

O MUNDO DAS PARTÍCULAS

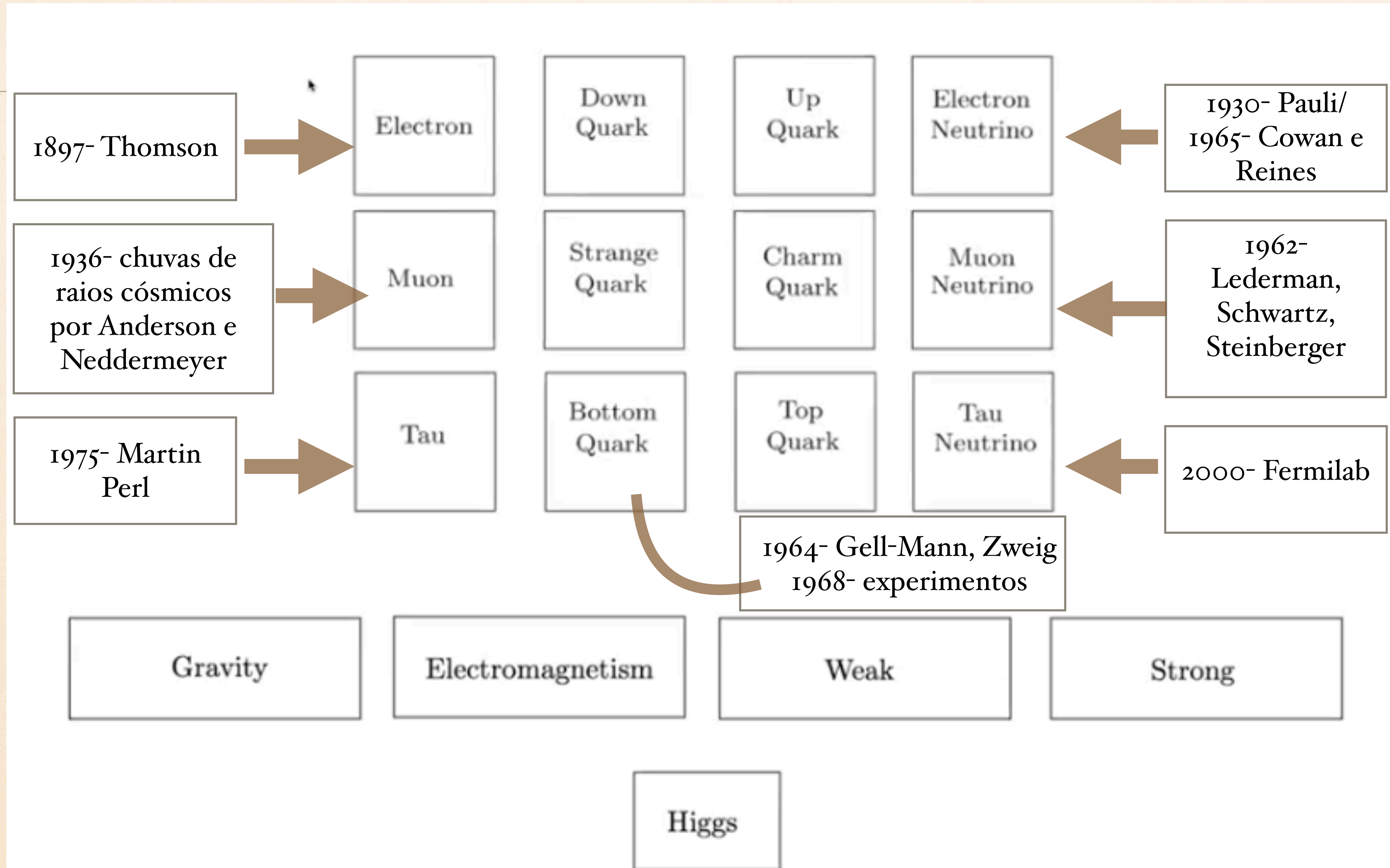
O MODELO PADRÃO

BASEADO NO SUMMER STUDENTS (CERN)

