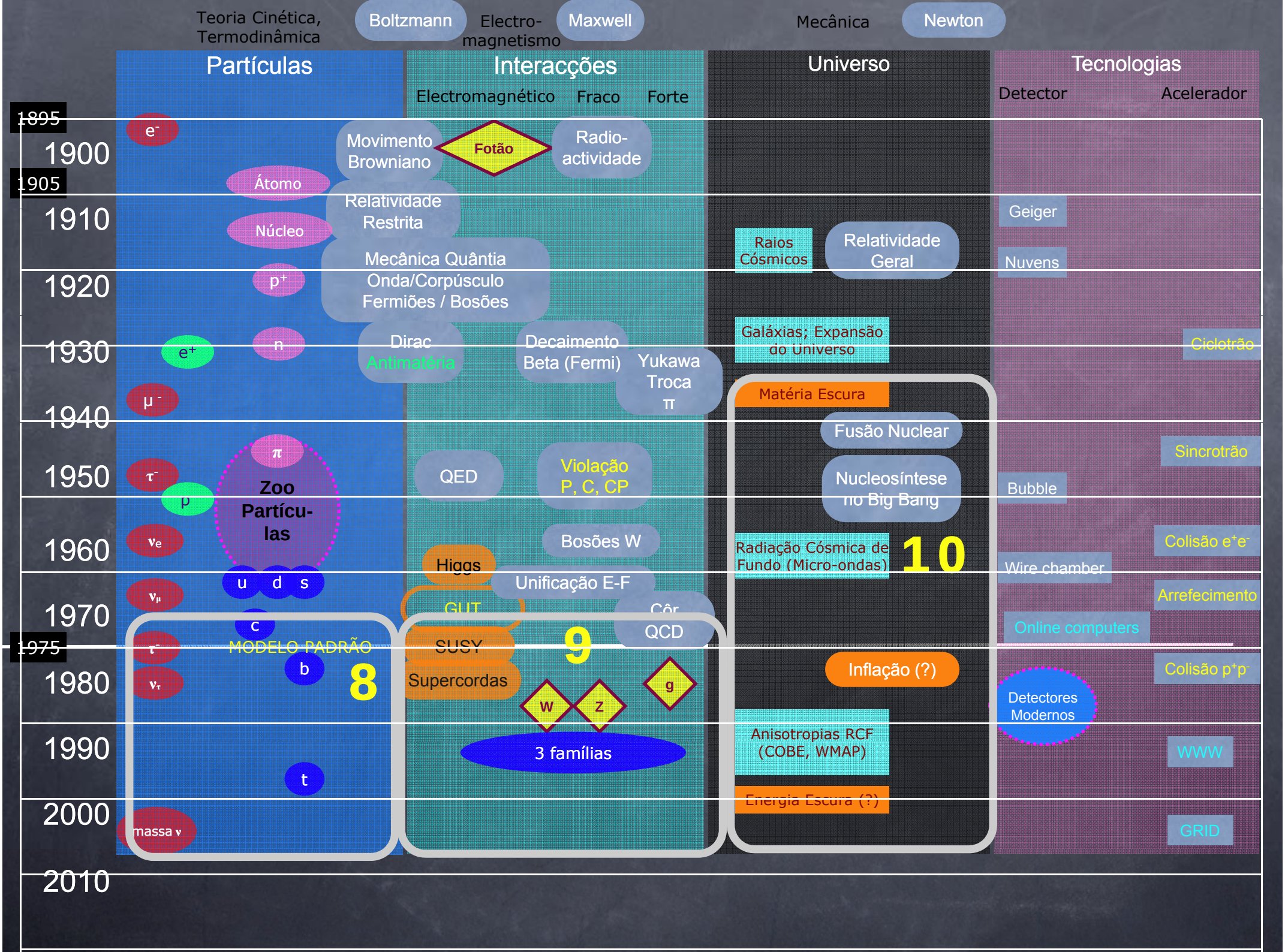
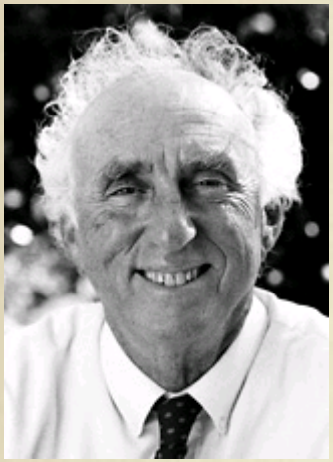

