

Partículas e Campos

Panoramas da Física



INSTITUTO DE FÍSICA

Universidade Federal Fluminense

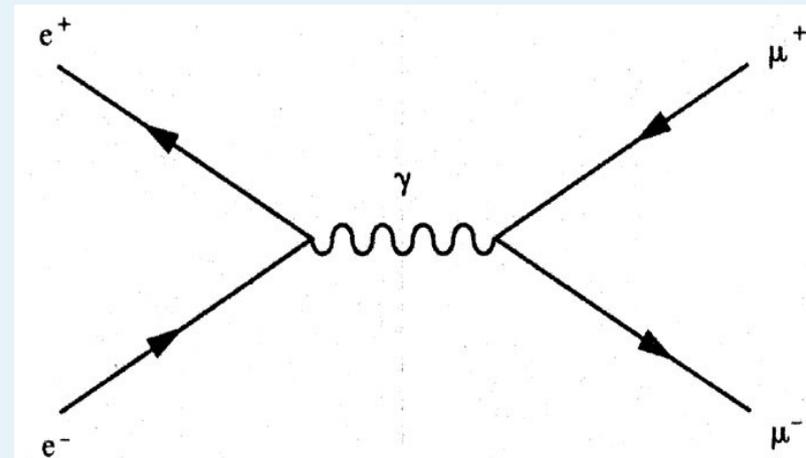
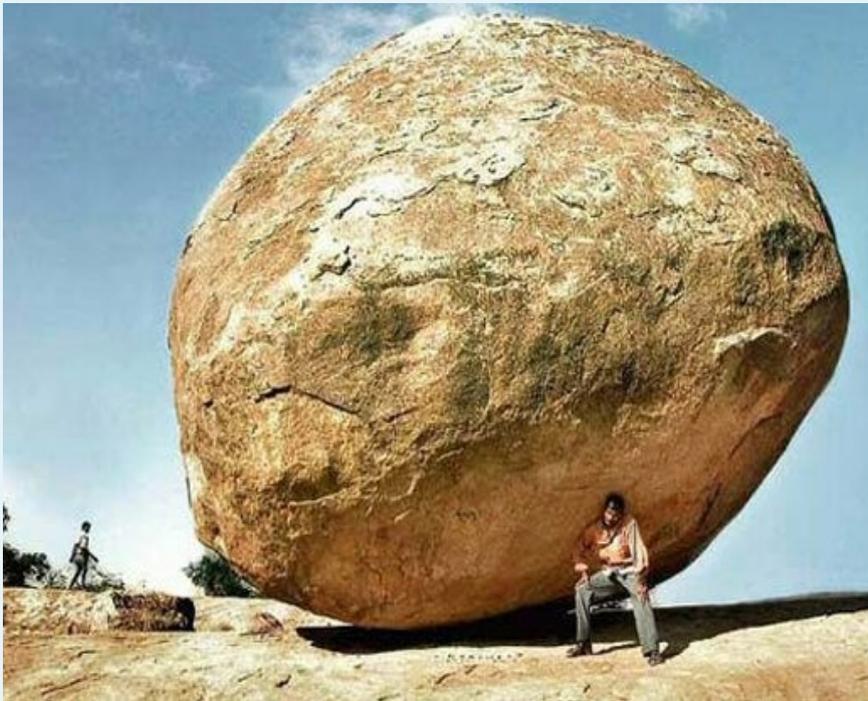
Programa

- Física de partículas, teoria de campos e além.
- Interações fundamentais e o modelo padrão.
 - Interações eletromagnéticas.
 - Interações fracas e o Higgs.
 - Interações nucleares fortes e o confinamento de quarks e gluons.
 - O problema de quantizar a gravidade.
- O LHC

Física de Partículas e Teoria de Campos

Força vs. Interação: A natureza quântica do mundo microscópico

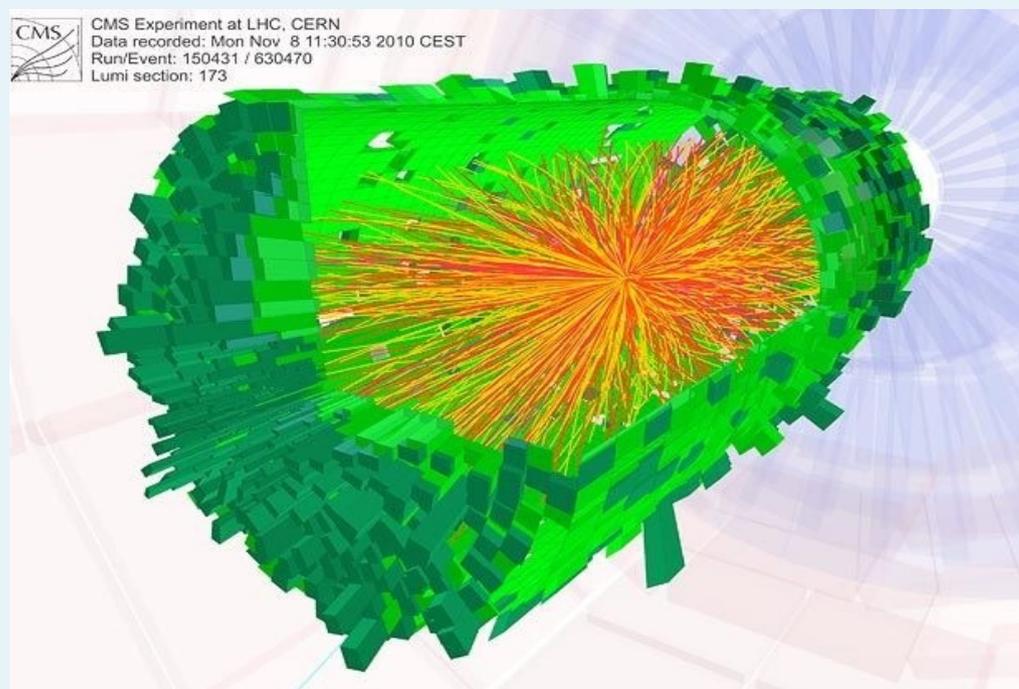
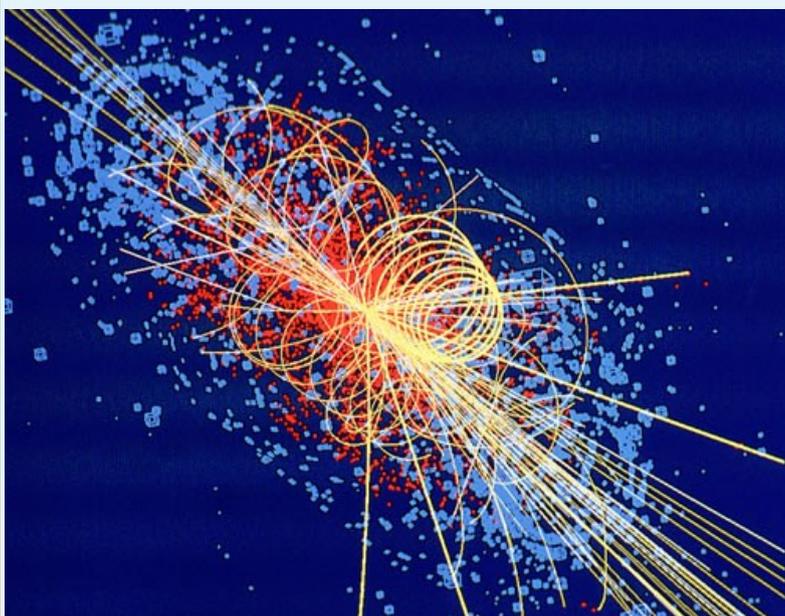
- Forças atuam à distância sobre um corpo (mundo macro)
- As interações atuam através de troca de partículas mediadoras (mundo micro).



A Física de Partículas estuda as interações fundamentais entre partículas fundamentais

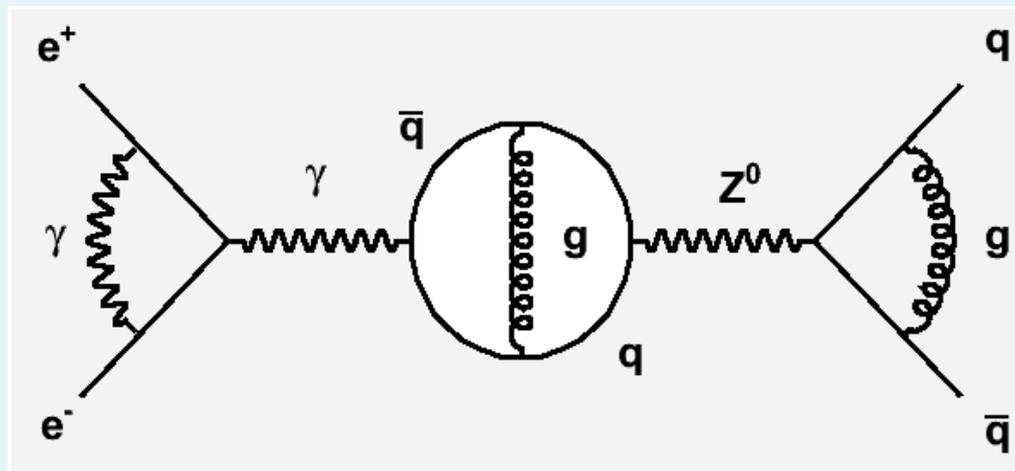
Física de partículas experimental:

Através de colisões entre átomos a uma velocidade próxima a da luz estuda-se os fragmentos e suas propriedades.