PRÉ-SOCRÁTICOS



O MODELO PADRÃO



1967
"A Model of Leptons"
- Weinberg

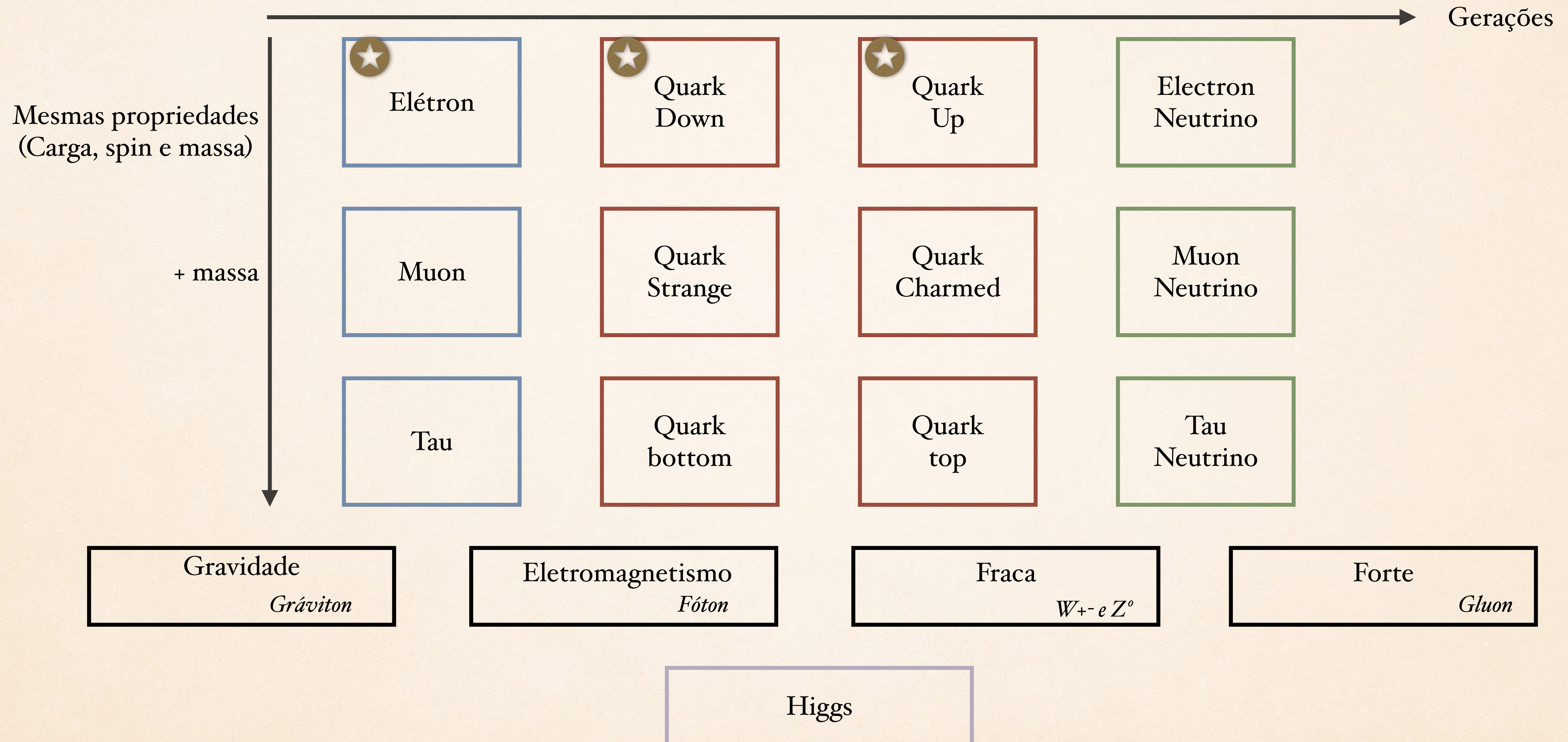


- Três partículas: (p,n,e)
- 1932: Descoberta do nêutron

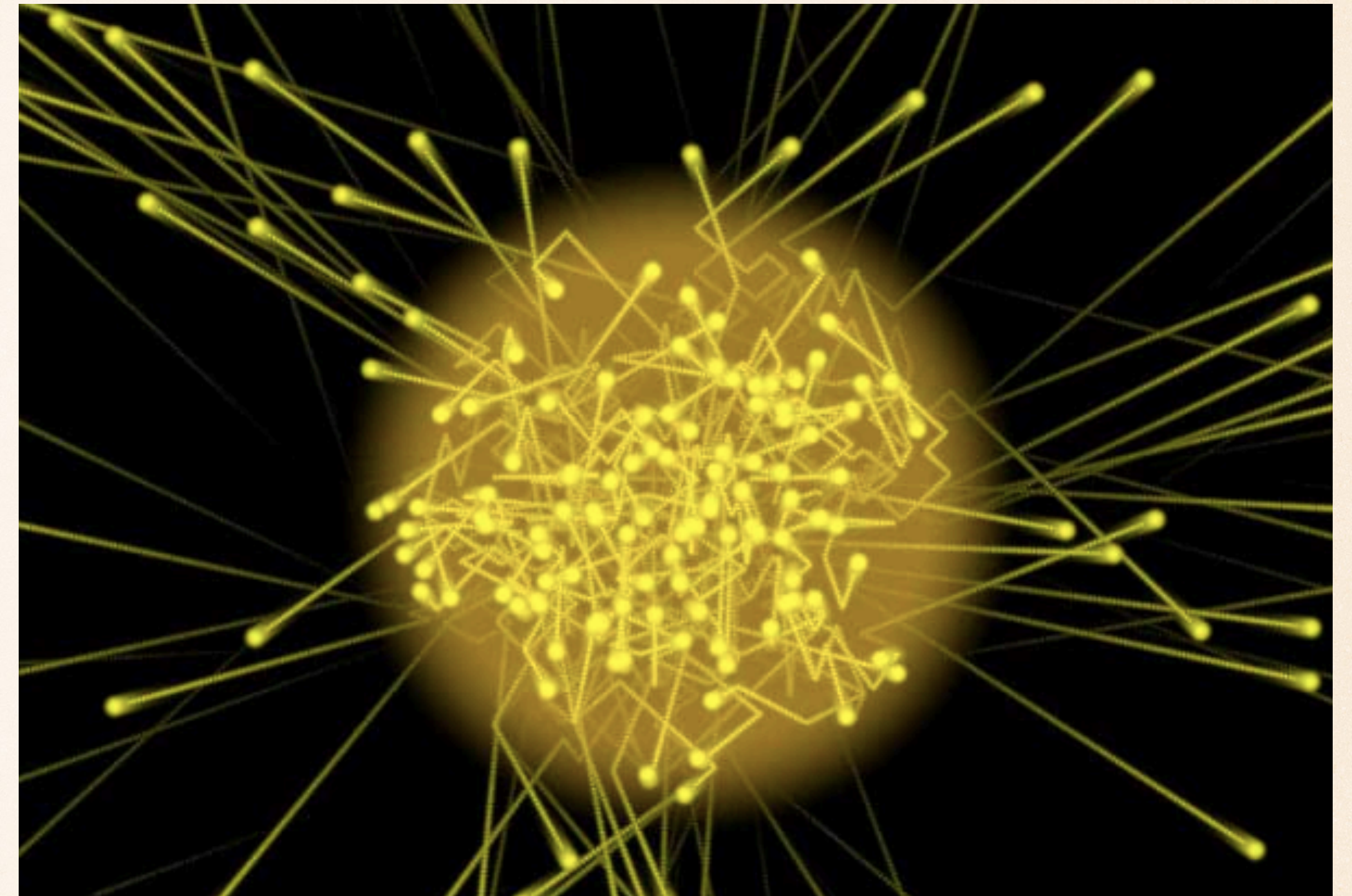
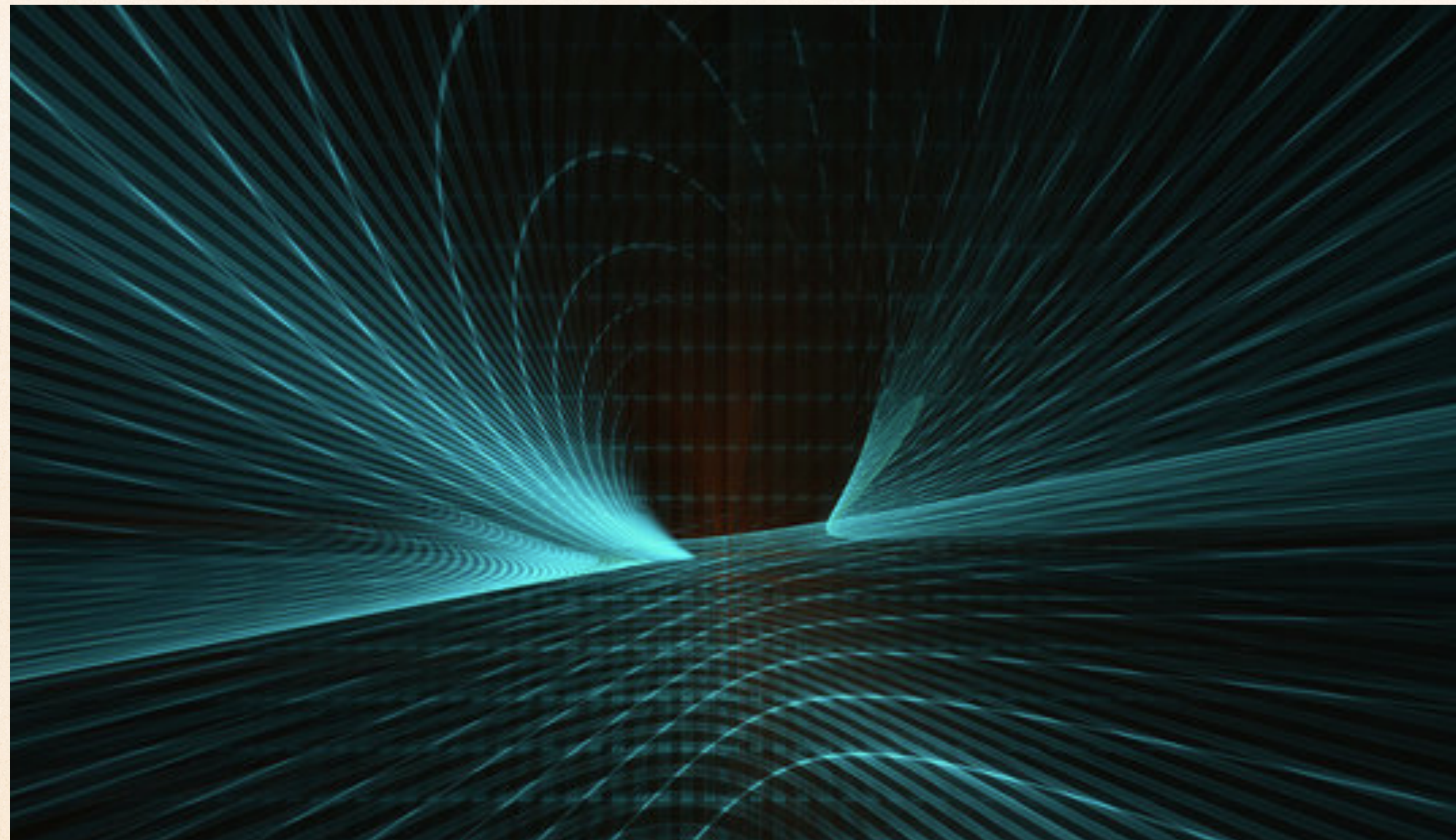
Três meses depois: pósitron...

