

Boson de Higgs: Termos e Definições

Background ou fundo

Quando se busca por sinais de uma física nova, deve-se comparar os dados observados com o que seria esperado observar segundo as teorias conhecidas. O background ou fundo é o conjunto de resultados que os cientistas esperam observar, previstos pelas teorias vigentes, sem incluir nenhum ingrediente novo. Quando é observado um excesso de dados, em uma dada região, em desacordo com o que seria esperado devido ao background ou fundo, considera-se que haja indícios de novos ingredientes, por exemplo uma nova partícula.

Intervalo de confiança (Confidence Level - CL)

O intervalo de confiança é uma medida estatística da porcentagem de vezes que o resultado de um experimento deve estar em um determinado intervalo. Por exemplo, um intervalo de confiança de 95% significa que o resultado de um experimento estaria naquele intervalo em 95% das vezes.

Canal de Decaimento

A maioria das partículas existentes na Natureza, como o bóson de Higgs, é instável e decai, ou seja, se transforma em outras partículas após um certo tempo. Em geral uma partícula pode decair de diferentes modos, em diferentes tipos de partículas. O conjunto de partículas formado é chamado de canal de decaimento. O bóson de Higgs, se existir, deverá decair em diferentes canais, como dois bósons Z, ou um par de bósons W's, ou dois fótons, entre outros possíveis canais. Para um bóson de Higgs do Modelo Padrão, sabemos exatamente a probabilidade do Higgs decair em cada um de seus canais, dependendo de sua massa. Procura-se por excesso de eventos em cada um destes canais como indício da existência do Bóson de Higgs.

Evento

Um evento é como se fosse uma fotografia de uma colisão. Como massa é equivalente a energia ($E = m c^2$), em uma colisão a altas energias podem ser formadas partículas pesadas. Estas partículas podem decair em partículas mais leves. As características destas partículas devem ser analisadas para inferir quais partículas massivas foram produzidas e decaíram. O conjunto de todas estas partículas formadas em uma colisão constitui um evento.

Excesso

Quando são vistos mais eventos de um determinado tipo do que seria esperado, considera-se que haja um excesso de eventos. Deve-se quantificar estatisticamente (ver Desvio Padrão) este excesso para determinar se podemos interpretá-lo como um sinal de física nova ou apenas flutuação estatística ou obra do acaso.

Exclusão

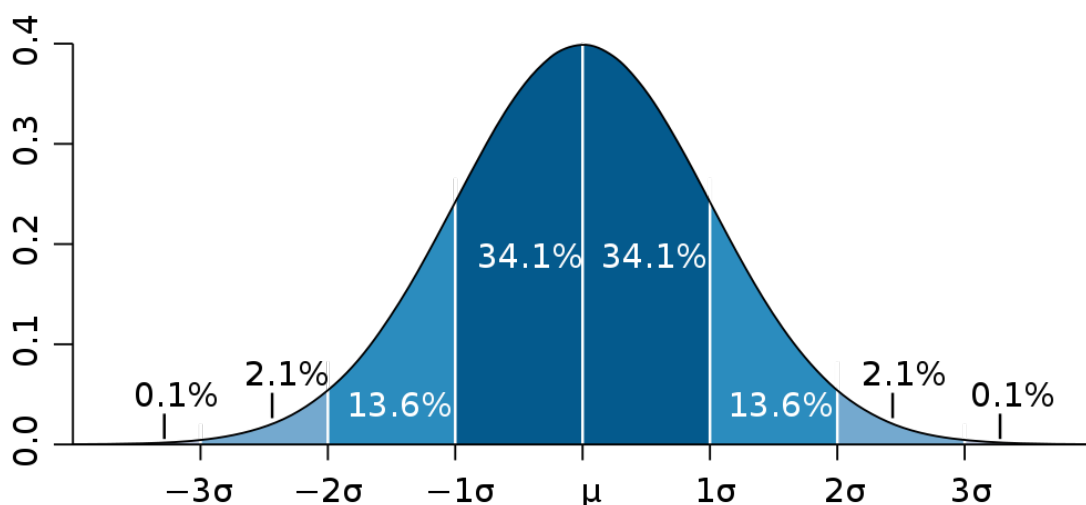
Quando é observado um número de eventos compatível com o background (fundo) pode-se excluir parâmetros da teoria nova que se está procurando. Por exemplo, se observamos 10 eventos de um certo tipo e fossem esperados 10 eventos pelo background, podemos excluir uma teoria nova que previsse a observação de alguns eventos extras – o grau de certeza de exclusão desta teoria depende de quantos eventos extras esta teoria prediz. Para o bóson de Higgs podemos procurar eventos que indiquem sua produção com uma certa massa. Ao não ser observado excesso de eventos em relação ao fundo com estas características, pode-se excluir a existência do bóson de Higgs com a massa procurada.

