

# Fenomenología da Física de Partículas

*Revisão - XXVI ENFPC  
São Lourenço - 7/10/05*

Gustavo Burdman

Instituto de Física - USP

# Outline

- Interações Electrofracas
- Interações Fortes
- Generalidades
- Conclusões

“... farão um histórico e balanço atual da subarea em questão, no Brasil, e sua inserção no mundo.”

# Problemas da Física de Partículas

## Interações Eletrofracas:

- Origem da Quebra da Simetria Electrofraca
- Estabilidade da Escala Eletrofraca
- Origem das Massas dos Fermions
- Origem da Assimetria Matéria–Anti-Matéria
- Origem da Matéria Escura
- Constante Cosmológica

⋮

# Origem da Quebra da Simetria Eletrofraca

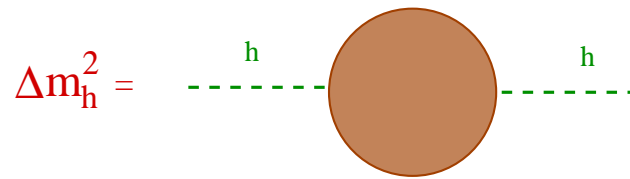
- Mecanismo de Higgs  $\Rightarrow$  QSEF  $\Rightarrow M_W, M_Z$ .
- Setor da quebra de simetria permanece um misterio
- No Modelo Padrão: Higgs, escalar elementar.
- Peça faltando na confirmação do MP.
- Razões para pensar que setor escalar é mais complexo (trivialidade, falta de observação de escalares elementares).
- Setor escalar do MP  $\leftrightarrow$  Teoria de Landau-Ginzburg da Supercondutividade
- Achar nossa teoria BCS ?

# Estabilidade da Escala Eletrofraca

Por que temos que

$$M_W (\sim 100 \text{ GeV}) \ll M_P (\sim 10^{19} \text{ GeV})?$$

Requer ajuste fino dos parâmetros do MP. (Hierarquia).  
Correções quânticas naturalmente levam a  $v \rightarrow M_P$



$$\Delta m_h^2 =$$

$$\simeq \Lambda^2$$

$$\left. \begin{array}{l} (m_h^0 - \text{Corr. Radiativas}) \sim m_h^{\text{fis.}} \\ (\mathcal{O}(M_P) - \mathcal{O}(M_P)) \sim 100\text{GeV} \end{array} \right\}$$

# Estabilidade da Escala Eletrofraca

Problema da Hierarquia  $\Rightarrow$  Nova Física  $\simeq \mathcal{O}(1)$  TeV (LHC).

- Supersimetria com  $m_{\text{soft}} \simeq \mathcal{O}(1)$  TeV.
- Setor Eletrofraco Fortemente Acoplado
  - Technicolor/Topcolor
  - Higgs Composto / Little Higgs
- Dimensões Extras
  - Large: escala fundamental da gravidade  $M_* \simeq \mathcal{O}(1)$  TeV.  
 $R$  grande ( $1/R \simeq \text{eV} \rightarrow 100 \text{ MeV}$ ).
  - Universal:  $1/R \gtrsim v$ .
  - Warped: Escala fundamental é  $M_P$ .  
 $v \ll M_P$  gerada pela métrica AdS na 5D.

# Origem/Estabilidade da Escala EF

- A Procura do Higgs no LHC, Alexandre Alves (PA).  
MP/SUSY Higgs: Sinais, Correções da QCD.
- The top-bottom quark mass splitting in a technicolor scenario, Adriano Doff, Adriano Natale (CO).  
Modelo de technicolor que gera  $m_b/m_t$  sem gerar um grande  $\Delta\rho$  por quebra explícita de weak isospin.
- Fenomenologia de modelos de Little Higgs:
  - Double Little Higgs Production at the LHC, C. Dib, R. Rosenfeld, A. Zerwekh (P). Testa diretamente a LH-ness das interações do Higgs.  
No caso de T-parity,  $\sigma_{\text{LH}} > \sigma_{\text{SM}}$ .
  - A Signature for the Littlest Higgs Model, Y. Coutinho et al. (P).  
Sinais em leptons em  $e^+e^-$ .

