequenos agrupamentos de prótons, fazendo com que as colisões ocorram em intervalos superiores a 25 ns (nanossegundos).

Antes dos prótons serem injetados no anel principal (de 27 km), eles são preparados por uma série de sistemas para ganho de energia. O primeiro sistema é o acelerador linear de partículas (Linear Particle Accelerator – LINAC 2), que gera prótons de 50MeV. O LINAC 2 alimenta o Proton Synchrotron Booster (PSB), que acelera os prótons, dando a eles uma energia de 1,4 GeV, sendo os mesmos injetados no Proton Synchrotron (PS) acelerando-os ainda mais pelo ganho de energia de 26 GeV. A última etapa consiste em passar os prótons pelo Super Proton Synchrotron (SPS) para aumentar ainda mais a energia para 450 GeV, antes de serem injetados por um tempo de 20 minutos no anel principal. No anel principal os prótons serão agrupados e acelerados por 20 minutos até atingirem 7 TeV de energia, permanecendo ali entre 10 e 24 horas enquanto as colisões ocorrem nos pontos de intersecção.

Os eletromagnetos quadrupolares direcionam os feixes para quatro áreas onde as duas tubulações se interseccionam. Nessas áreas encontram-se os detectores.

Na superfície, prédios com equipamento de compressão, ventilação, refrigeração e toda a parte de eletrônica formam a parte funcional do acelerador.

Detectores

Seis detectores foram instalados nos quatro pontos de intersecção.

ATLAS – (A Toroidal LHC ApparatuS) 46 metros de comprimento, 25 metros de diâmetro e peso de 7.000 toneladas. Usado para detectar evidências de uma nova física, incluindo a origem da massa e outras dimensões.

CMS – (Compact Muon Solenoid) 12,5 metros de comprimento, 15 metros de diâmetro e peso de 12.500 toneladas. Usado para detectar evidências de uma nova física (super simetria e outras dimensões), o bóson de Higgs e aspectos de colisões de íons pesados.

ALICE – (A Large Ion Collider Experiment) 26 metros de comprimento, 16 metros de altura, 16 metros de largura, e peso de 10.000 toneladas. Usado para o estudo de colisão de íons pesados, como Pb-Pb (Chumb-Chumbo). As temperaturas e as densidades de energia resultantes devem ser altas o suficiente pra gerar o plasma quark–gluon (estado da matéria onde quarks e gluons encontram-se desassociados).

LHCb – (Large Hadron Collider beauty) 21 metros de comprimento, 10 metros de altura, 13 metros de largura, e peso de 5.600 toneladas. Usado para o estudo da desintegração de mésons B, que contenham b-quarks (bottom quark), para investigar a assimetria entre matéria e anti-matéria conhecida como violação CP (charge-parity), e para a descoberta de partículas nunca antes detectadas.

TOTEM – (Total Cross Section Elastic Scattering and Diffraction Dissociation) 440 metros de comprimento, 5

metros de altura, 5 metros de largura e peso de 20 toneladas. Usado para o estudo de partículas, inclusive a determinação do tamanho do próton.

LHCf – (Large Hadron Collider forward) dois detectores de 30 centímetros de comprimento, 80 centímetros de altura, 10 centímetros de largura e peso de 40 quilogramas. Usado para simulação de raios cósmicos e estudos da astrofísica.

A Física Por Trás Do LHC

O acelerador LHC foi construído para auxiliar cientistas a responder perguntas importantes na área da física das partículas. Por décadas, a física de partículas tem conseguido descrever com detalhes cada vez maiores as partículas fundamentais das quais o Universo é formado e das suas interações. Este conhecimento é o que é chamado na física de Modelo Padrão.

Contudo o Modelo Padrão é um quebra-cabeça com muitas partes faltantes. O que se espera do LHC é que ele possa nos dar, se não todas, pelo menos algumas das peças que faltam.

Uma dessas peças é a massa. Qual a origem da massa? Por que partículas tão pequenas pesam o que elas pesam? Por que algumas partículas não têm massa? Uma resposta teórica para essas perguntas é o bóson de Higgs.

Acredita-se que 96% do Universo é formado por energia negra e matéria escura. Apenas 4% seria matéria que pode ser estudada nos laboratórios e no Universo visível com o equipamento que temos até o momento.*

Acredita-se que o LHC poderá auxiliar na investigação da natureza da matéria escura e da energia negra.

Segundo o modelo Big Bang da cosmologia atual, acredita-se que o universo quando no seu início era formado de matéria e anti-matéria. Por quê então a anti-matéria não existe mais? Em outras palavras, por quê a Natureza preferiu a matéria em vez da anti-matéria?

Segundo o modelo do Big Bang, como seria a matéria no primeiro segundo de vida do Universo? Hoje, a matéria encontrada no Universo é feita por átomos, formados nos seus núcleos por prótons e nêutrons, formados por partículas menores chamadas quarks que permanecem juntas por meio de outras partículas chamadas gluons. Acredita-se que nesse pequeno intervalo de tempo, as condições seriam de temperaturas tão altas e de tanta energia que gluons não conseguiriam manter os quarks juntos.

A teoria das cordas, por exemplo, propõe a existência de outras dimensões, que se observadas, poderiam nos levar a mundos ainda não observados.

Uma Verdade Inconveniente

O LHC é uma das maiores máquinas com o potencial para demonstrar se as teorias relacionadas com a física das partículas elementares estão na direção correta. Mas não se viu até o presente momento, nenhuma máquina construída pela inteligência humana, onde cerca de 8 bilhões de dólares foram investidos, com o propósito maior de tentar provar como o Universo teria vindo a existência espontaneamente através de um Big Bang.

Como já foi dito pelo prof. Dr. Jónatas Machado, da Universidade de Coimbra, Portugal:

“A ciência das origens não pretende responder apenas à questão de saber “como é que o Universo surgiu por acaso?”, mas sim “como é que o Universo surgiu?”. Diante desta questão o acaso é apenas uma das respostas teórica e cientificamente possíveis. A necessidade e o design inteligente são outras. Não há qualquer razão para excluir a priori qualquer destas propostas.”