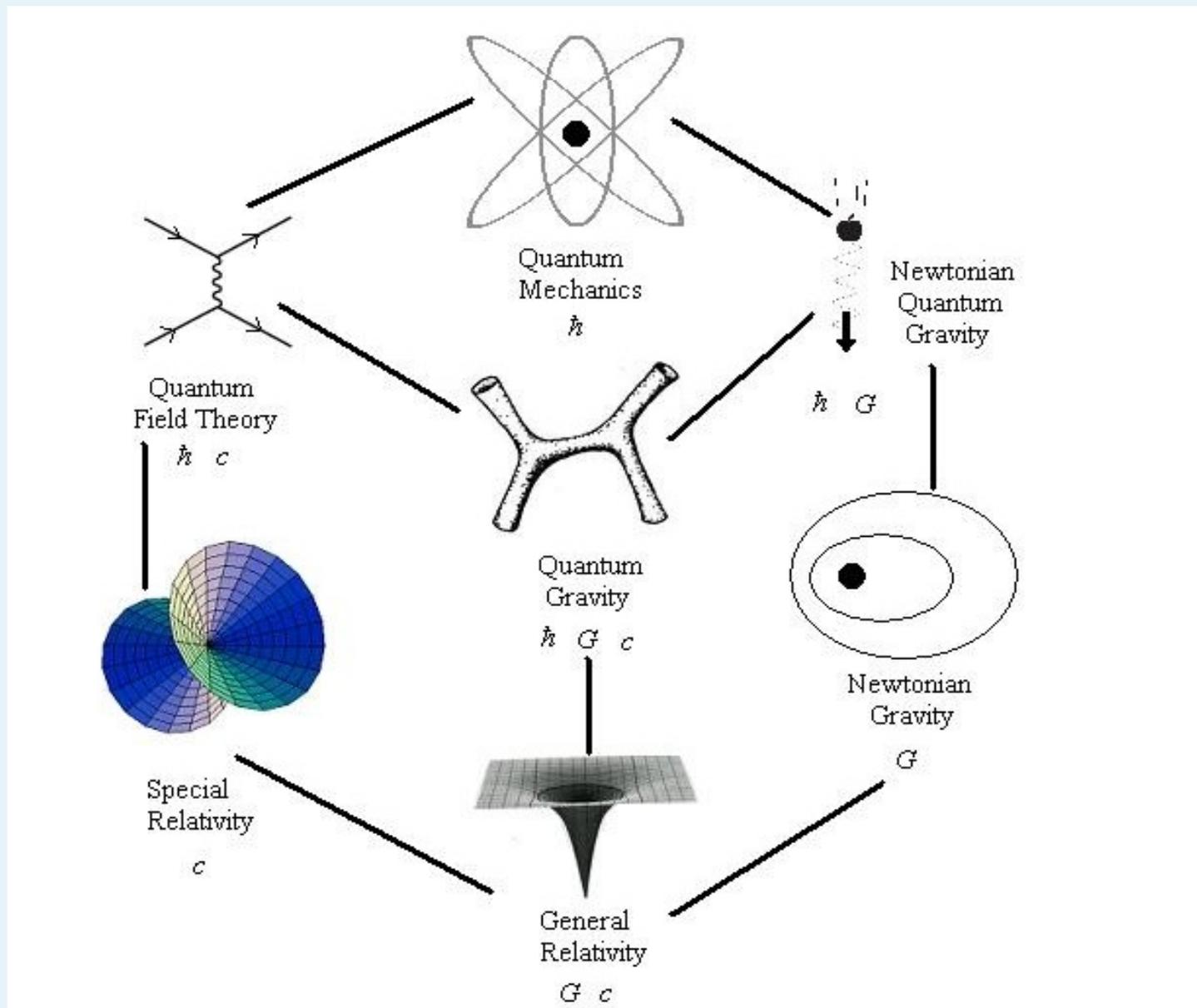


Teoria Quântica de Campos:

Desenvolve a teoria utilizada na Física de partículas. É resultado da união entre a Mecânica Quântica e a Teoria da Relatividade Restrita.



Localização da teoria quântica de campos



O modelo padrão

Leptons

Electric Charge

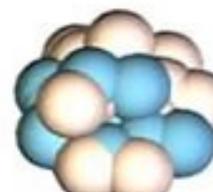
Tau		-1	0		Tau Neutrino
Muon		-1	0		Muon Neutrino
Electron		-1	0		Electron Neutrino

Strong

Glucos (8) 

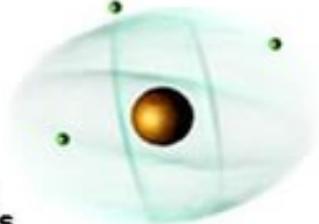
Quarks 

Mesons  **Baryons** 

Nuclei 

Electromagnetic

Photon 

Atoms 

Light
Chemistry
Electronics

Quarks

Electric Charge

Bottom		-1/3	2/3		Top
Strange		-1/3	2/3		Charm
Down		-1/3	2/3		Up

each quark: R , B , G 3 colours

Gravitational

Graviton ? 

Solar system
Galaxies
Black holes



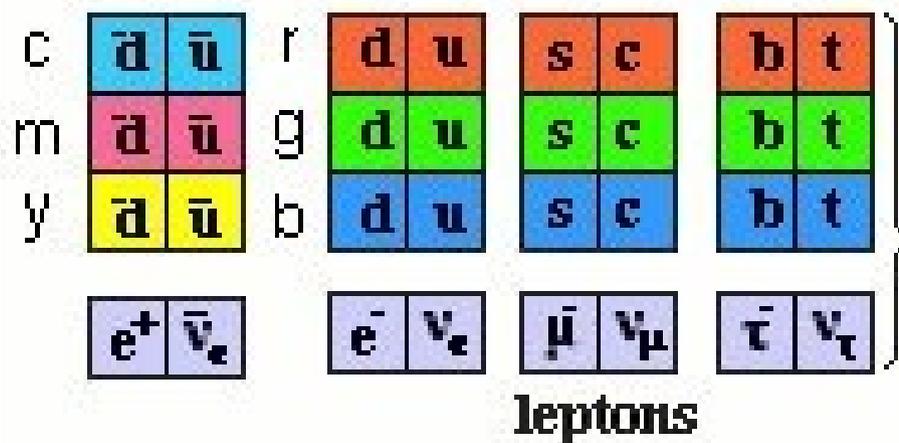
Weak

Bosons (W,Z) 

Neutron decay
Beta radioactivity
Neutrino interactions
Burning of the sun



anti-particles quarks (a)



fermions (matter)

spin

2
1
1/2
0

g graviton

γ photon

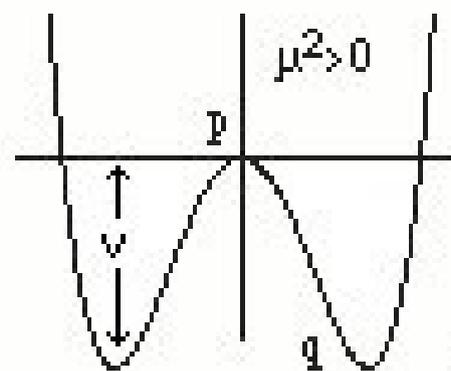
W^- Z^0 W^+ weak

H^- H^0 H^+ Higgs

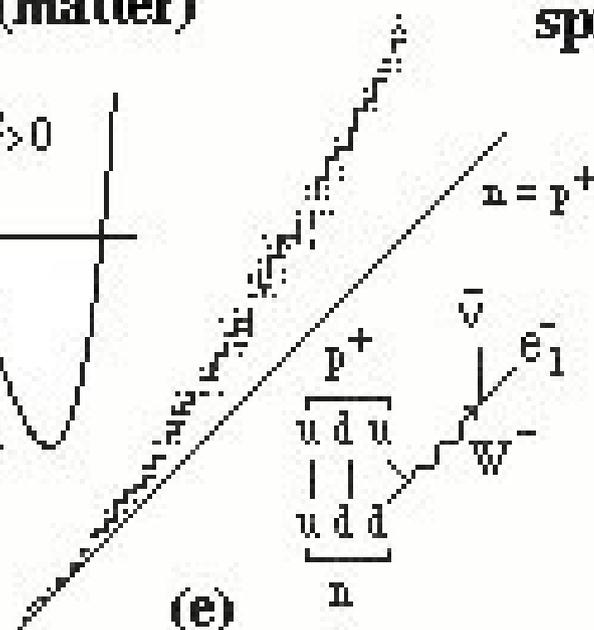
bosons (radiation)



gluons



(d)

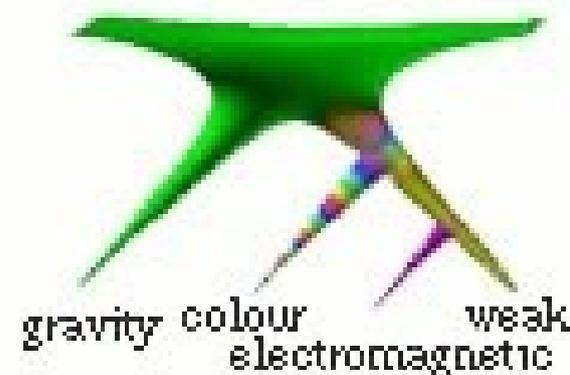


(e)

(b)



(c)