STANDARD MODEL

12 PARTÍCULAS + 4 FORÇAS + BÓSON DE HIGGS

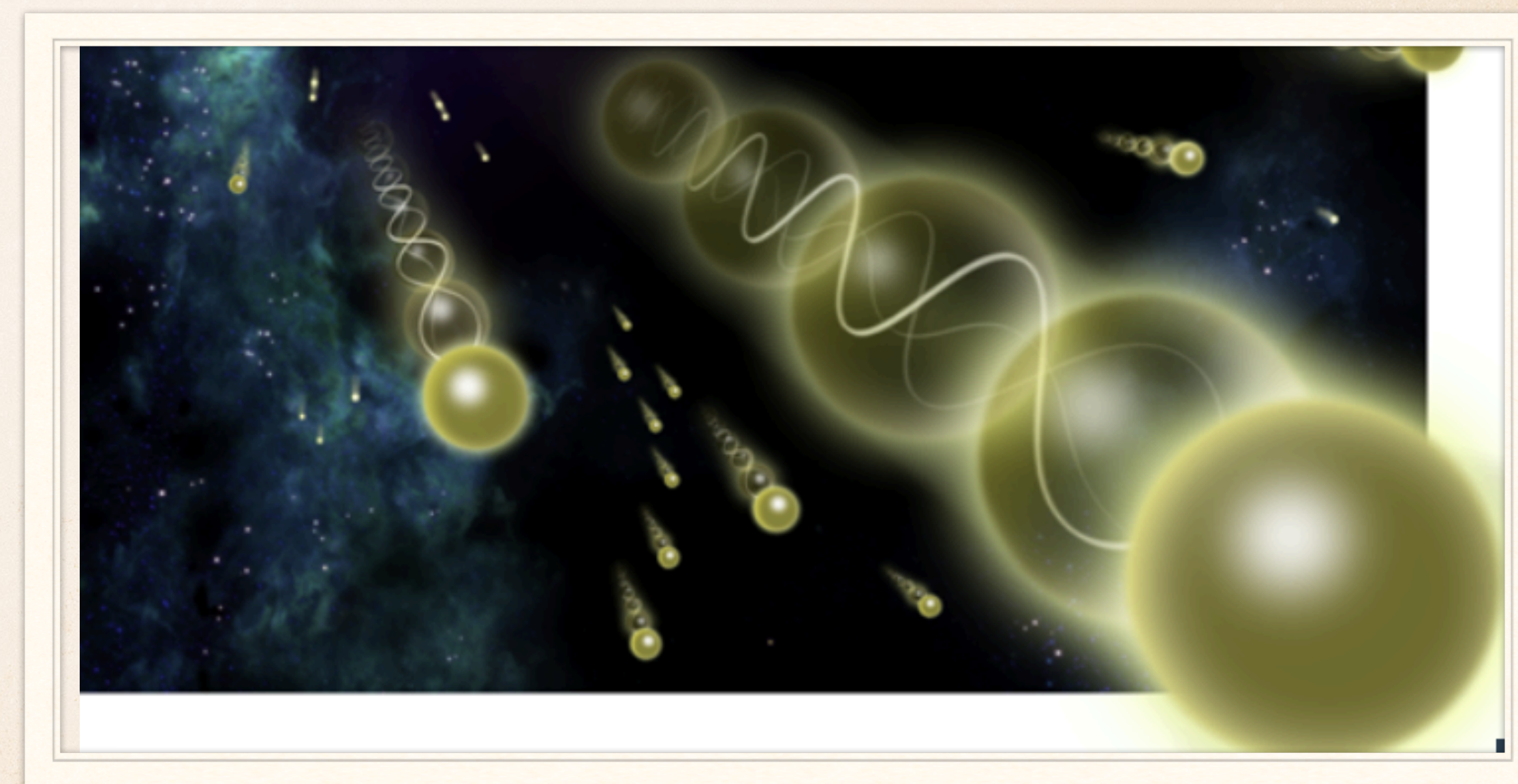
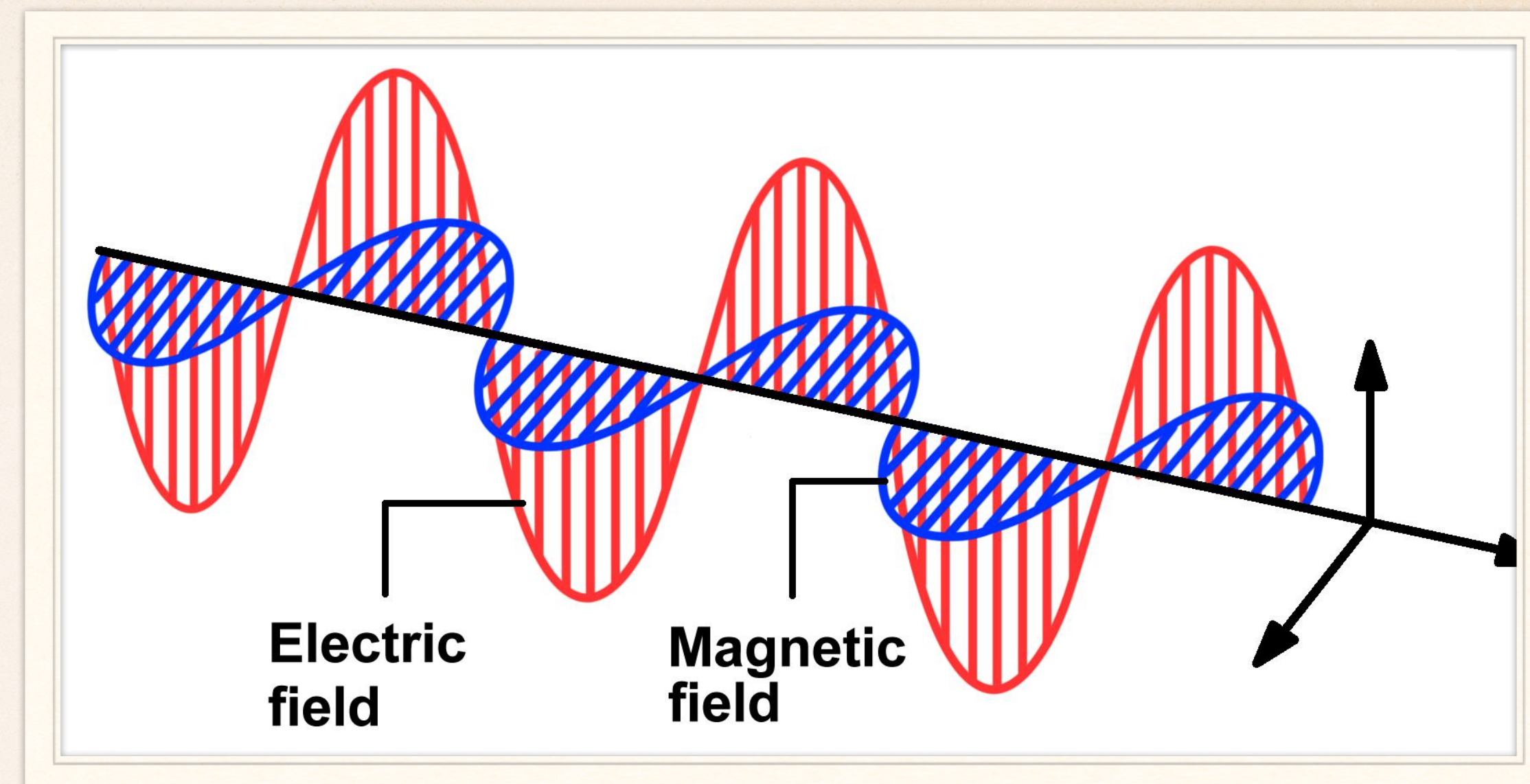


PRIMEIRA UNIFICAÇÃO: QUEM VEIO PRIMEIRO? CAMPO OU PARTÍCULA?