Teoria Cinética, Termodinâmica
Boltzmann
Electro-magnetismo
Maxwell
Mecânica
Newton
Partículas
Interacções
Electromagnético
Fraco
Forte
Universo
Tecnologias
Detector
Acelerador
1895
1900
1905
1910
1920
1930
1940
1950
1960
1970
1975
1980
1990
2000
2010
e⁻
Movimento Browniano
Fotão
Radio-actividade
Átomo
Relatividade Restrita
Núcleo
Mecânica Quântia Onda/Corpúsculo Fermiões / Bosões
p⁺
n
e⁺
Dirac Antimatéria
Decaimento Beta (Fermi)
Yukawa Troca π
μ⁻
π
τ⁻
p
Zoo Partícu-las
QED
Violação P, C, CP
νe
Bosões W
Higgs
u d s
νμ
Unificação E-F
GUT
c
QCD
τ⁻
MODELO PADRÃO
9
SUSY
b
8
Supercordas
νr
W
Z
g
3 famílias
t
massa ν
Raios Cósmicos
Relatividade Geral
Galáxias; Expansão do Universo
Matéria Escura
Fusão Nuclear
Nucleosíntese no Big Bang
Radiação Cósmica de Fundo (Micro-ondas)
10
Inflação (?)
Anisotropias RCF (COBE, WMAP)
Energia Escura (?)
Geiger
Nuvens
Ciclotrão
Sincrotrão
Bubble
Colisão e⁺e⁻
Wire chamber
Arrefecimento
Online computers
Colisão p⁺p⁻
Detectores Modernos
WWW
GRID

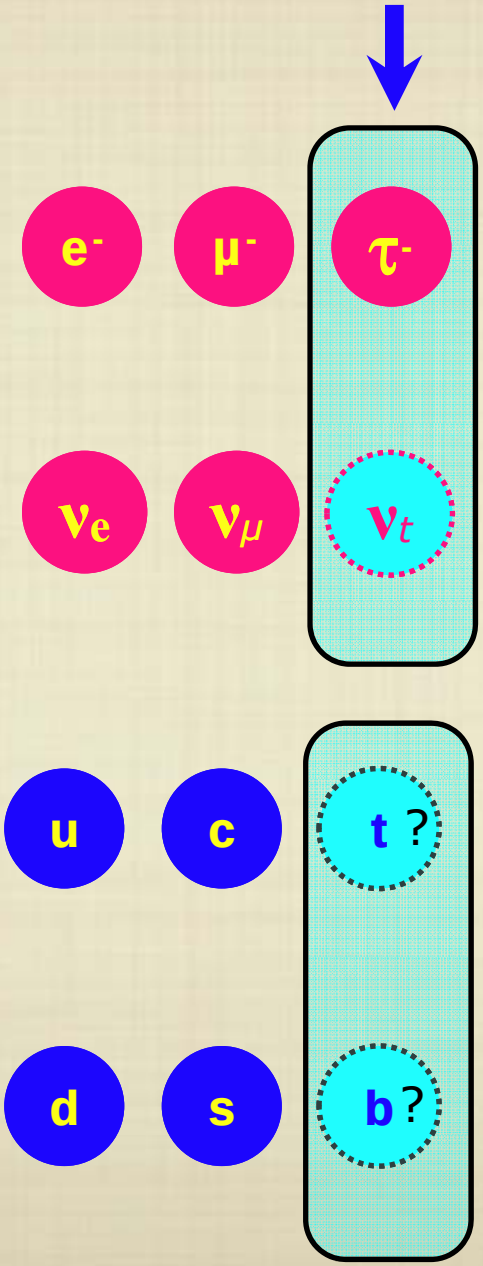
PARTÍCULAS

SLAC (Martin Perl)