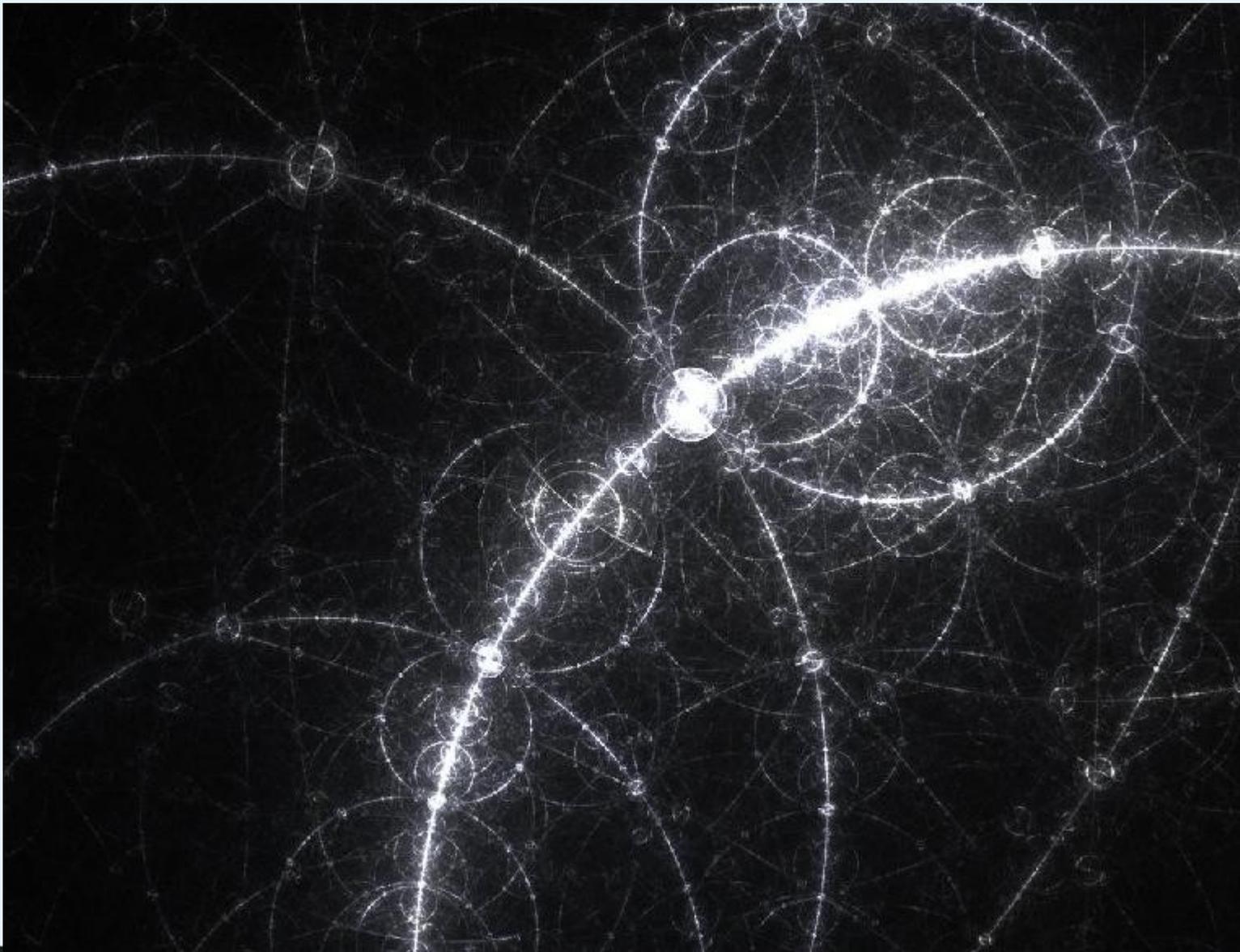
Eletrodinâmica Quântica



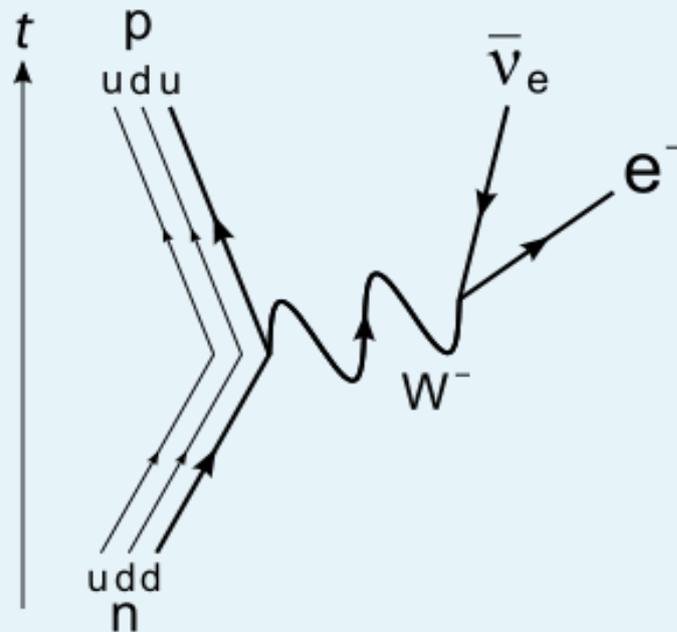
- Descoberta entre 1948-1950 Feynman, Schwinger e Tomonaga.
 - Nobel de 1965.
 - Descreve a interação entre partículas carregadas eletricamente (matéria) através da troca de fótons (luz).
 - É a melhor teoria já feita pelo homem, possuindo o melhor acordo entre teoria e experiência.
 - Setor do modelo padrão: elétrons, múons e neutrinos.
- Mediador: fóton.



Interações nucleares fracas

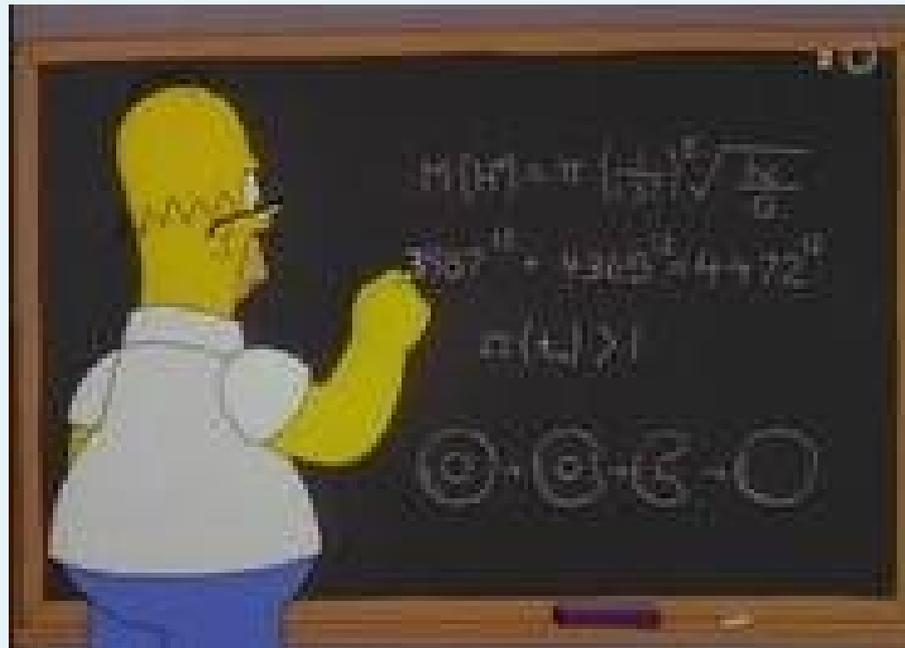


- Descoberta nos anos 60 por Glashow, Salam e Weinberg.
- Nobel de 1979
- Descreve interações que ocorrem no núcleo atômico, alterando o “sabor” das partículas.
- Setor do modelo padrão: Quarks e leptons. Mediadores: Bósons vetoriais.
- Explica o decaimento Beta (fusão estelar - Sol).

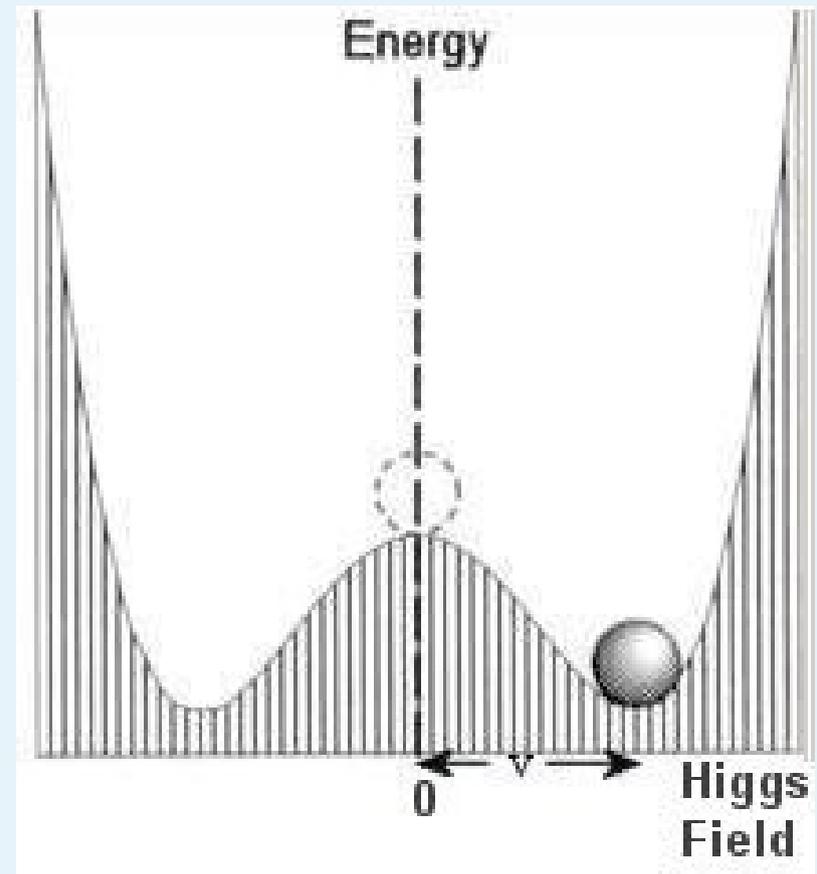
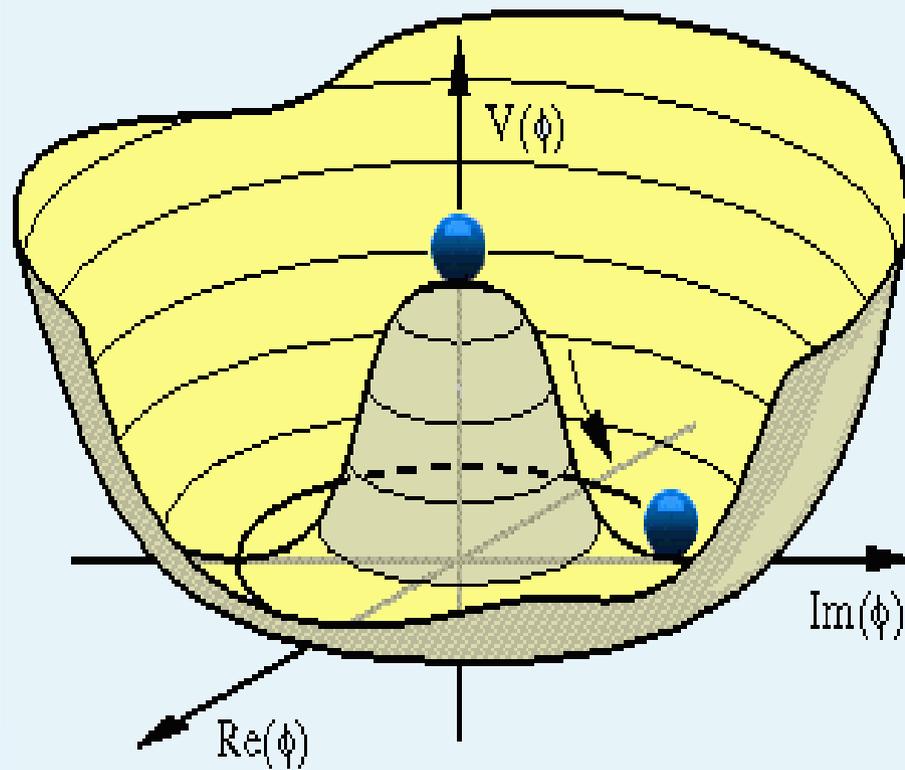