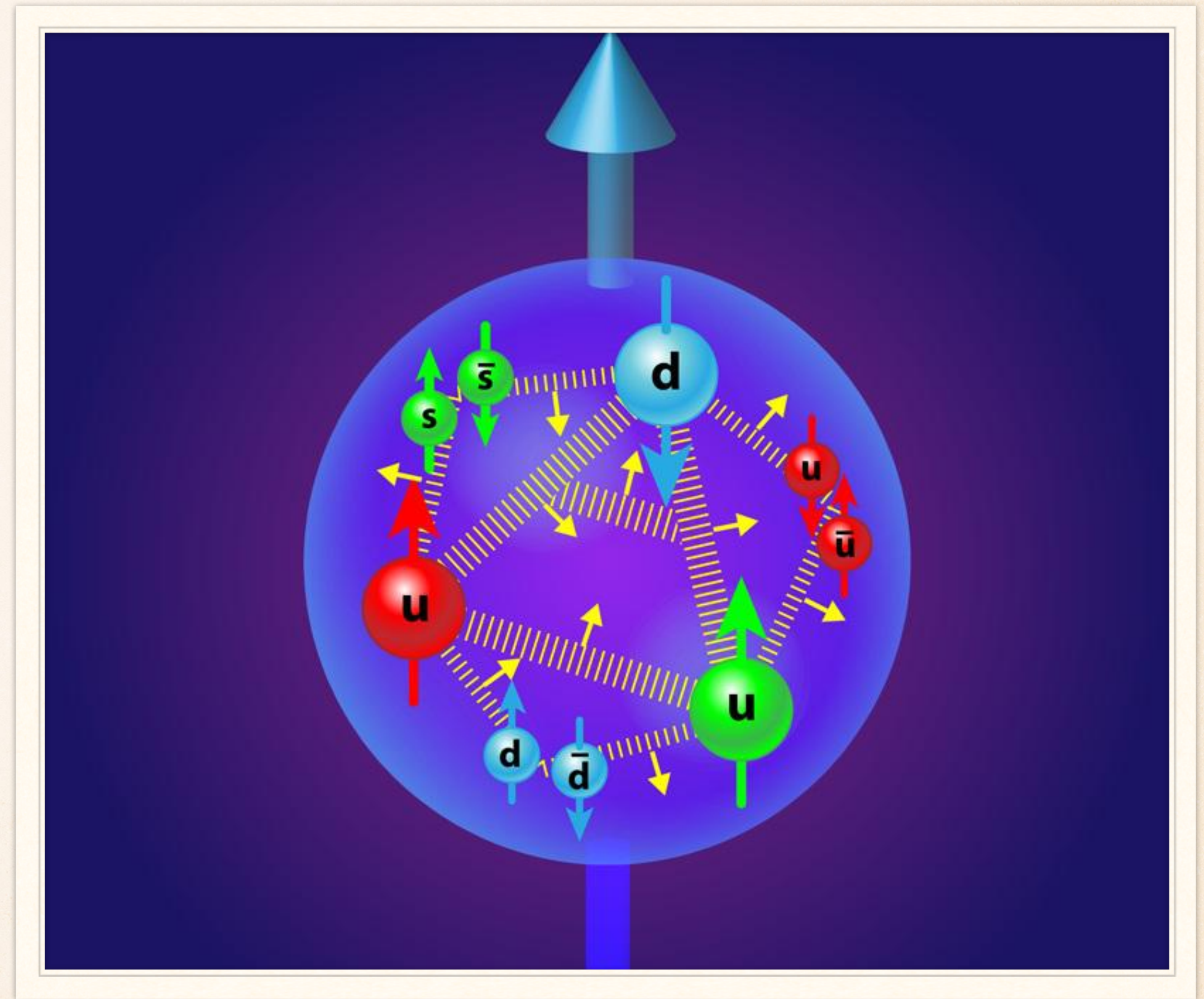
- ❖ Vetor magnético e elétrico e Ondulação: fóton
- ❖ Para cada partícula temos um campo associado (12 campos)
- ❖ As forças também são campos:
 - Eletromagnetismo: fóton
 - Forte: gluon
 - Fraca: W_{+-} e Z^0
 - Gravidade: Gráviton



RUPTURA: SOMOS FEITOS DE CAMPOS, NÃO PARTÍCULAS!

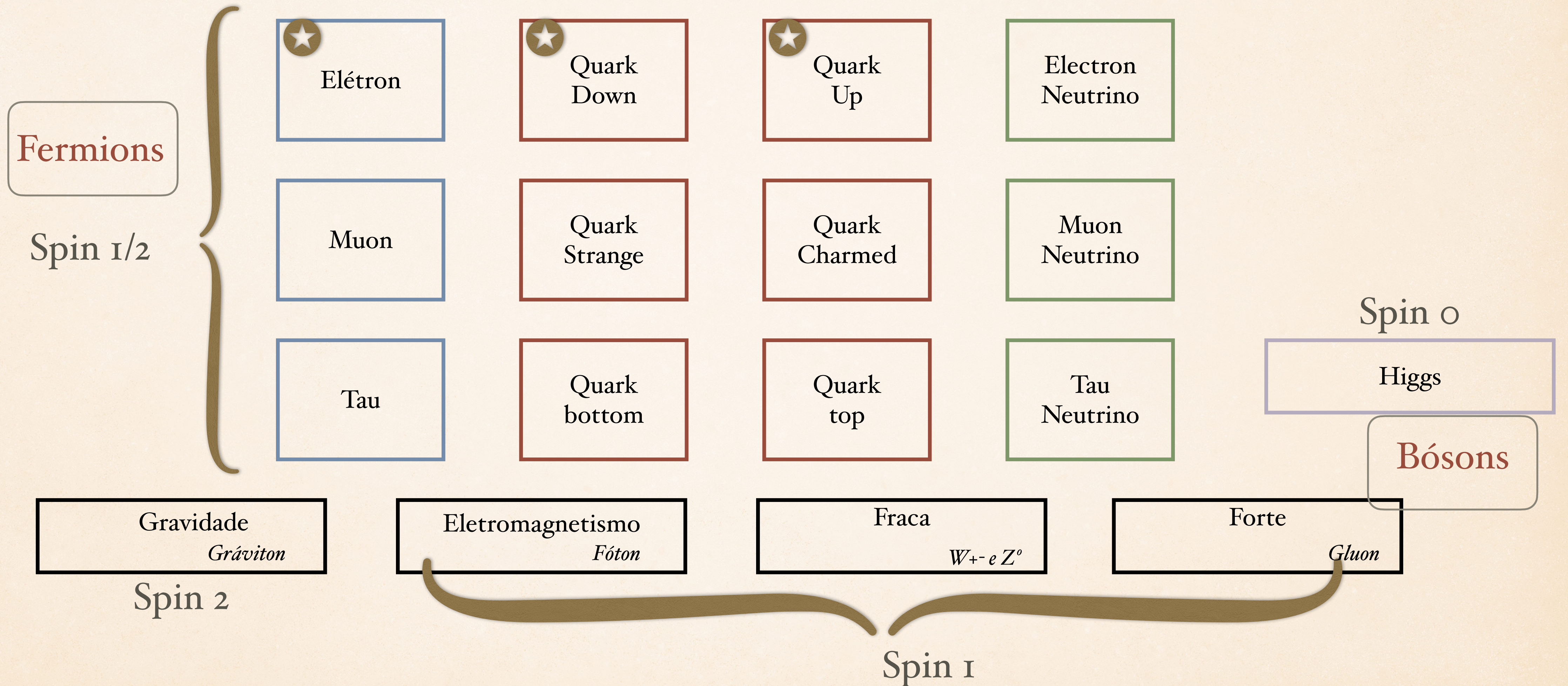
'MATTERFIELDS' \neq FORCEFIELDS'

- ❖ Essas ondulações que entendemos como partículas tem tendência a 'spin', que é um momento angular
- ❖ A diferença mora na quantidade de spin