# Origem/Estabilidade da Escala EF

Modelos 331: Extensão do MP a  $SU(3)_W \times U(1)$ .  
(*V. Pleitez*). Não resolve o problema da Hierarquia, mas tem conseqüências fenomenológicas interessantes, especialmente em neutrinos:

- Breakdown of Conformal Symmetry and ... Origin of Neutrino Mass, *A. G. Dias* (CO),
  - Naturally Light RH Neutrinos in the 331 Model, *A. G. Dias, C. Pires, P. S. R. da Silva* (CO).
- + ...

# Origem das Massas dos Fermions

Hierarquia das massas do fermions  $\leftrightarrow$  Hierarquia dos acoplamentos de Yukawa do MP

$$\frac{m_e}{m_t} \simeq 10^{-6}$$

- Se energias altas suprimem sabor,  $m_t \simeq 178 \text{ GeV}$   
 $\Rightarrow$  física da  $m_t$  a energias “baixas” ?  
(E.g. Topcolor, Warped XD).
- No caso de  $m_\nu < 1 \text{ eV}$   
Seesaw pode implicar relação com a escala GUT ?

# Física de Neutrinos

Grande número de contribuições.

- Neutrino Physics: Roadmap to Precision Physics, O. Peres (PA)
- Solar Neutrino Spin-flavor Precession with Three Generations, *M. M. Guzzo, O. L. G. Peres, P. C. de Hollanda* (CO). Test de propriedades fundamentais dos neutrinos.
- Testando Oscilação de Neutrinos Vindo da constelação Cisne, *O. L. G. Peres, P. M. Barros* (CO). Upward  $\nu$ 's no ICECUBE de uma fonte puntual astrofísica como test de LSND.
- 11 Painéis desde modelos teóricos de  $m_\nu$  a sinais experimentais.

# Outros Problemas

- Asimetria Materia Anti-Materia: Leptogênese e Bariogênese em Modelos com Neutrinos Massivos, *E. Franco, V. Pleitez.*
- Origem da Matéria Escura: Candidatos na Física de Partículas
  - Neutralino ou Gravitino em SUSY (LSP).
  - LKP em Teorias com dimensões Universais Extras (UED)
- Grande Unificação: Em 4 o mais dimensões.
  - Já no MP,  $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$  quasi se unificam para  $M \simeq 10^{16}$  GeV.
  - SUSY SU(5) melhora a unificação. Mas “threshold corrections” podem ser importantes.

# A Constante Cosmológica

# Interações Fortes

## QCD a Altas Energias/Densidades:

Baixos  $(x, Q^2)$ , *BFKL*  $\rightarrow$  saturação. Recente progresso teórico em

High Energy Frontiers of QCD: saturation, unitarity and links with statistical mechanics, G. Soyez (PL).

- Descrição da evolução na região de saturação.
- Requer de uma aproximação semi-clássica: Modelo de Color Glass Condensate.
- CGC não é uma aproximação controlada (“small parameter” )
- (Ainda) Não temos uma teoria efetiva.
- Modelo reproduz “geometric scaling”.

# Sinais do CGC/QGP

- Comparação com experimentos ainda dominada por modelos. E.g. Fenómeno de Jet Quenching observado em RHIC em Au-Au, vs d-Au, Efeito Cronin
- Devido à formação de um meio denso. Mas natureza do meio (QGP) pode ser absolutamente confirmarmada experimentalmente? .
- Experiencias de HIC no LHC.

# Interações Fortes

- Elastic Energy Loss in an Expanding QGP, L. F. Mackendanz, M. B. Gay Ducati (CO). QCG esfria  $\rightarrow \alpha_s$  “running”.  
Efeito de  $D/\pi$  depende fortemente de  $\alpha_s$ .
- Relating Cronin Effect and Dilepton Production in the CGC, M. A. Betemps, M. B. Gay Ducati (CO)
- Checking the CGC Descriptions in ep Collisions at HERA, F. S. Navarra, M. S. Kugeratski Souza, V. Gonçalves (P).

Mas dados do LHC em HIC podem iluminar a situação teórica ...