Mecanismo de Higgs

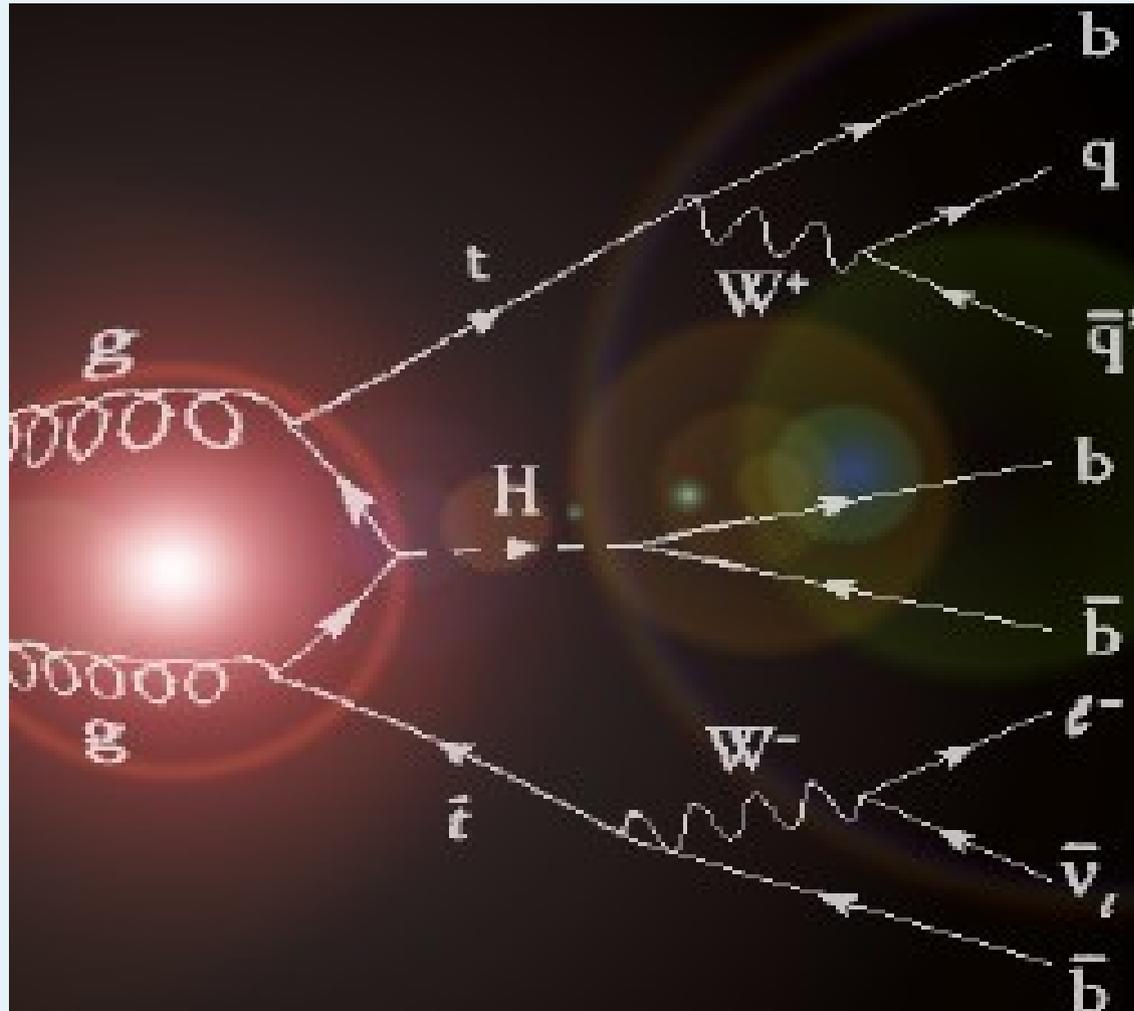
- Os mediadores das interações não possuem massa na teoria inicial! Contudo, os bósons vetoriais possuem massa não nula. De onde vem essa massa?



Para gerar massa vem o bóson de Higgs.

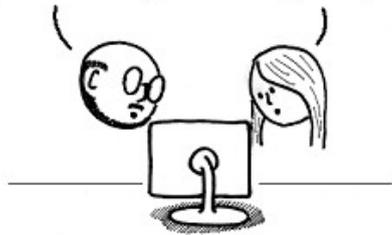


- O Higgs gera massa para todas as outras partículas massivas.
- O Higgs fornece portanto a “explicação” para a origem das massas.
- O modelo padrão está portanto sustentado pelo Higgs, que ainda foi encontrado nos aceleradores de partículas.

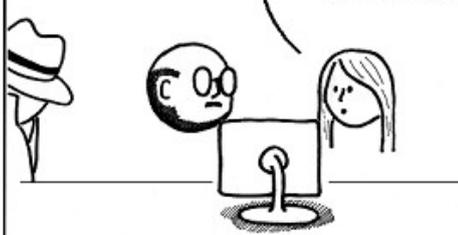


MEANWHILE, AT THE LARGE HADRON COLLIDER...

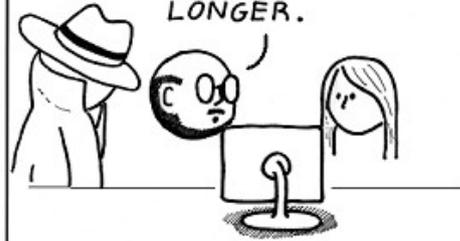
ANY LUCK? NADA.



WE'VE LITERALLY ANALYZED PETABYTES OF DATA. STILL NO SIGN OF THE HIGGS BOSON.



WELL,... I'VE BEEN SEARCHING FOR THE HIGGS BOSON FOR 20 YEARS. I GUESS I'LL HAVE TO WAIT A LITTLE LONGER.



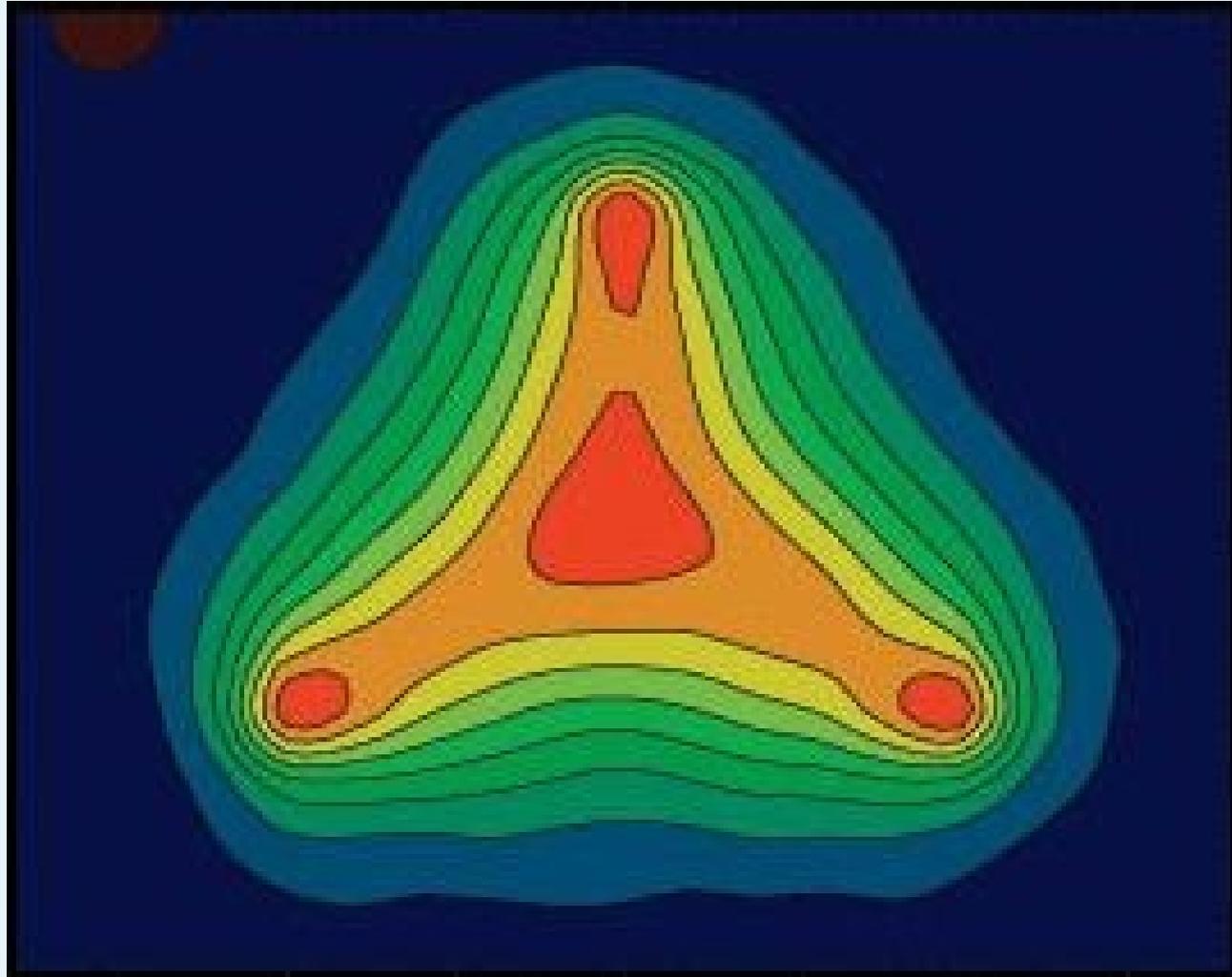
MR HIGGS SAYS HELLO!