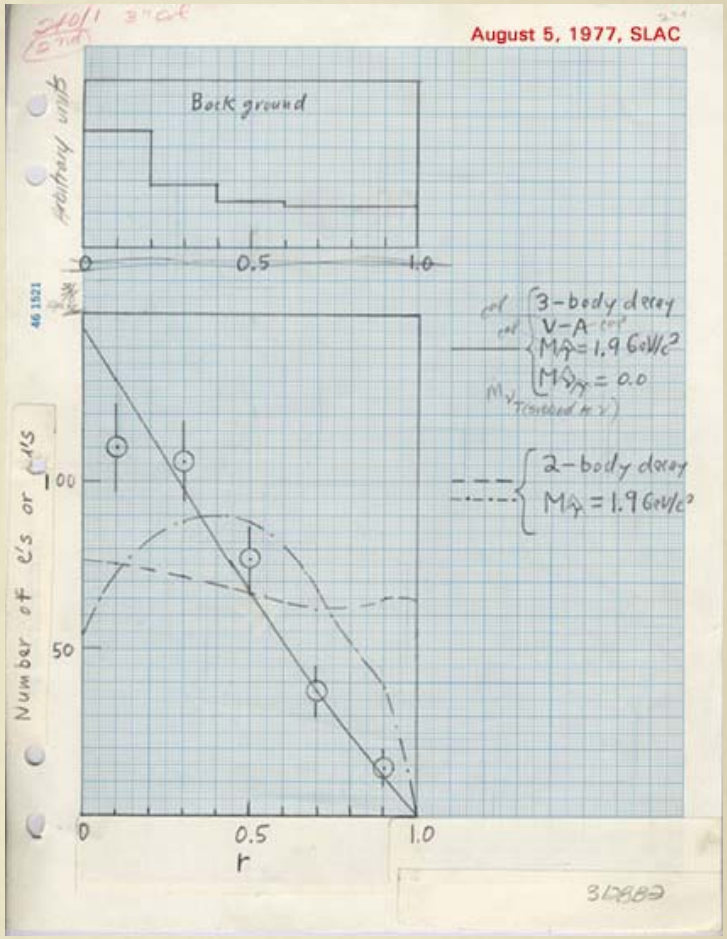


Prémio Nobel 1995

Descoberta do Tau (massa = 3500 m_e)



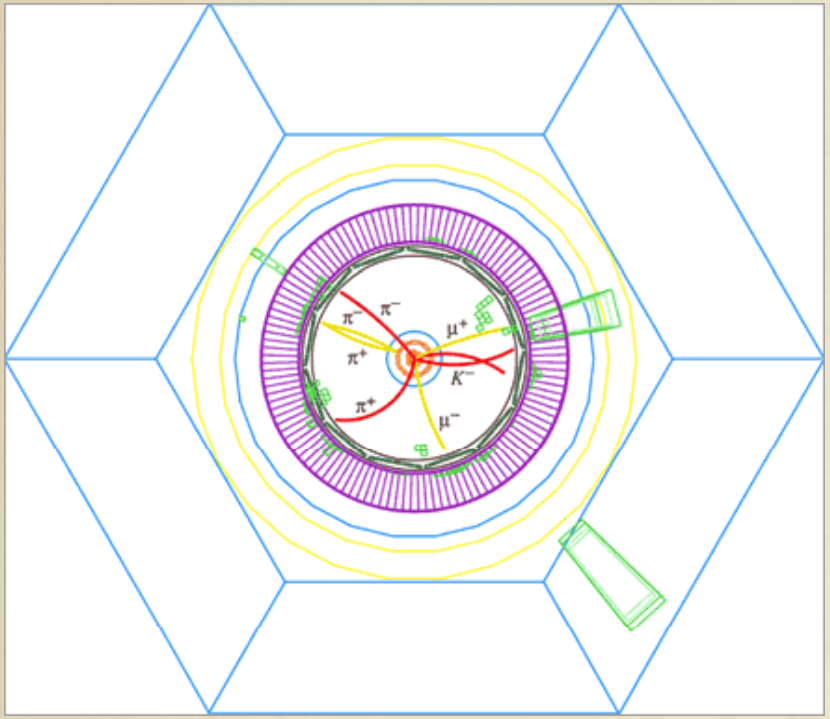
Então e no sector dos quarks?

