

Grupo das Interações Fundamentais na escala dos TeVs

SUMÁRIO DO PROJETO

Nosso grupo de pesquisa, formado por professores, estudantes de pos-graduação e egressos do Instituto de Física Teórica/UNESP, vem se dedicando há vários anos à pesquisa de modelos alternativos para as interações fundamentais. Têm sido estudados, entre outros, modelos com simetria de gauge $SU(3)_c \otimes SU(3)_L \otimes U(1)_N$, ou como são denotados na literatura, modelos 3-3-1. Esta é provavelmente a última simetria entre as partículas mais leves conhecidas ν_e, e^-, e, e^+ . Além disso, a existência de uma simetria como $SU(3)$, em energias da ordem de alguns TeVs, poderia explicar o valor observado do ângulo de mistura eletrofraco θ_W , ou seja $\sin^2 \theta_W(M_Z) = 0.23113$. Também têm sido consideradas extensões multi-Higgs do modelo padrão e modelos com supersimetria. Todos estes modelos têm previsões que podem ser confirmadas, ou descartadas, em aceleradores como o LHC e outros aceleradores a serem construídos nas próximas décadas.

Este projeto visa dar continuidade a nossa tradicional linha de pesquisa e envolve o estudo dos seguintes tópicos:

- **Física de futuros aceleradores.**

Os possíveis modelos das interações fundamentais na escala dos TeVs, com ou sem supersimetria, em $d = 4$ ou mais dimensões, induzem efeitos que poderão ser restringidos por processos já observados em aceleradores e^+e^- , pp e $p\bar{p}$. Em particular estaremos interessados em estudar principalmente processos como $l^-l'^- \rightarrow X^-X'^-$ onde $l, l' = e^-, \mu^-$; e X^-, X'^- denotam léptons: e^-, μ^-, τ^- , ou charginos no caso do modelo com supersimetria.

- **Fontes de violação de CP.**

A violação de CP pode ser implementada de maneira explícita nos acoplamentos de Yukawa complexos. Também, essa violação pode ser implementada espontaneamente, se os valores esperados no vácuo, dos escalares neutros, são números complexos e pelo menos uma fase física sobrevive, após a redefinição da fase dos campos e da aplicação dos vínculos, que vêm da condição de mínimo do potencial. A fenomenologia de cada uma destas maneiras de violar a simetria CP é diferente e pode ser testada nos decaimentos raros dos mésons K, B ou D , ou mesmo no setor leptônico.

- **Fenomenologia de escalar de Higgs.**

Dependendo de como sejam geradas as massas dos férmions e implementada a violação de CP, teremos efeitos de campos escalares adicionais que poderão ser descobertos, ou seus respectivos parâmetros restringidos, em processos de aceleradores ou física de baixas energias, como os decaimentos leptônicos, semi-leptônicos e hadrônicos.

- **Efeitos de correções radiativas.**

Estudaremos a evolução das constantes de acoplamento g_i em extensões multi-Higgs do MP. Também usaremos as equações do grupo de renormalização, em nível de 1- e 2-loops, para

estudar a ocorrência do pólo de Landau nos modelos 3-3-1. Por outro lado, o mecanismo de Coleman-Weinberg, que no MP em nível de 1-loop foi excluído por questões cosmológicas e pela massa muito grande do quark top, pode ser implementado nos modelos com simetria $SU(3)$ e outras extensões como $[SU(3)]^n$, $n = 3, 4$, em modelos tipo Pati-Salam e outros candidatos à física na escala dos TeVs.

- **Áxions estabilizados contra efeitos de gravitação.**

A existência do áxion também pode ser implementada de maneira que este seja invisível ao mesmo tempo que a simetria de Peccei-Quinn é automática na lagrangiana clássica. Também a massa do áxion e o valor do parâmetro $\bar{\theta}$ são protegidos contra efeitos da gravidade quântica ou semi-clássica. Esse mecanismo de estabilização pode ser feito em extensões multi-Higgs do MP, ou seja, no modelo de Dine-Fischler-Srednicki.

- **Modelos de grande unificação.**

Alternativas às teorias de grande unificação (GUT) usais sem a introdução de supersimetria serão consideradas. Em particular $SU(5)$ com multipletos não completos com as partículas do MP.

- **Leptogênese primordial.**

Relacionado com os mecanismos de violação de CP no setor leptônico e de geração de massa dos neutrinos está o mecanismo de leptogênese primordial. Serão estudados vários modelos que já foram trabalhados anteriormente mas agora, a partir dessa nova perspectiva. As conseqüências cosmológicas, transições de fase etc, de modelos com axions serão também consideradas depois de introduzir os efeitos da temperatura nos respectivos modelos. Esses mecanismos eventualmente podem servir para disparar a inflação.

Resumindo, o objetivo principal do presente Projeto Temático é estudar, do ponto de vista da fenomenologia e da teoria quântica de campos, modelos com simetria de gauge que possam descrever a física das interações fundamentais na escala dos TeVs. De fato, descobrir qual é a física nesta escala de energia é o principal desafio da física experimental na próxima década. Consideraremos extensões multi-Higgs do MP, modelos com simetrias $SU(3)_W$, modelos com dimensões extra, com ou sem supersimetria, e alguns modelos de grande unificação como $SU(5)$, E_6 and $SU(6) \times U(1)$.