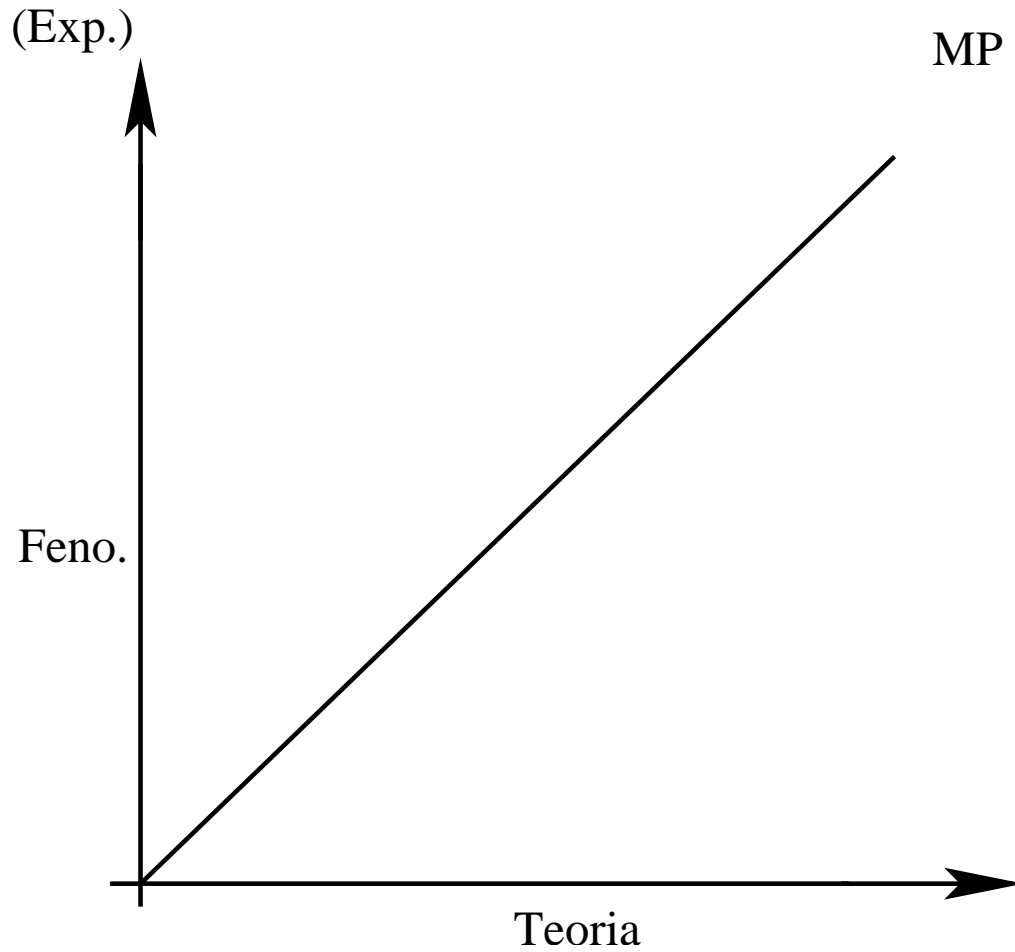
# Interações Fortes

- The Role of Quark Mass in Cold and Dense pQCD, E. S. Fraga (CO).  $m_s$  tem um efeito grande (25% na EoS, (including RGE running).
- Spinoidal Decomposition in Pure-gauge QCD, G. N. J. Anannos, G. Krein (CO). Simulação de modelo  $SU(2)$ , lattice.

# Unidade da Física de Partículas

- De que falamos quando falamos de Física de Partículas ?
- Evitar divisão artificial entre Teoria, Fenomenologia e Experimento
- Fomentar trânsito/comunicação
- Apoio dos Teóricos aos Físicos Experimentais

# Teoria - Fenomenología - Experiencia



# Conclusões

- Grande Variedades de Temas. Bom “overlap” com os interesses da comunidade internacional em
  - Neutrinos
  - Interações fortes
- Espectro entre teoria e experimento não sempre contínuo, especialmente nas Interações fracas / LHC / Modelos.
- Mais apoio teórico (construção de modelos, fenomenologia) para o LHC (2007 !!).
- Mais interação entre teóricos e experimentais.