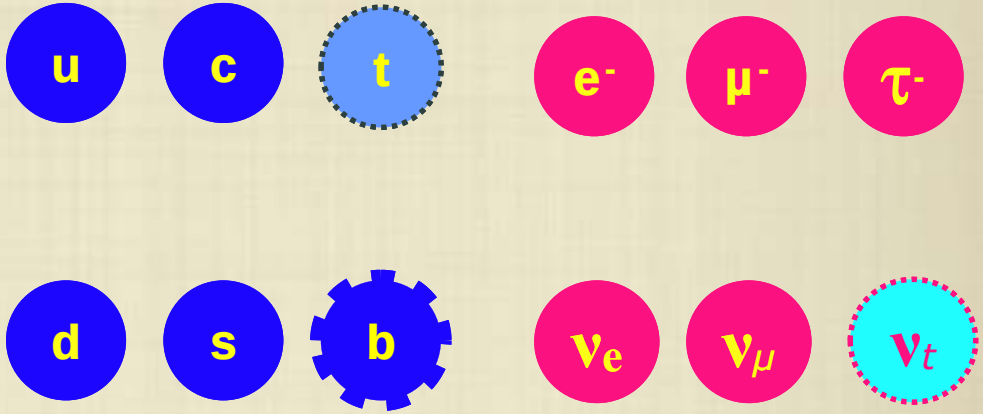


Diário do Martin Perl

PARTÍCULAS

Descoberta do Quark **'Bottom' (Fermilab)**



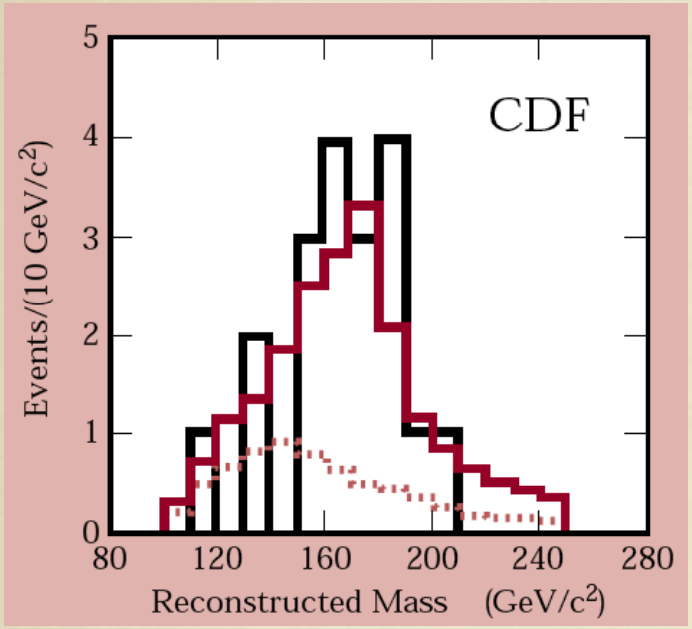


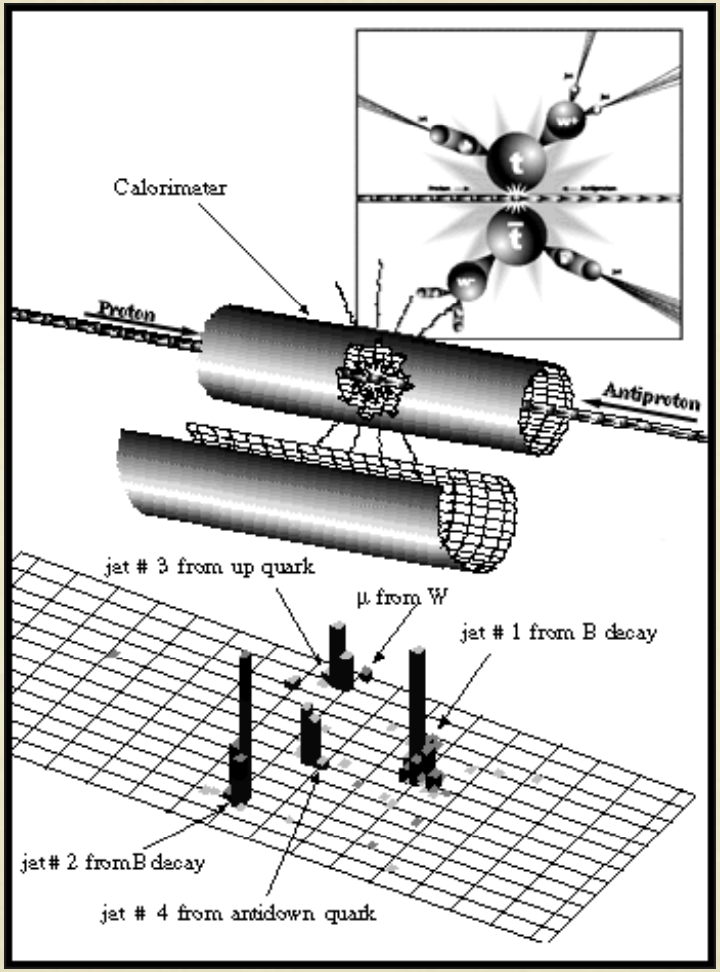
Quarks Leptons

Em 1977 os físicos descobriram no Fermilab a partícula Upsilon = mesão com quark b e antiquark b.

O quark b tem carga -1/3 e uma massa aproximada de 4,5 GeV.

Descoberta do Quark **'Top' (Fermilab)**



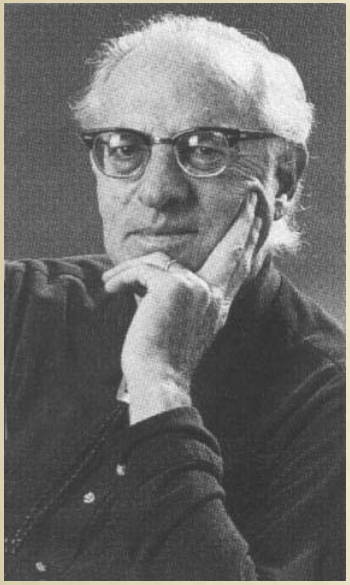


u c t

d s b

Quarks

A História dos Neutrinos



Fred Reines

Descoberta do neutrino do electrão

$$\bar{\nu}_e + p \rightarrow n + e^+$$

Reactores Nucleares são uma grande fonte de anti-neutrinos

Coincidência dos sinais de captura do n e aniquilação positrão

Jack Steinberger, 1962

Neutrino do "Muão"

Existem 2 tipos de neutrinos: tipo electrão e tipo muão

Jack Steinberger, HST 2002

OBSERVATION OF HIGH-ENERGY NEUTRINO REACTIONS AND THE EXISTENCE OF TWO KINDS OF NEUTRINOS*

G. Danby, J-M. Gaillard, K. Goulianos, L. M. Lederman, N. Mistry, M. Schwartz,† and J. Steinberger†

Columbia University, New York, New York and Brookhaven National Laboratory, Upton, New York