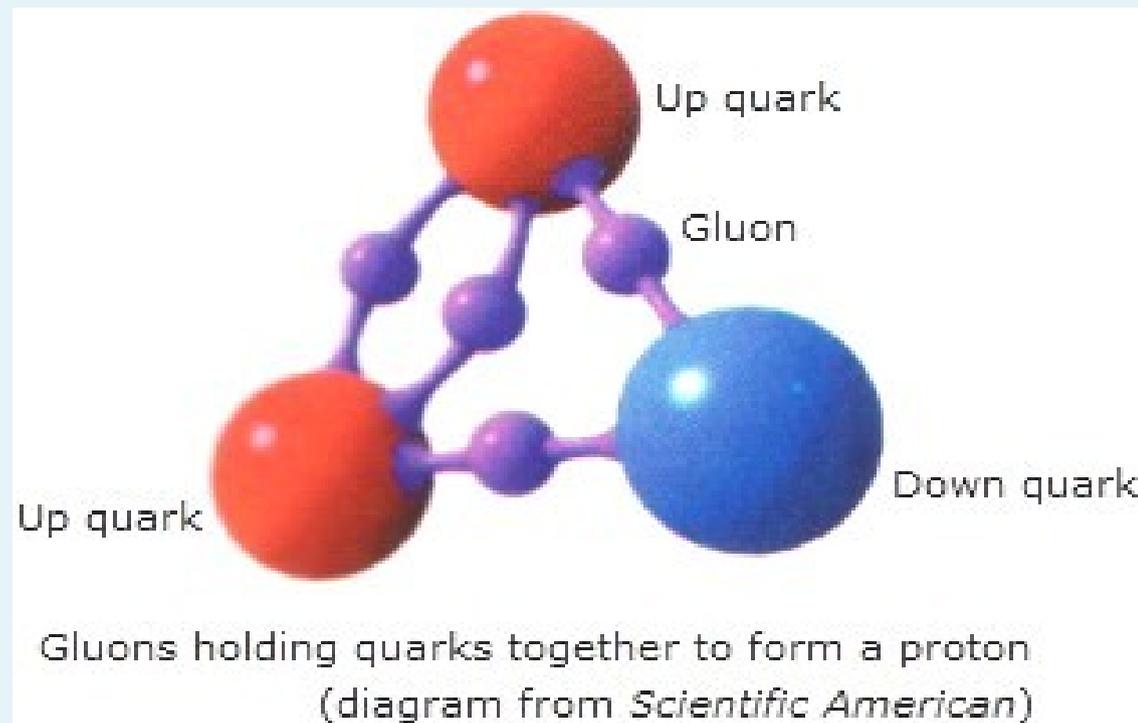
You don't find the Higgs boson.
The Higgs boson finds you.

全
方
漫

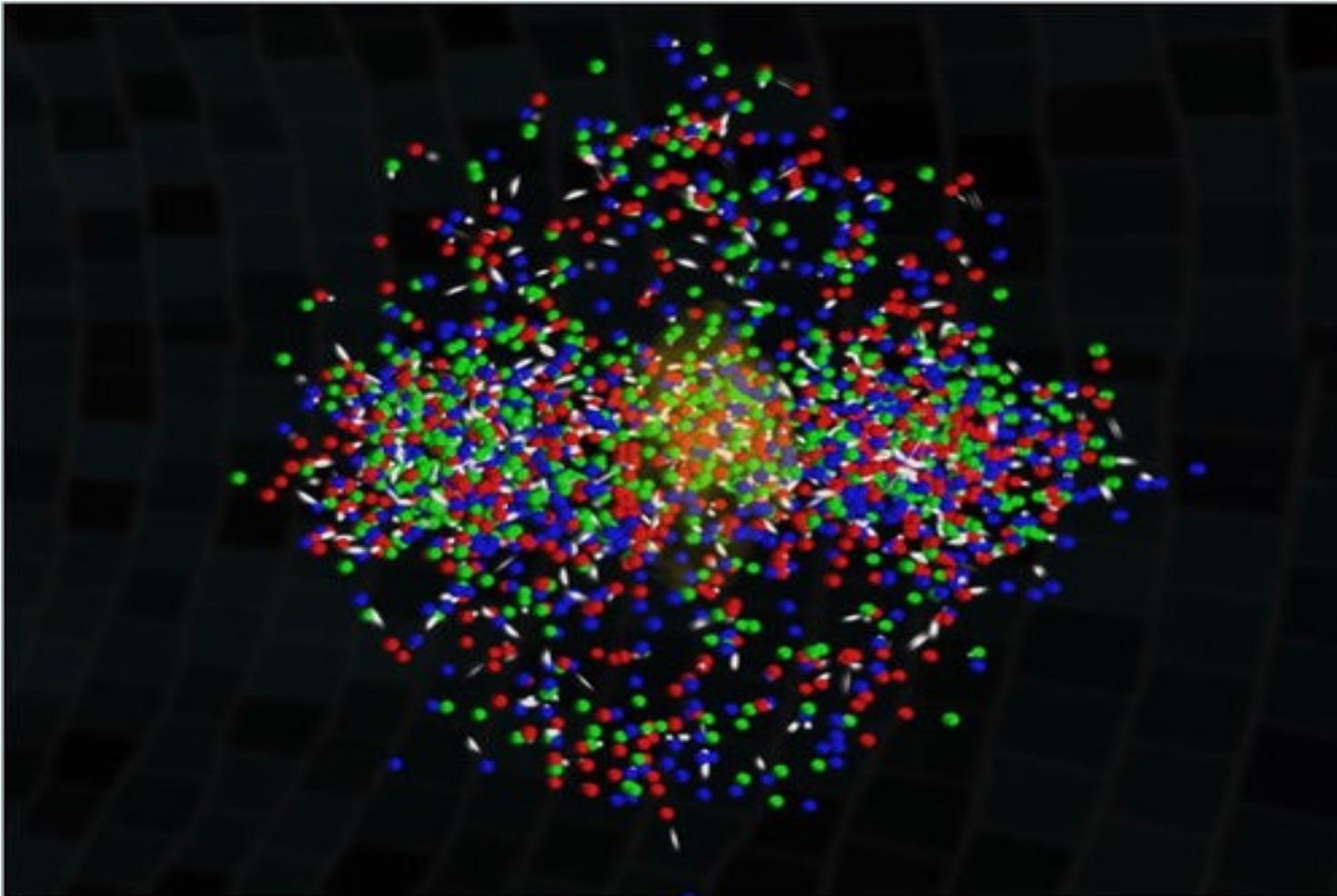
Cromodinâmica Quântica



- Descoberta entre os anos 50 e 60.
- Nobel de 2004 Gross, Wilczek, Politzer.
- Descreve a interação nuclear forte. Ocorre no núcleo atômico alterando a “cor” das partículas.
- Setor do modelo padrão: Quarks. Mediadores: Gluons.
- É a interação responsável pela coesão do núcleo atômico. Por isso o nome gluon.



Liberdade assintótica: A altas energias, os quarks e gluons são quase livres. Este estado é conhecido como plasma de quarks e gluons.



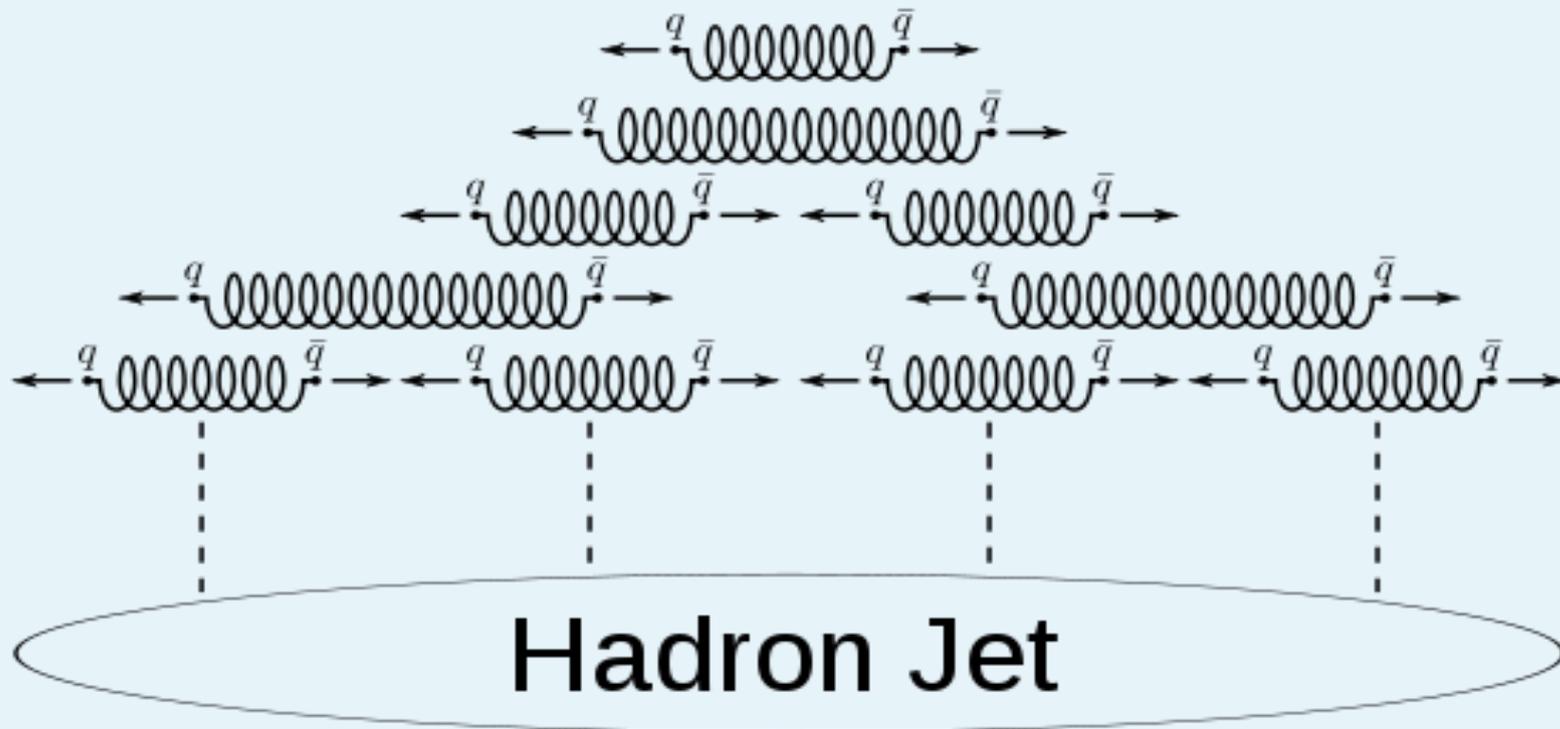
Confinamento: A baixas energias os quarks e gluons se unem formando os hadrons (prótons, neutrons, mesons...).