Look Elsewhere Effect (LEE) – efeito de procurar em outras regiões

Quando encontramos mais eventos do que o esperado em uma dada região, devemos levar em consideração o efeito de procurar em várias regiões para determinar o significado estatístico deste excesso. Este efeito consiste basicamente no fato de que é mais provável encontrar excesso de eventos devido a flutuações estatísticas em algum ponto qualquer de um gráfico do que em um certo ponto específico. Em outras palavras, as chances de flutuações estatísticas causarem um excesso de eventos em um **dado** ponto de um gráfico é menor do que a chance de flutuações estatísticas provocarem excesso em um ponto **qualquer** de um gráfico.

Desvio Padrão (Sigma)

O desvio padrão é uma medida de quão inesperado um certo conjunto de dados é se a hipótese for verdadeira. Costuma-se expressar o desvio padrão em uma unidade chamada de sigma (σ). Quanto maior o número de sigmas, mais incompatível é a medida com a hipótese. Um intervalo de dois sigmas significa que 95,4% dos experimentos devem obter resultados neste intervalo se a hipótese for verdadeira. Portanto um desvio de dois sigmas significa que em apenas 4,6% das vezes este desvio ocorreria devido a flutuações estatísticas, se a hipótese for verdadeira.



Um intervalo de 5 sigmas significa que 99,99994% das medidas devem cair neste intervalo, ou seja, apenas uma em cada 1.744.278 medidas deve cair fora desse intervalo. Portanto, uma medida que indique um desvio maior do que 5 sigmas em relação ao esperado está invalidando a hipótese de forma muito convincente. No caso do Higgs, estamos interessados em um resultado que nos indique um desvio de 5 sigmas em relação ao esperado pelo Modelo Padrão **sem o Higgs**. Neste caso, pode-se dizer que o Modelo Padrão sem o Higgs está excluído.

Modelo Padrão

O Modelo Padrão é a teoria que atualmente melhor descreve as partículas elementares existentes e as forças que agem entre elas. Ele abrange todo nosso conhecimento atual da matéria e suas interações.

O Bóson de Higgs

O mecanismo de Higgs foi proposto independentemente por vários cientistas nos meados da década de 1960 como uma forma consistente de se construir uma teoria contendo partículas com massa. Posteriormente, em 1967, foi incorporado por Weinberg, em uma teoria descrevendo as interações fracas e eletromagnéticas, o hoje chamado de Modelo Padrão. Desde então vem-se buscando descobrir a partícula remanescente desse mecanismo, o bóson de Higgs. Apesar do impressionante sucesso do Modelo Padrão na descrição dos fenômenos eletrofracos, o bóson de Higgs, ingrediente fundamental do modelo, não tem se manifestado nos dados experimentais dos mais diversos aceleradores que participaram dessa busca nos últimos 45 anos.

O cenário parece estar mudando graças ao excelente desempenho do Large Hadron Collider (LHC) do CERN e de seus dois principais detectores, o Atlas e o CMS, que tem a busca do Higgs como um dos principais itens de sua agenda. A análise dos dados coletados desde o início de sua operação, em março de 2010, parece sugerir que o final dessa história possa estar próximo.

Os experimentos podem mostrar que o bóson de Higgs tem exatamente as mesmas propriedades previstas pelo Modelo Padrão. Ou podem mostrar que possui características um pouco distintas, que podem exigir uma modificação em nosso entendimento atual das interações fundamentais.