STANDARD MODEL

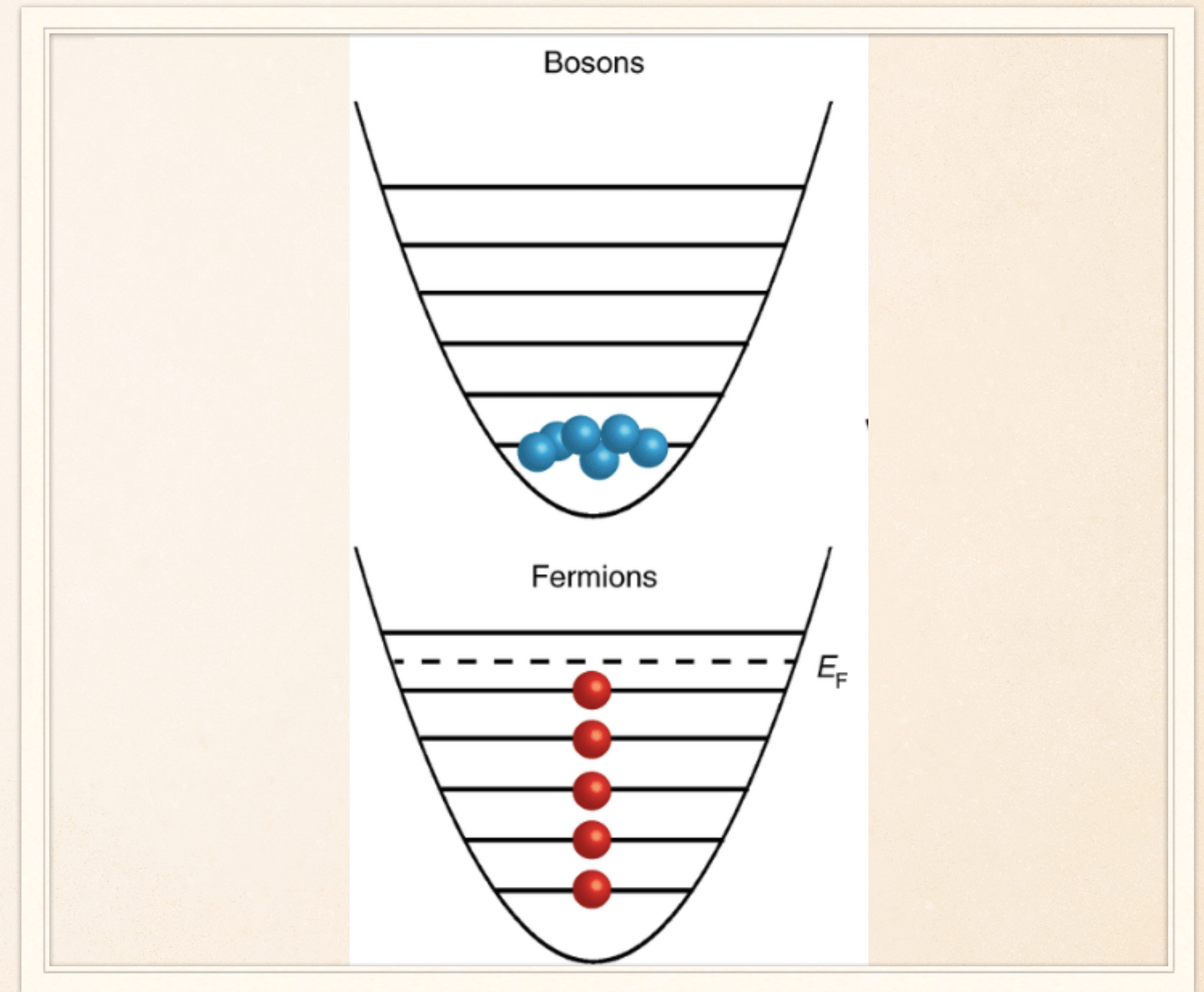
12 CAMPOS



SOBRE BÓSONS E FERMIONS

Princípio de Exclusão de Pauli

- ❖ Se aplica a fermions (spin 1/2)
- ❖ Duas agitações não podem estar no mesmo lugar
- ❖ Não se pode ocupar um mesmo espaço com o mesmo número quântico
- ❖ Fermions não conseguem interagir entre si
- ❖ Por isso, bósons exercem mediação - "sociáveis"
- ❖ Gluon - "cola"



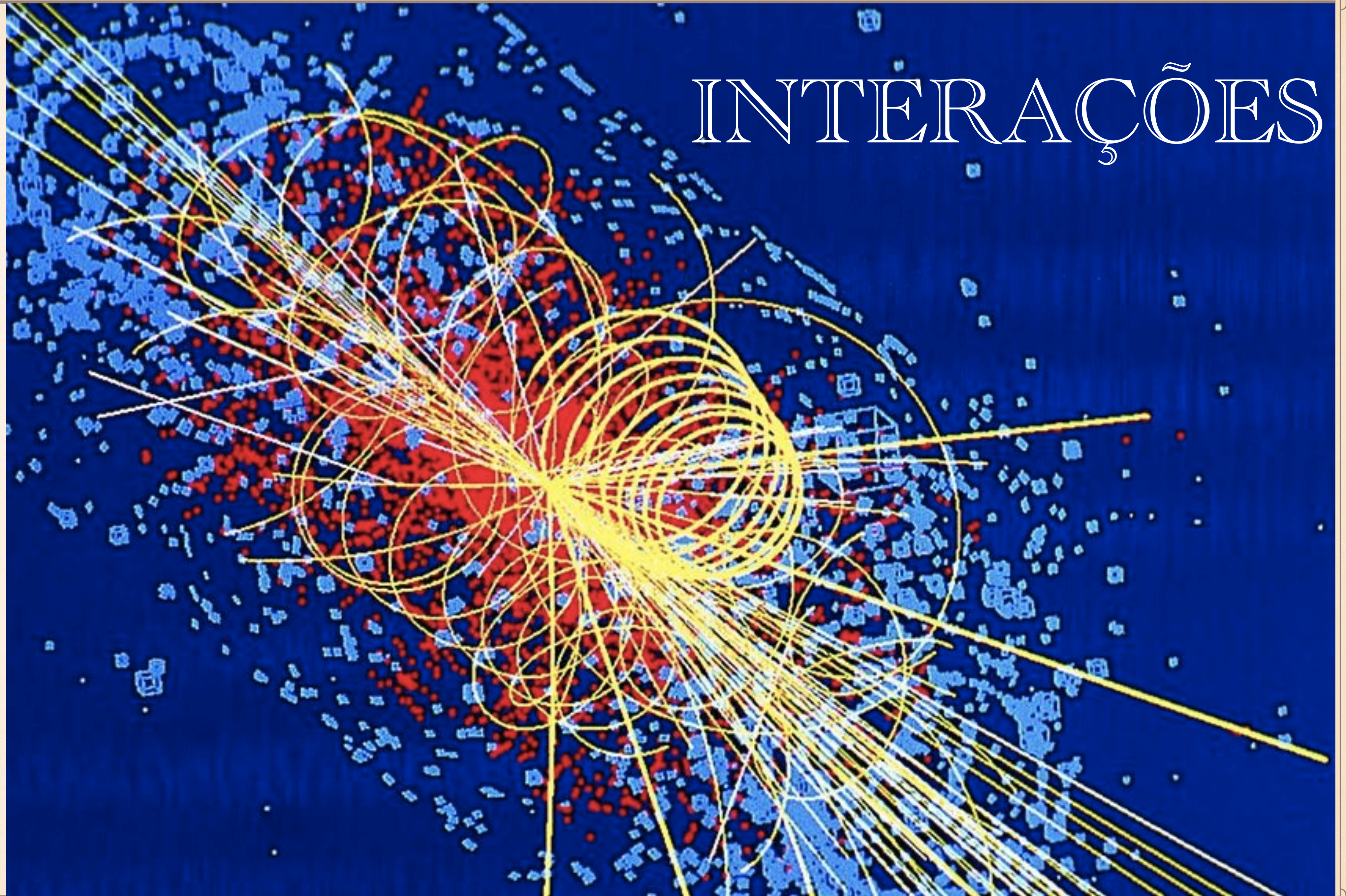
SOBRE FERMIONS...

Unidade de
Massa:
 $1\text{eV} \sim 1,6 \times 10^{-19}\text{ J}$
MeV

★ Elétron 1	★ Quark Down 9	★ Quark Up 4	Electron Neutrino $\sim 10^{-6}$
Muon 207	Quark Strange 186	Quark Charmed 2495	Muon Neutrino $\sim 10^{-6}$
Tau 3483	Quark bottom 8180	Quark top 340 000	Tau Neutrino $\sim 10^{-6}$