(Received June 15, 1962)

In the course of an experiment at the Brookhaven AGS, we have observed the interaction of high-energy neutrinos with matter. These neutrinos were produced primarily as the result of the decay of the pion:

$$\pi^{\pm} \rightarrow \mu^{\pm} + (\nu/\bar{\nu}). \qquad (1)$$

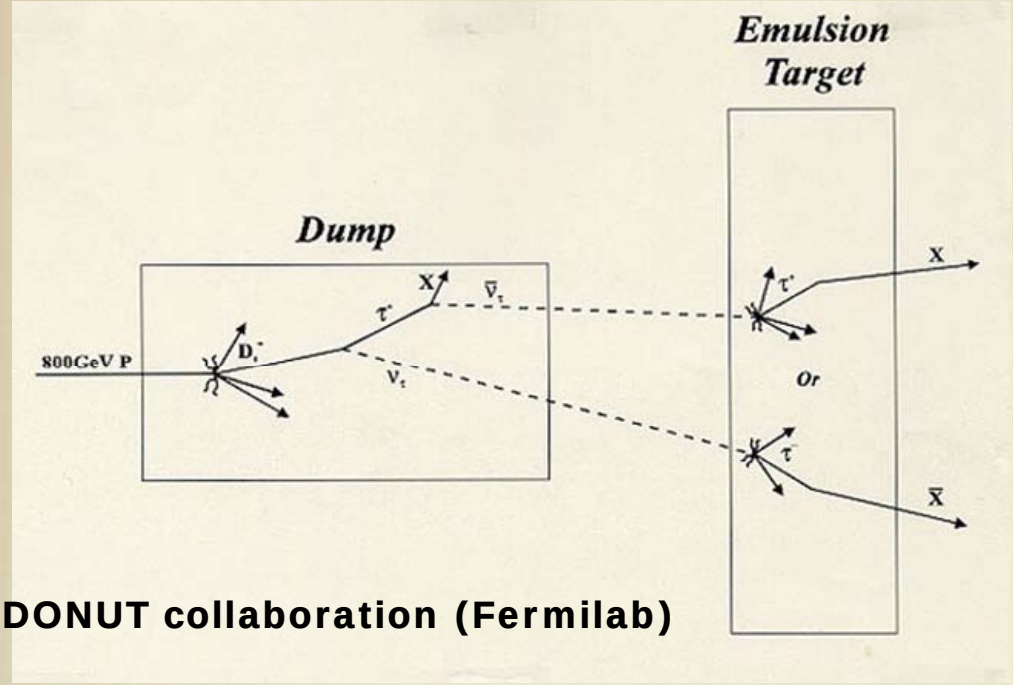
It is the purpose of this Letter to report some of the results of this experiment including (1) demonstration that the neutrinos we have used produce μ mesons but do not produce electrons, and hence are very likely different from the neutrinos involved in β decay and (2) approximate cross sections.

Behavior of cross section as a function of energy. The Fermi theory of weak interactions which works well at low energies implies a cross section for weak interactions which increases as phase space. Calculation indicates that weak interacting cross sections should be in the neigh-

Os neutrinos têm massa? Podem oscilar ?