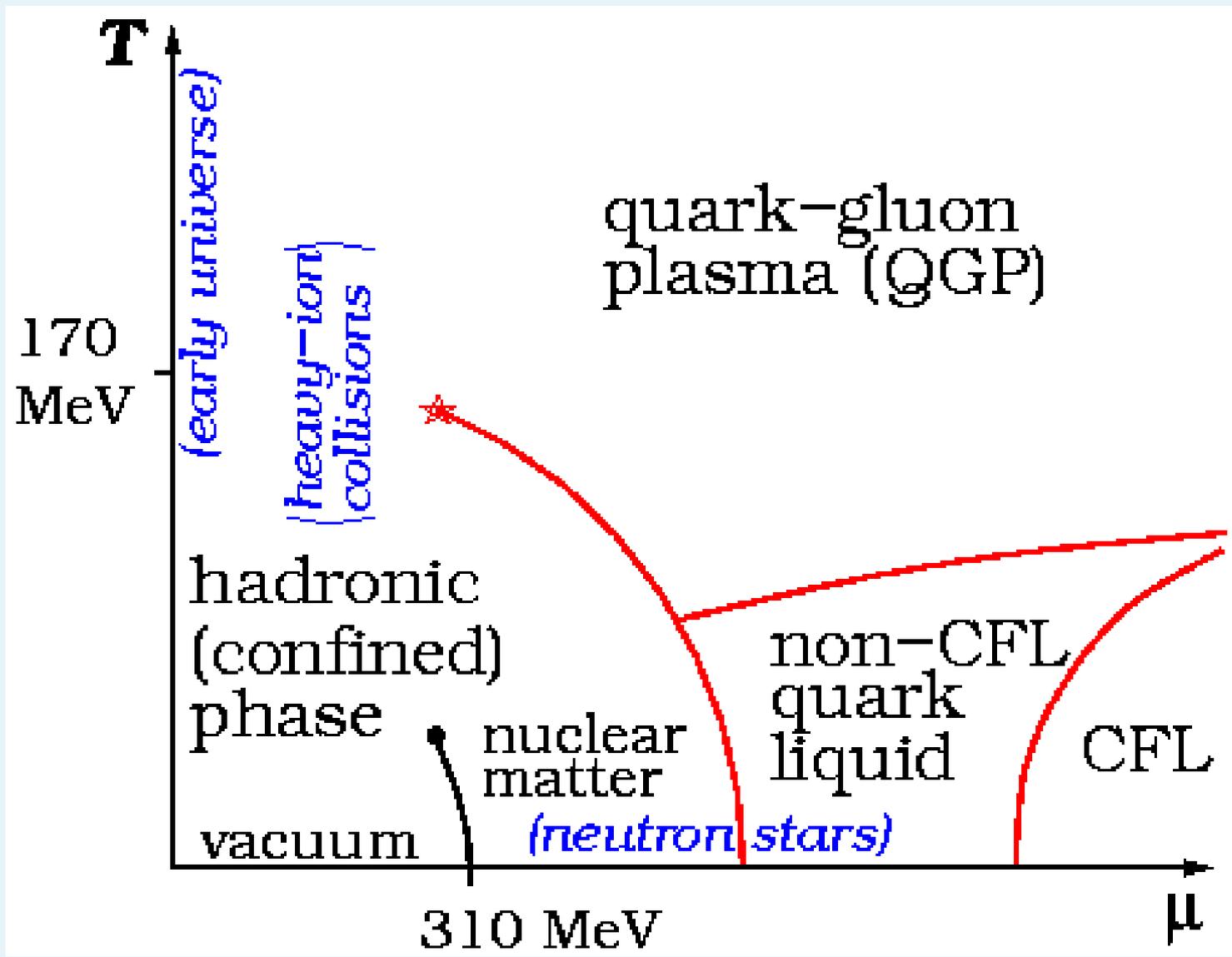
A interação entre quarks e gluons se torna tão forte que passa a ser impossível separar tais estados ligados.

Confinamento
de quarks...
... e gluons.

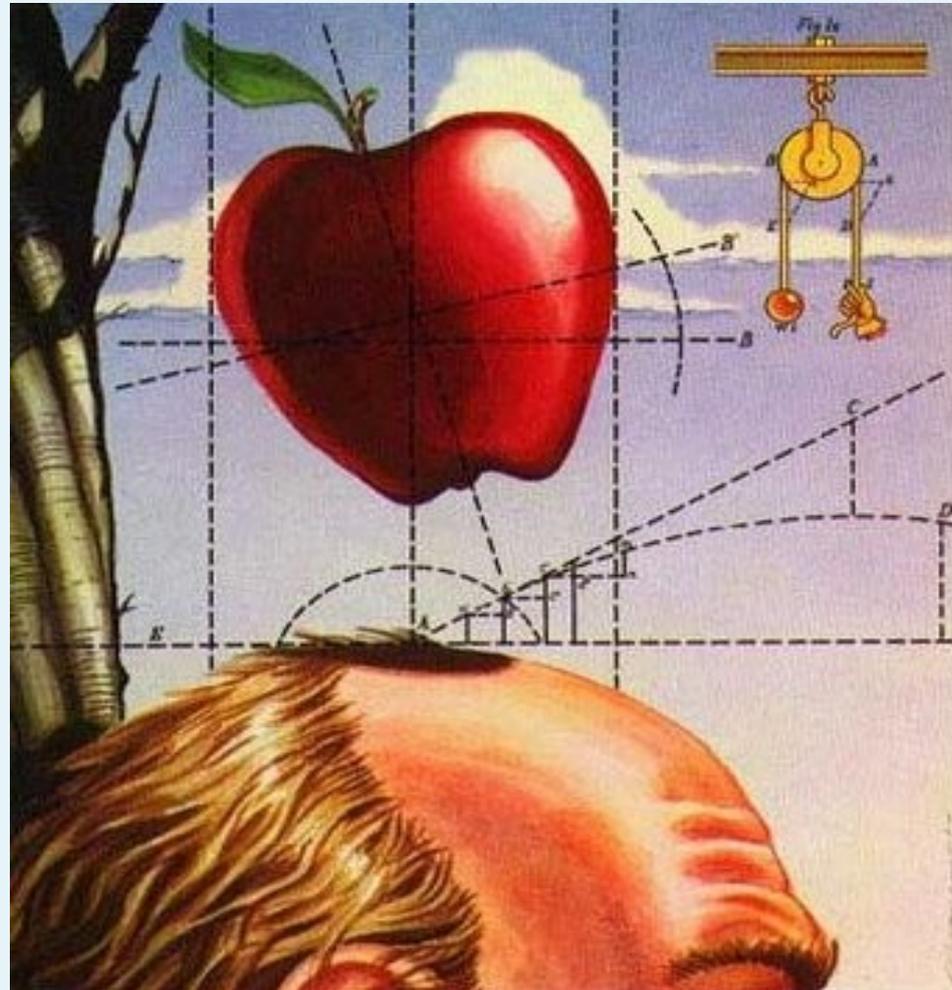


- O confinamento ainda é um desafio teórico. Não existe demonstração que a QCD prevê o confinamento. **Este problema vale US\$1.000.000,00!!!**





Gravidade Quântica

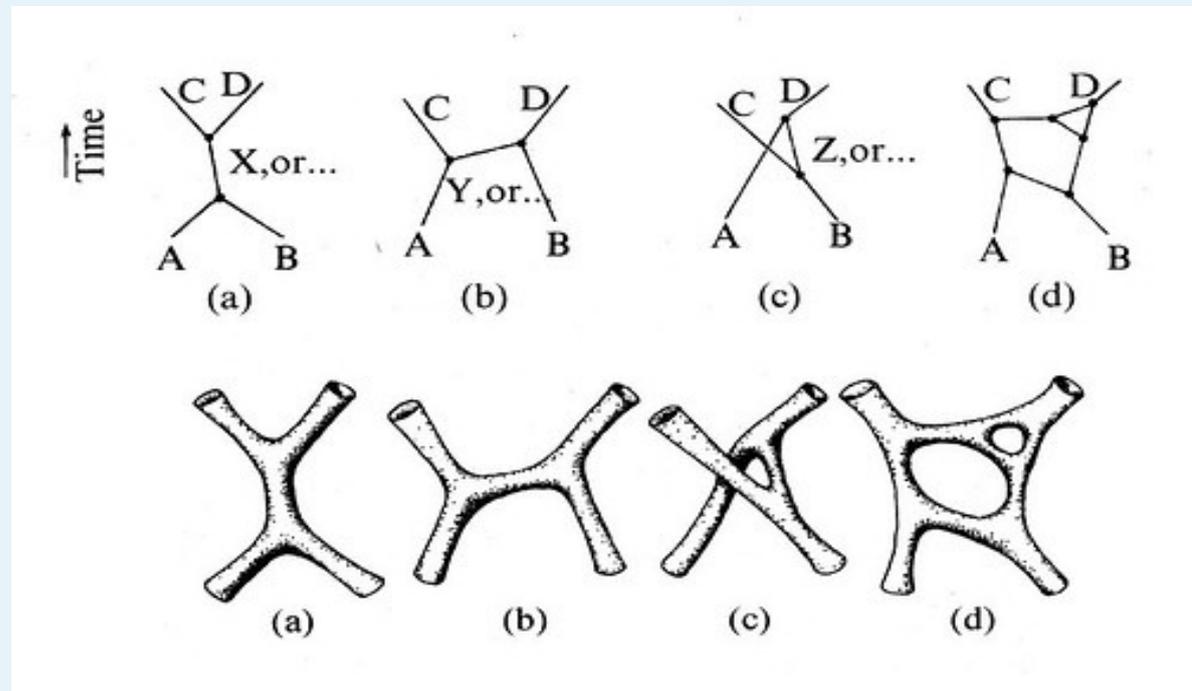


- A teoria da relatividade geral é incompatível com a teoria quântica de campos!!!
- Quase um século tentando quantizar a gravidade.