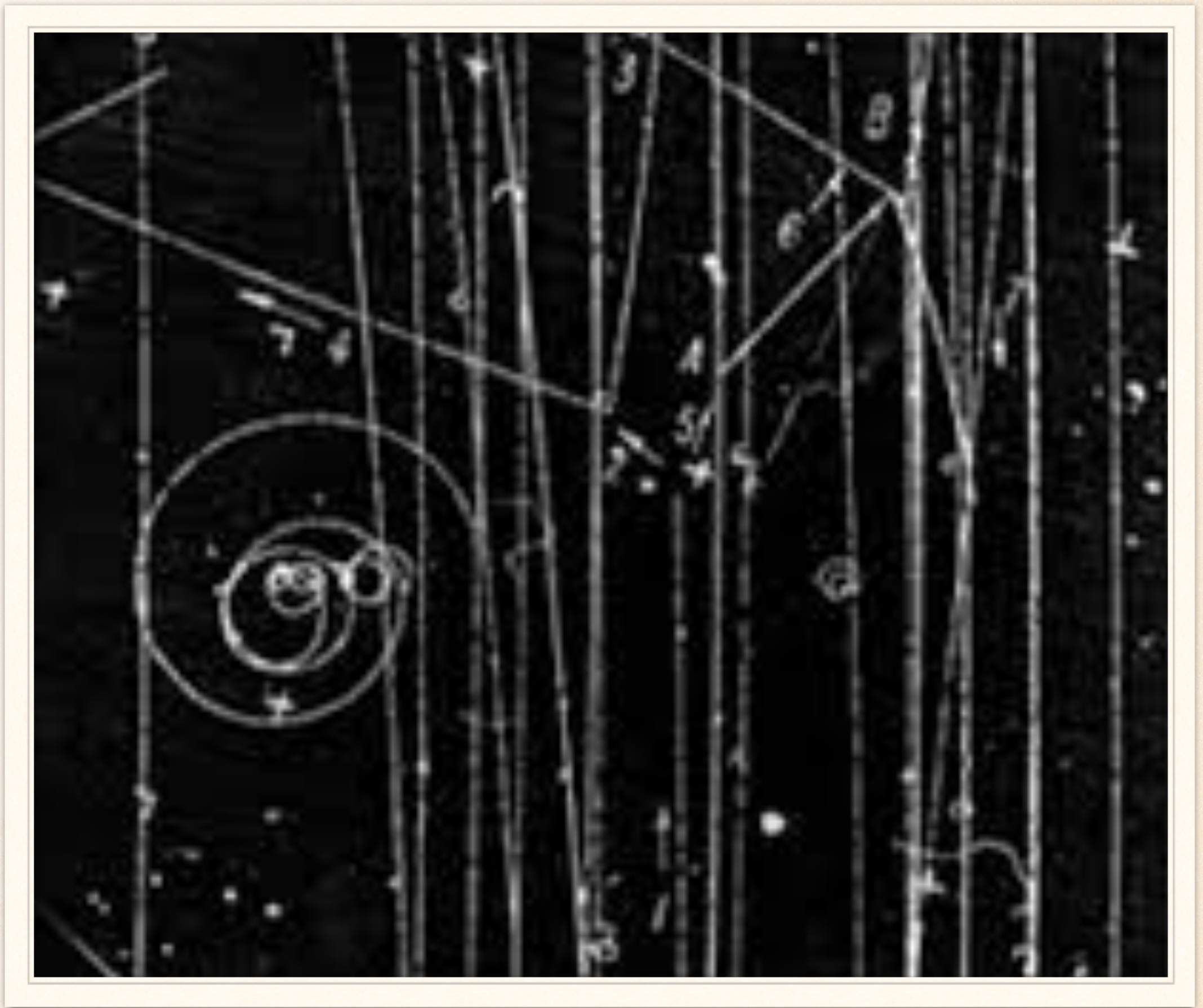
Equação de Dirac - Anti partícula

INTERAÇÕES



ELETROMAGNETISMO

- ❖ Mediado pelo fóton, partícula sem massa que é intercambiada.
- ❖ Como interage? Nós damos um número
- ❖ Baseado em carga



ELETTROMAGNETISMO

Carga:

-1

-1/3

+2/3

0

★
Elétron

★
Quark
Down

★
Quark
Up

Electron
Neutrino

Muon

Quark
Strange

Quark
Charmed

Muon
Neutrino

Tau

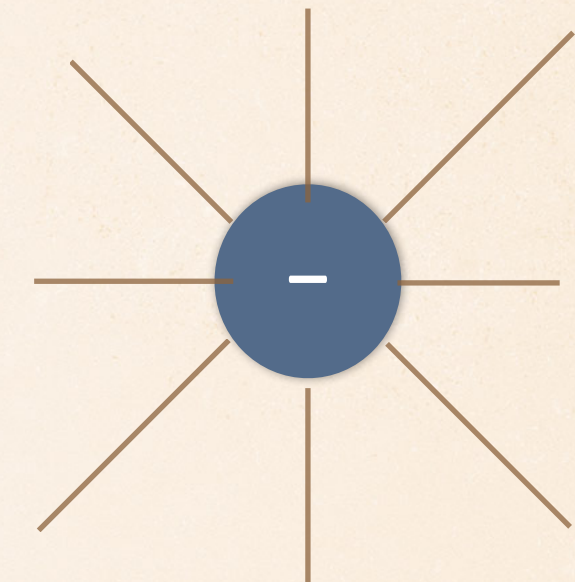
Quark
bottom

Quark
top

Tau
Neutrino

ELETROMAGNETISMO

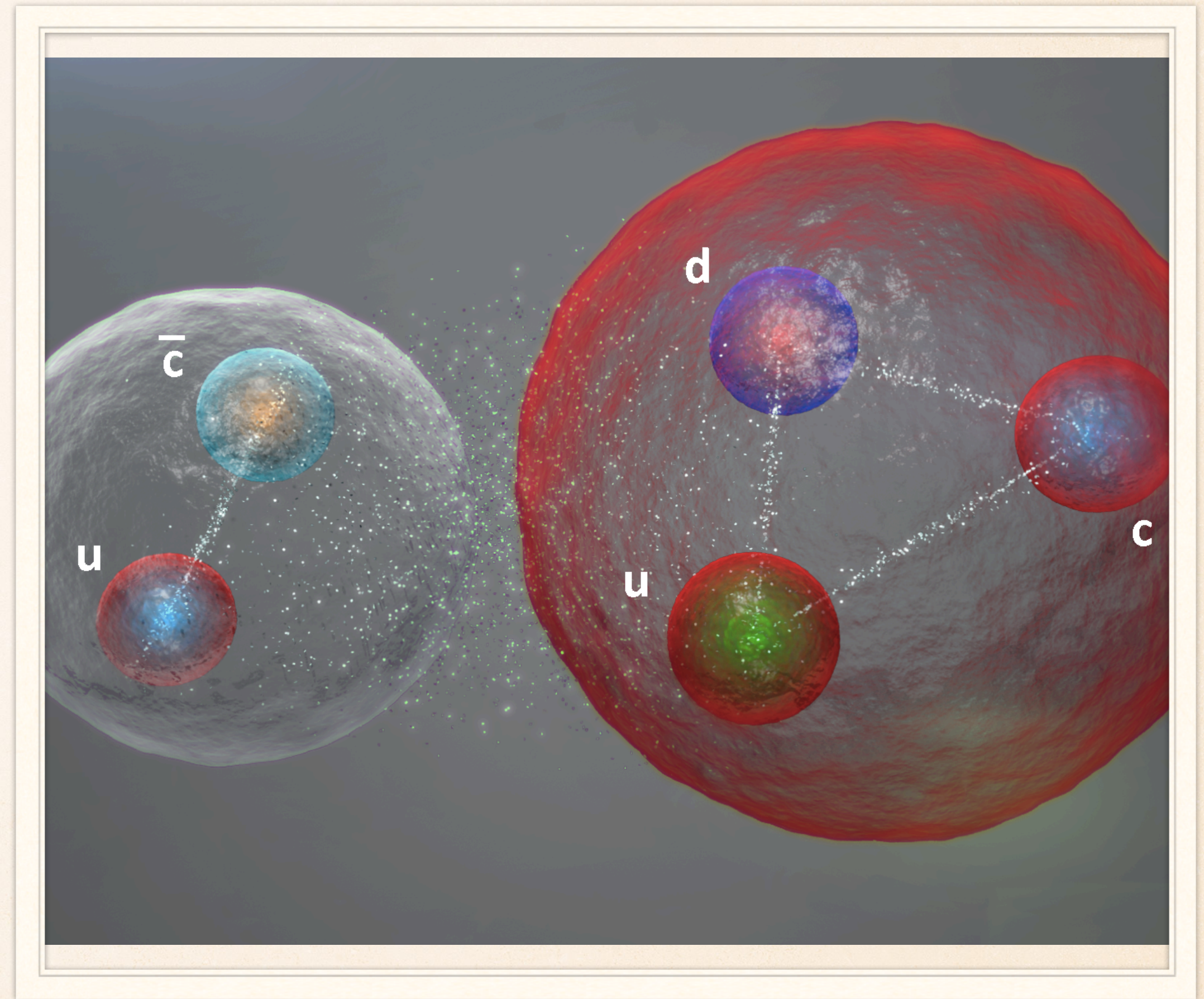
- ❖ Olhando apenas um elétron
- ❖ Expressão para cargas pontuais
- ❖ $r \rightarrow 0, E \rightarrow \infty$
- ❖ Energia aumenta com a proximidade
- ❖ Obs: correção de infinito, renormalização e coeficiente alfa



$$\mathbf{E} = \frac{e}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{\mathbf{r}}$$

FORÇA FORTE

- ❖ Quarks
- ❖ Gluon
- ❖ Hádrons: baryons - 3 quarks; mésons: quark anti-quark



FORÇA FORTE

Interage:

Não

Sim

Sim

Não

★
Elétron

★
Quark
Down

★
Quark
Up

Electron
Neutrino

Muon

Quark
Strange

Quark
Charmed

Muon
Neutrino

Tau

Quark
bottom

Quark
top

Tau
Neutrino

Definição de
quarks:
interagem pela
força forte

Por que não interagem? Tem tudo a ver com “cores”...

FORÇA FORTE

❖ Matrizes:

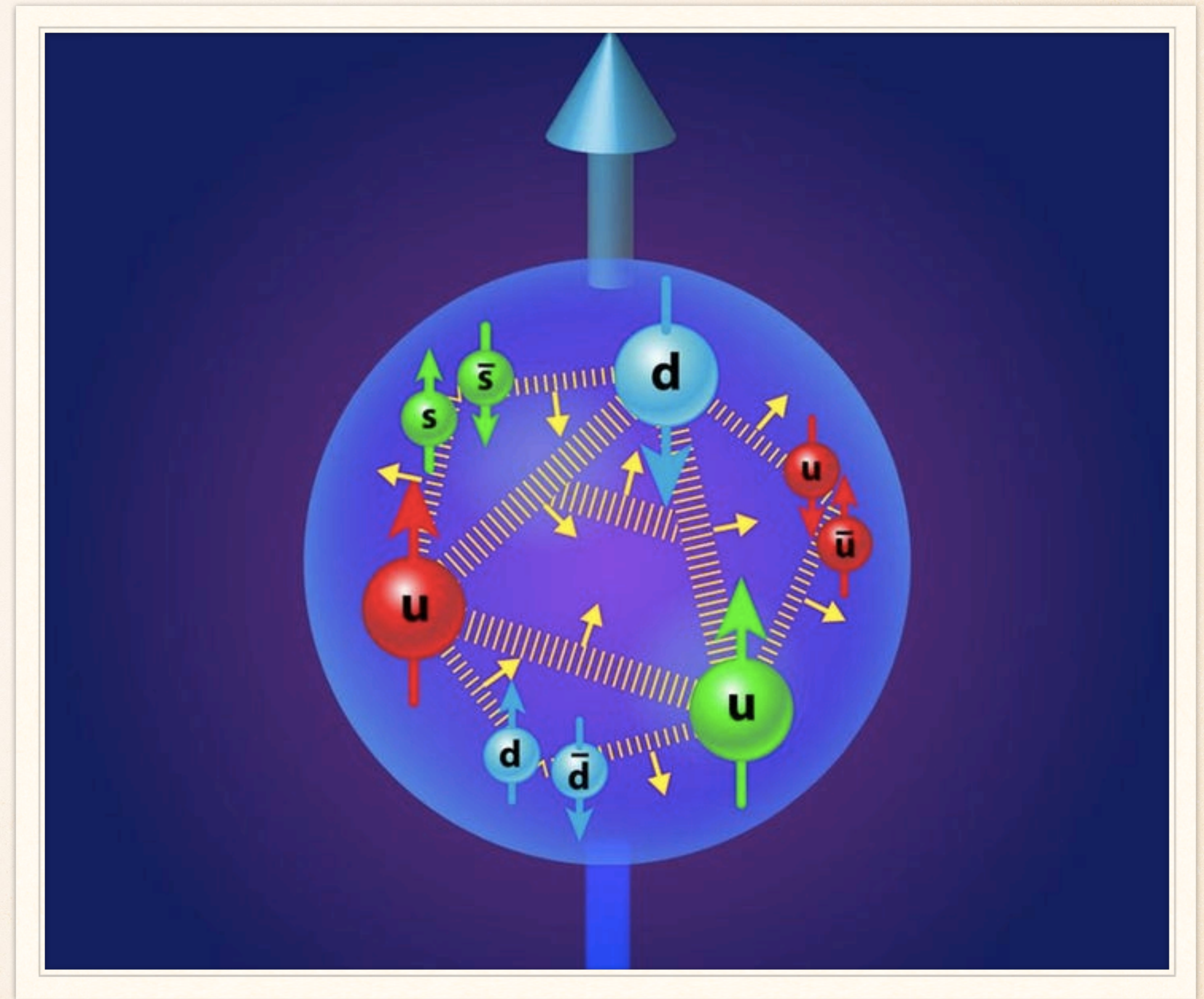
-1x1: Eletromagnetismo (Carga)

-2x2: Fraca

-3x3: Forte

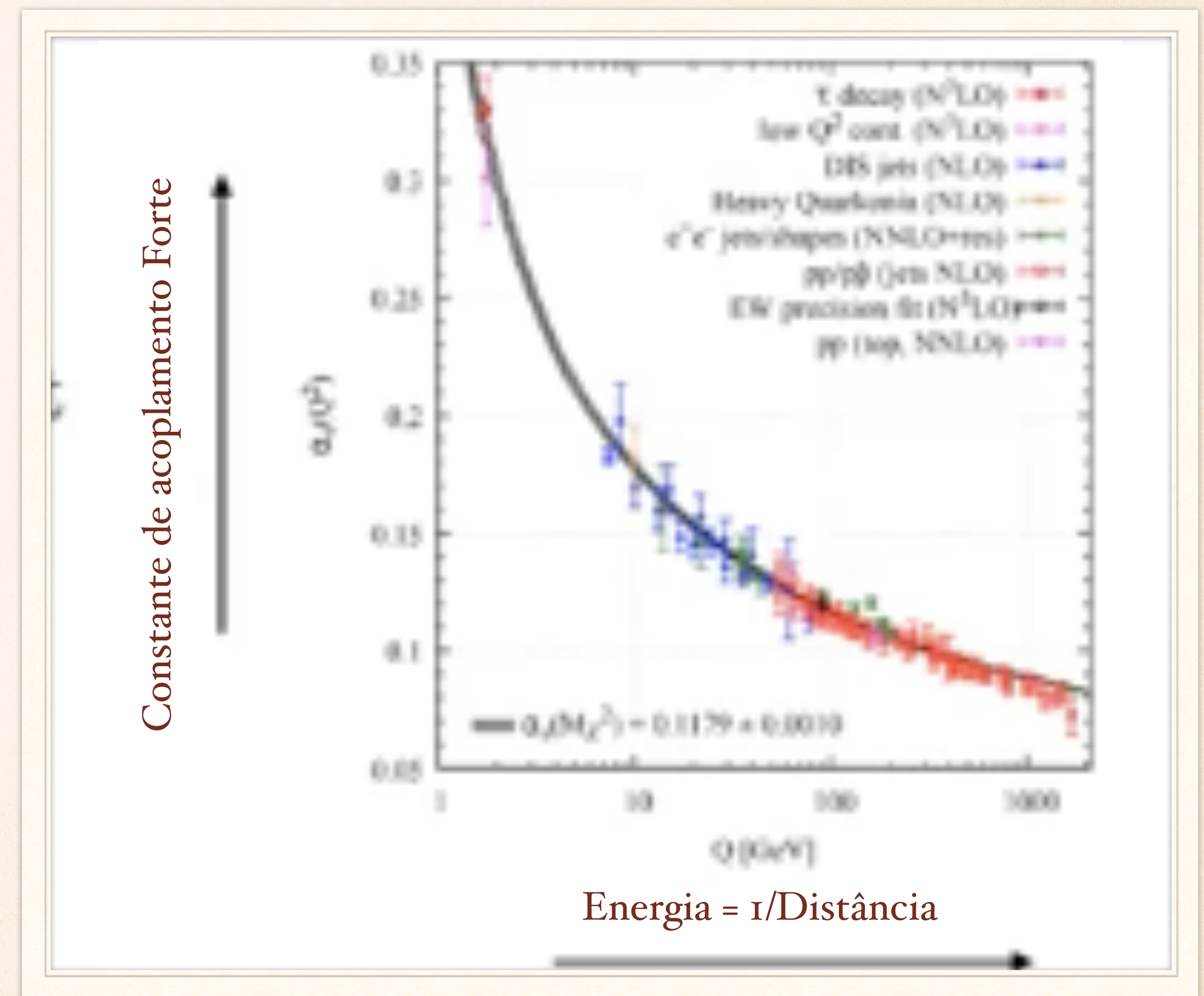
❖ Cada quark vem com uma cor:
vermelho, verde ou azul

❖ $1 + 3 + 3 + 1 = 8$ partículas/ geração



POR QUE A FORÇA FORTE É FORTE?