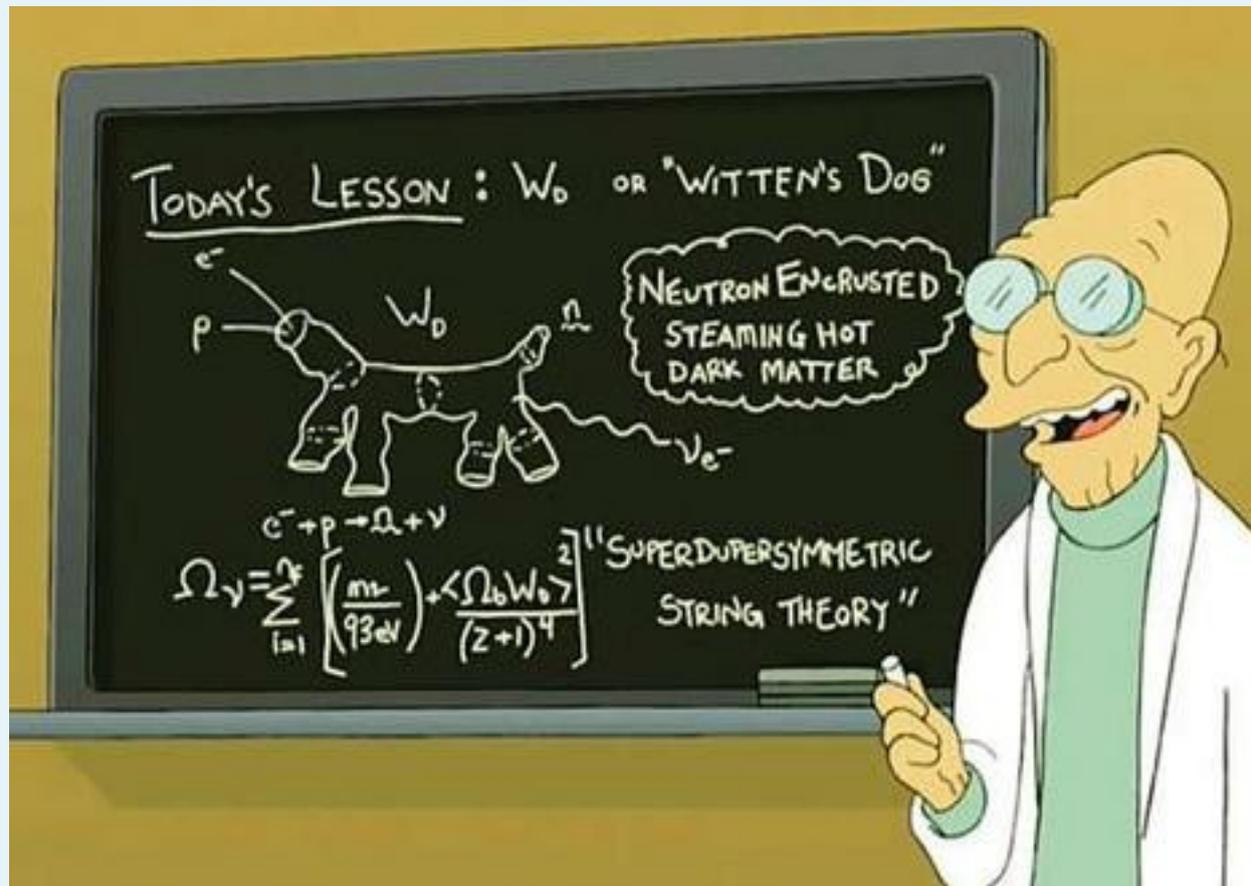
Teoria de cordas

- Possui todas as teorias dentro dela.
- Resolve o problema da gravidade tornando-a uma teoria efetiva.
- Não necessita de renormalização.
- Mas...



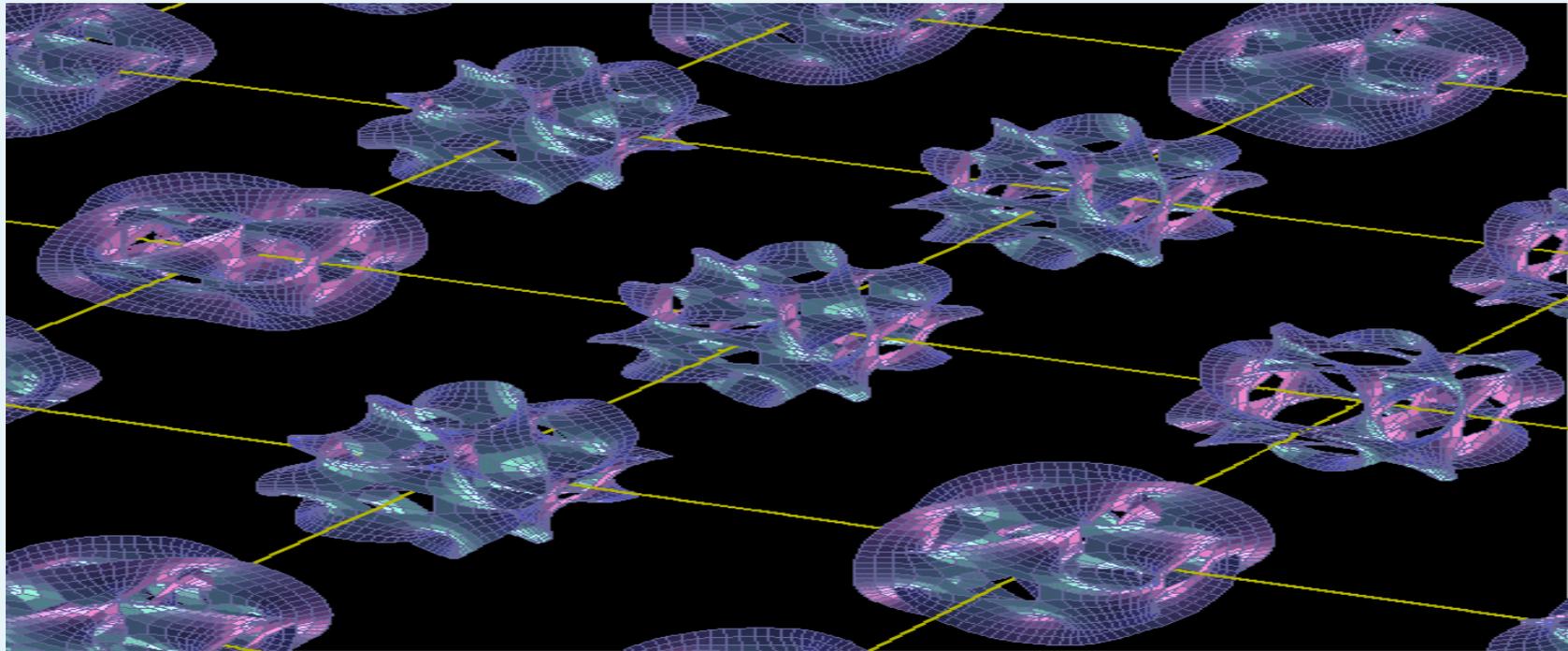
...

- Teoria de cordas – 26 dimensões.
- Teoria de supercordas – 10 dimensões.
- Ainda: mais (super) partículas, vácuo taquiônico...

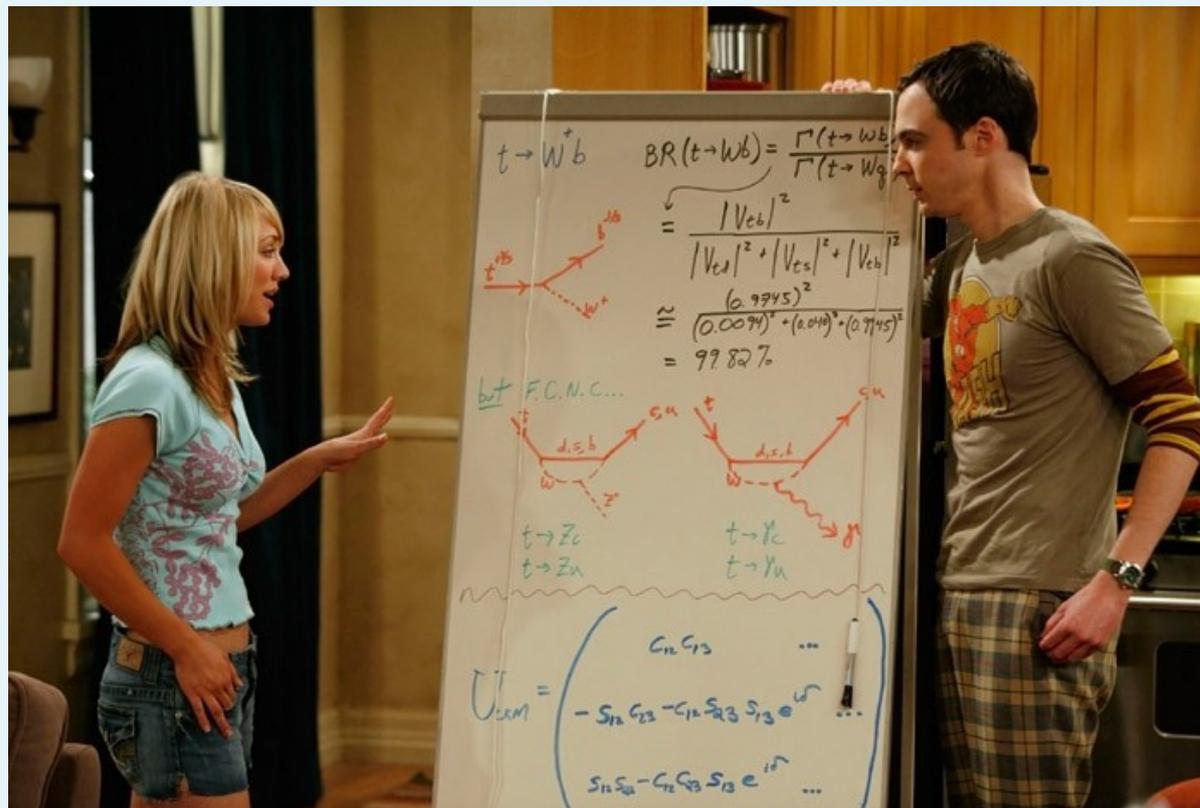


Loop quantum gravity

- Espaço-tempo discreto (quântico).
- Não possui a relatividade geral em seu limite efetivo.



Cordas, LQG, ou outras alternativas...
 Continuaremos em busca da gravidade quântica...