- ❖ Funciona demandara oposta ao eletromagnetismo
- ❖ Quanto maior a escala, maior a força!
- ❖ Indo para maiores distâncias, a força forte fica mais forte!
- ❖ Confinamento dos quarks
- ❖ Plasma



BÁRIONS, MÉSONS E A QUESTÃO DA MASSA

- ❖ São hádrons - feitos de quarks
- ❖ Barions (3 quarks)
 - Próton (uud): $M_p \sim 938,28 \text{ Mev}$
 - Nêutron (udd): $M_n \sim 939,57 \text{ Mev}$
- ❖ Mésons (quark anti-quark). Píons:

$\pi^0 \pi^- \pi^+$

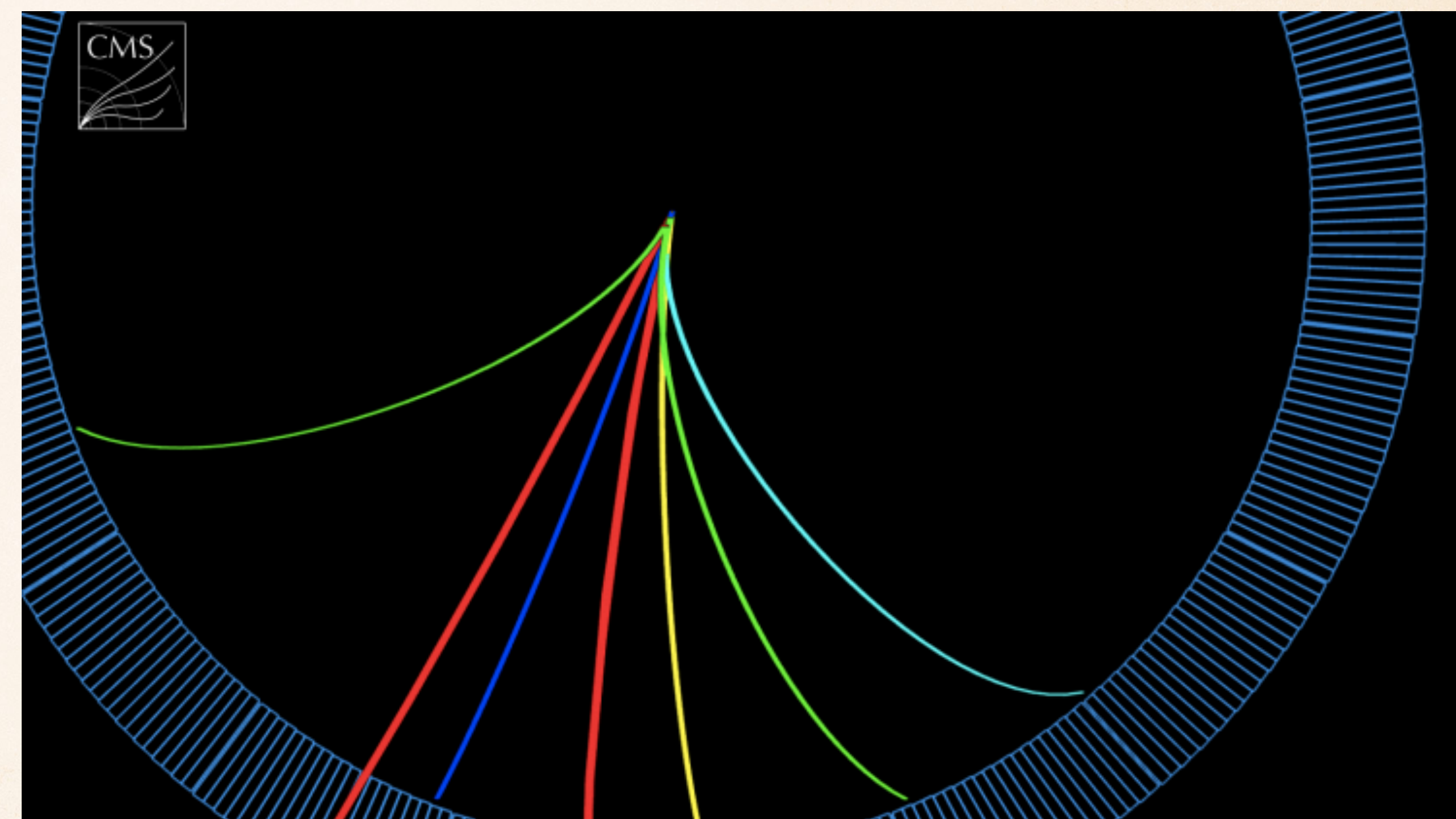
❖ Questão da massa:

$M_d = 5 \text{ Mev}$ e $M_u = 2 \text{ Mev}$

Então de onde vem a massa?

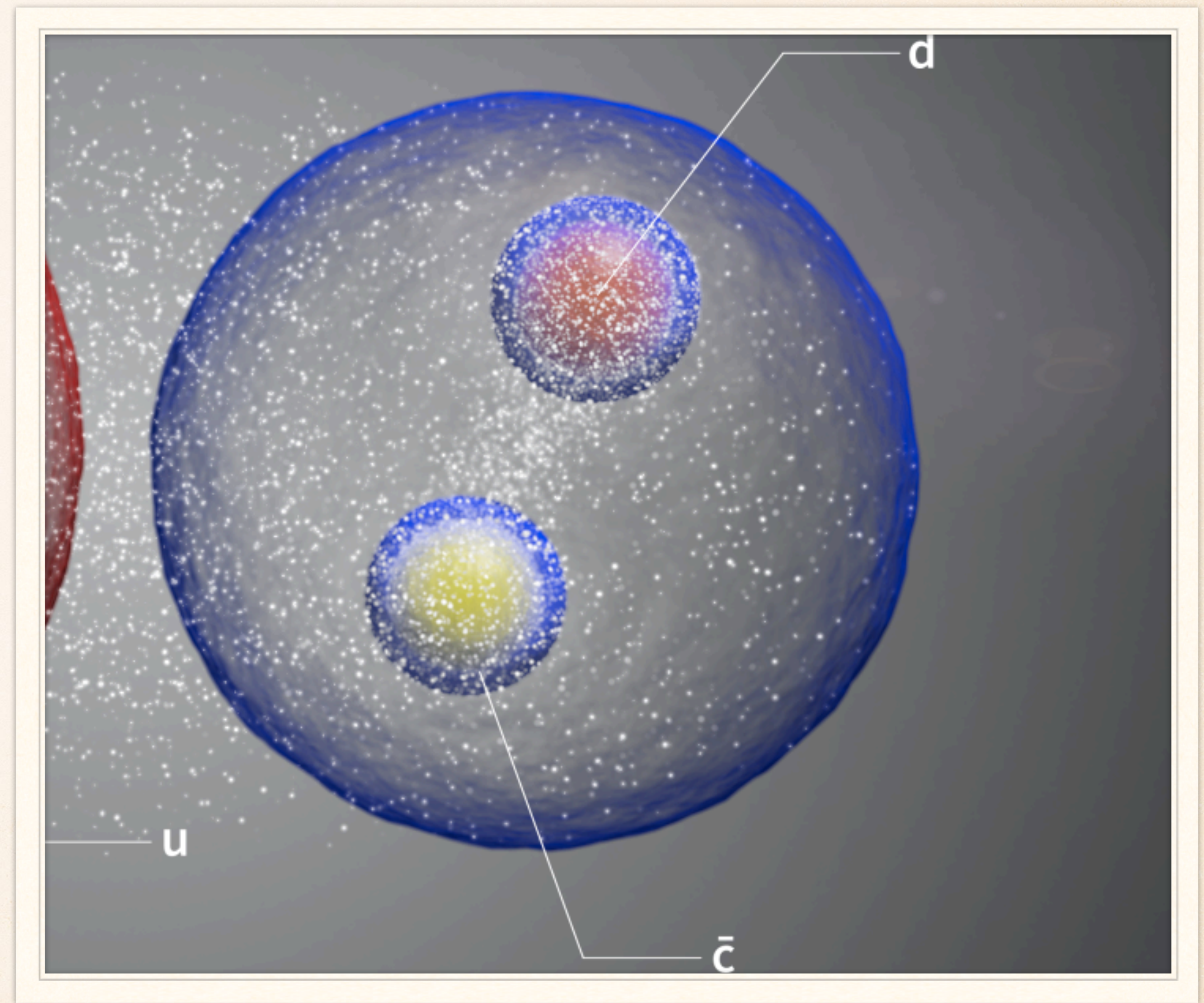
QUESTÃO DE MASSA

- ❖ Fotografia: centenas de pares quarks anti-quark e glúons aparecem e desaparecem por causa das flutuações da força forte
- ❖ Não tem só 3 quarks, mais 3 quarks a mais que anti-quarks



MÉSONS

- ❖ Pion: spin 0
- ❖ Mediador da força forte
- ❖ Força forte compõe mésons
- ❖ Mésons “colam” baryons



HOJE

- ◆ História
- ◆ Modelo
- ◆ Campo
- ◆ Férmions
- ◆ Eletromagnetismo
- ◆ Força forte
- ◆ Questão de massa