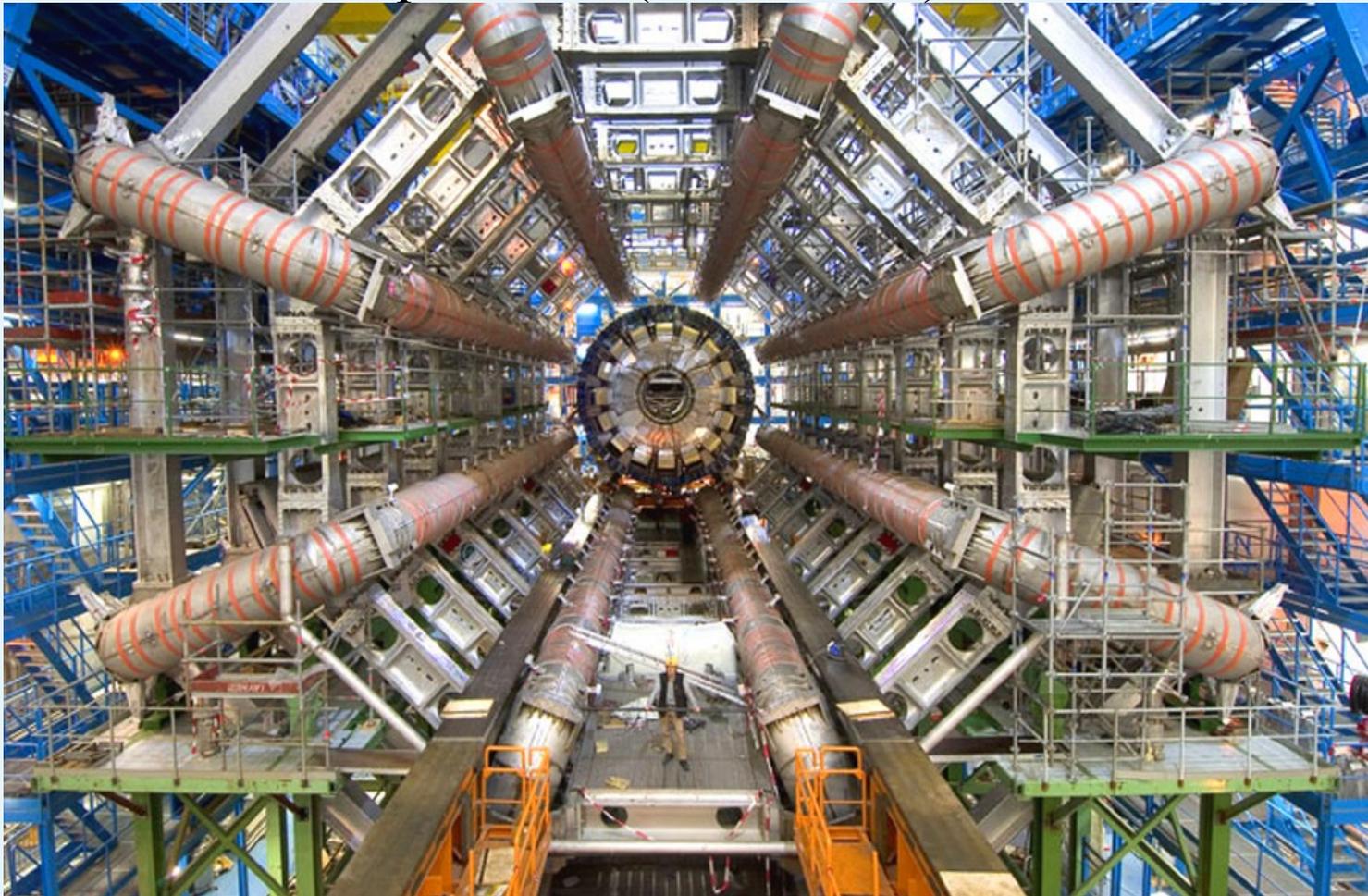


Large Hadron Collider



No LHC procuramos:

- O Higgs;
- Dimensões extras;
- Novas partículas;
- Fenômenos ainda não pensados (nova Física).



LHC

- Fica em Genebra, na fronteira da França com a Suíça.
- Possui 27Km de circunferência e fica a 100m de profundidade.
- Levou 26 anos para conclusão.
- Trabalham 2.000 físicos de 35 países + engenheiros, técnicos...
- Foram gastos US\$9.000.000.000,00.
- Temperatura na colisão de 10^{16} °C – 1 milhão de vezes mais quente que centro do Sol.



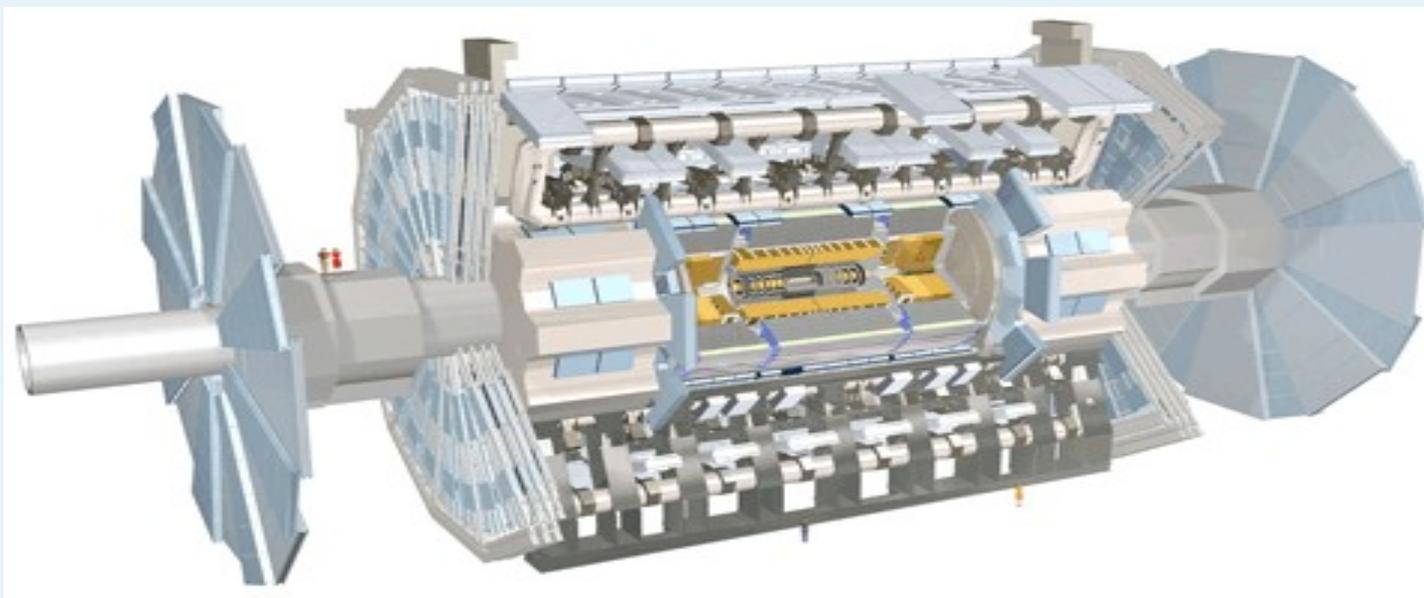
LHC

- Pot.máx.: - trilhões de prótons dão 11.245 voltas por segundo a 99,9999991% c .
- 600.000.000 de colisões por segundo.
- Maiores e melhores detetores já construídos.
- Rede de computadores mais rápida, avançada e maior do mundo.



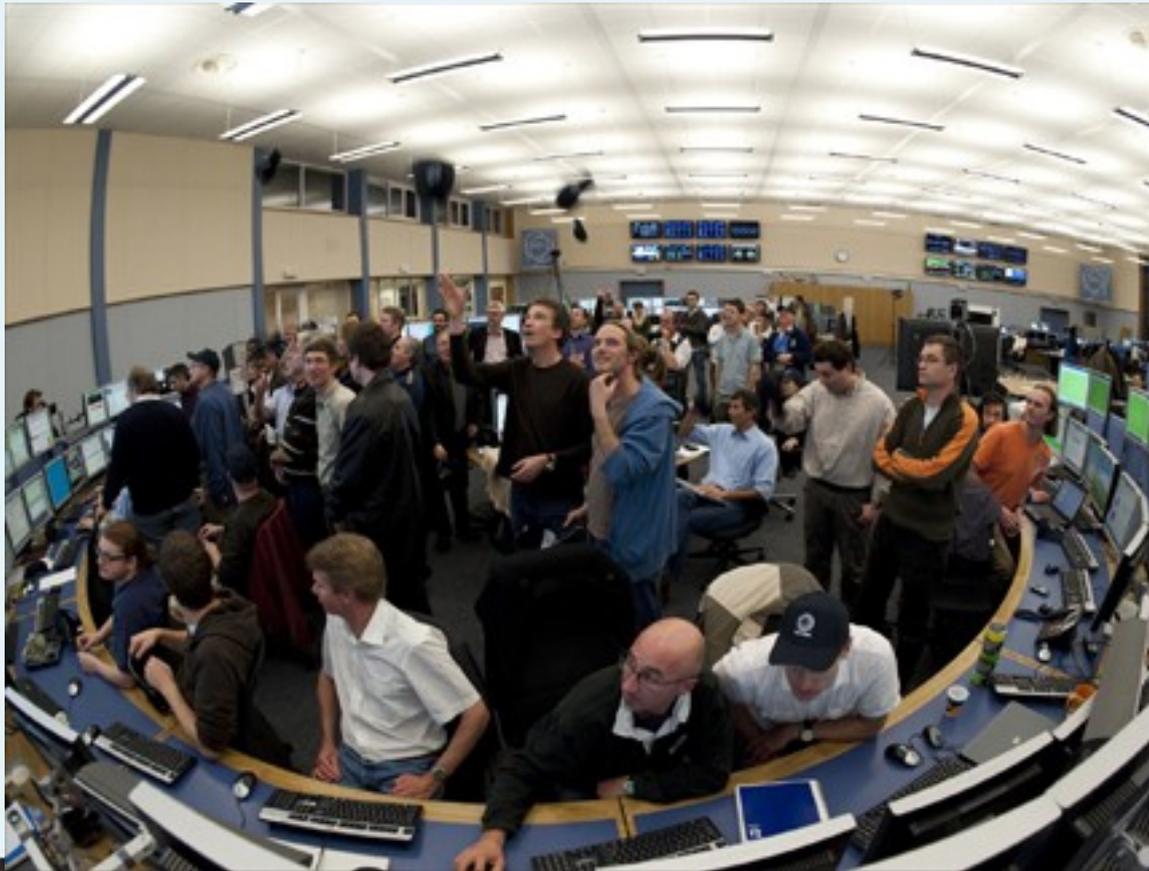
Experimentos

- ALICE: Plasma de quarks e gluons
- ATLAS: Higgs, dimensões extras, matéria escura...
- CMS: “. Mas com técnicas diferentes.
- LHCb: Assimetria matéria-antimatéria.
- TOTEM: Estrutura da matéria.
- LHCf: Raios cósmicos.



O LHC é a maior colaboração da história da humanidade onde 35 países abriram mão de suas diferenças para realizar um único objetivo: Entender a estrutura e o funcionamento do Universo.

<http://press.web.cern.ch/public/en/LHC/LHC-en.html>





**Finalmente encontraram o Higgs
no LHC**





THIS IS
THE END