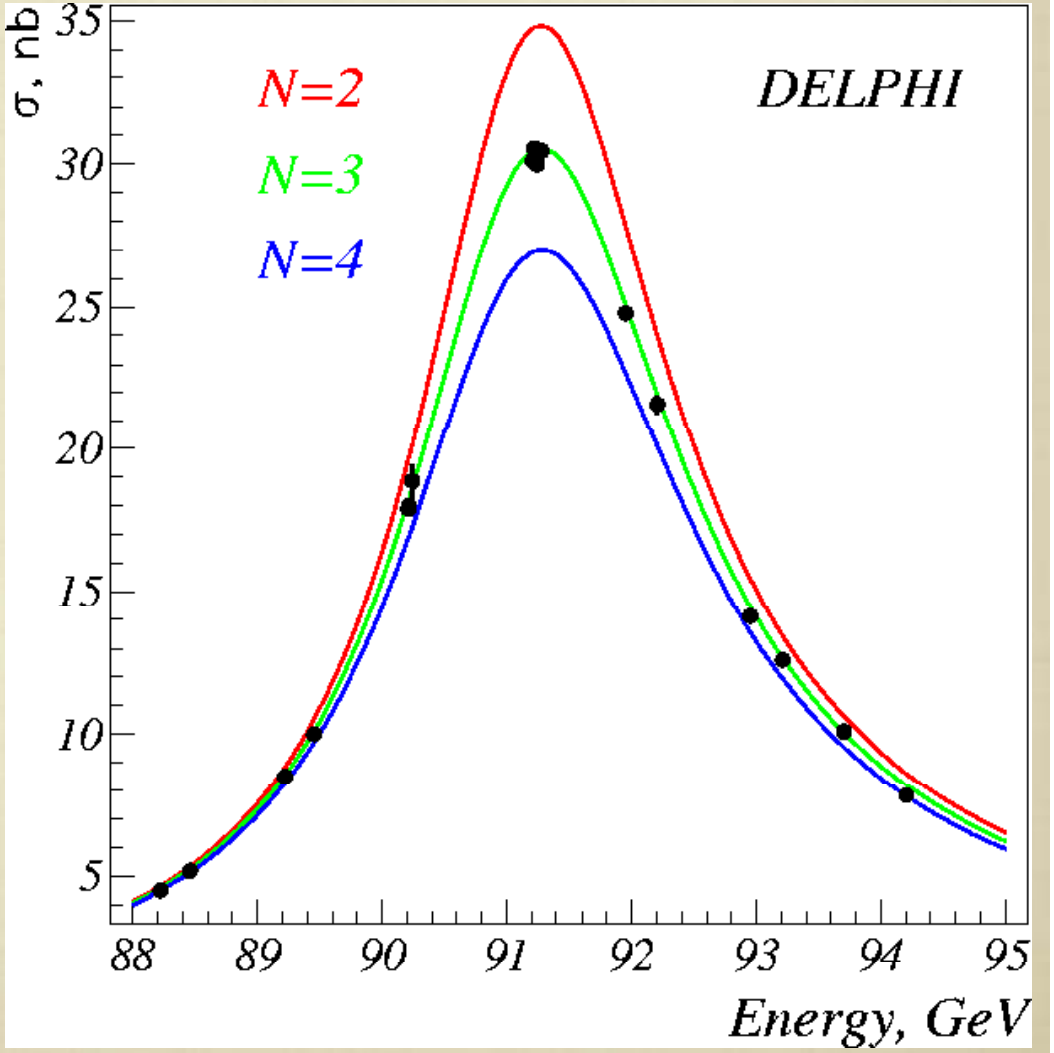
PARTÍCULAS

Descoberta do neutrino do tau

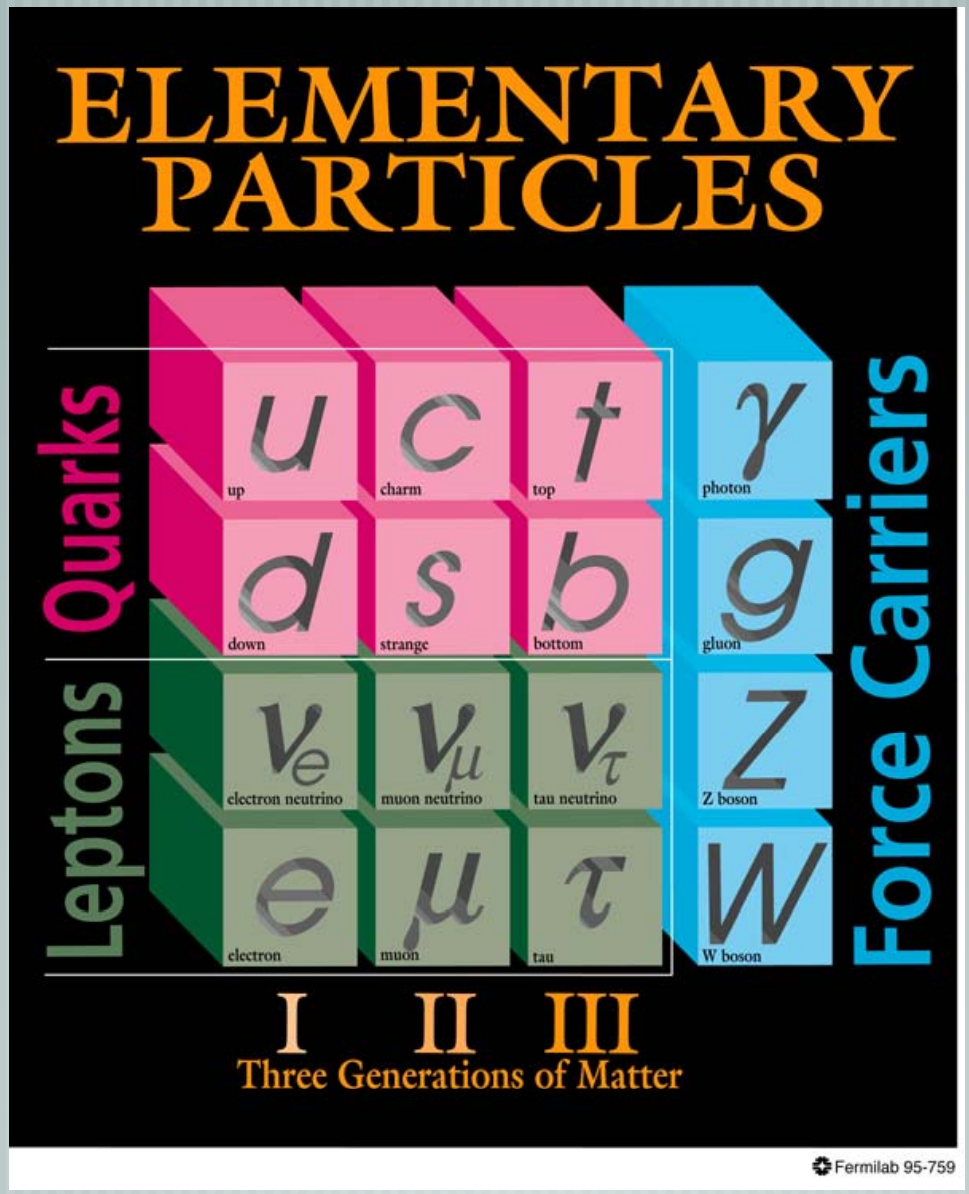


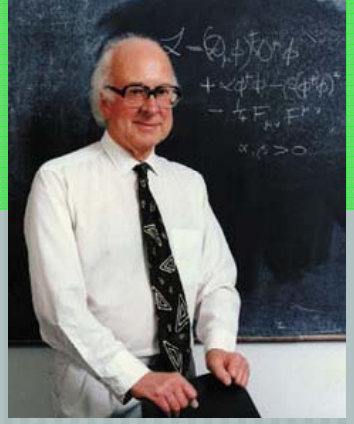
DONUT collaboration (Fermilab)

Então, quantos tipos há?!



O MODELO PADRÃO (2006)





Peter Higgs

Mecanismo de Higgs

Como é que as partículas ganham massa?

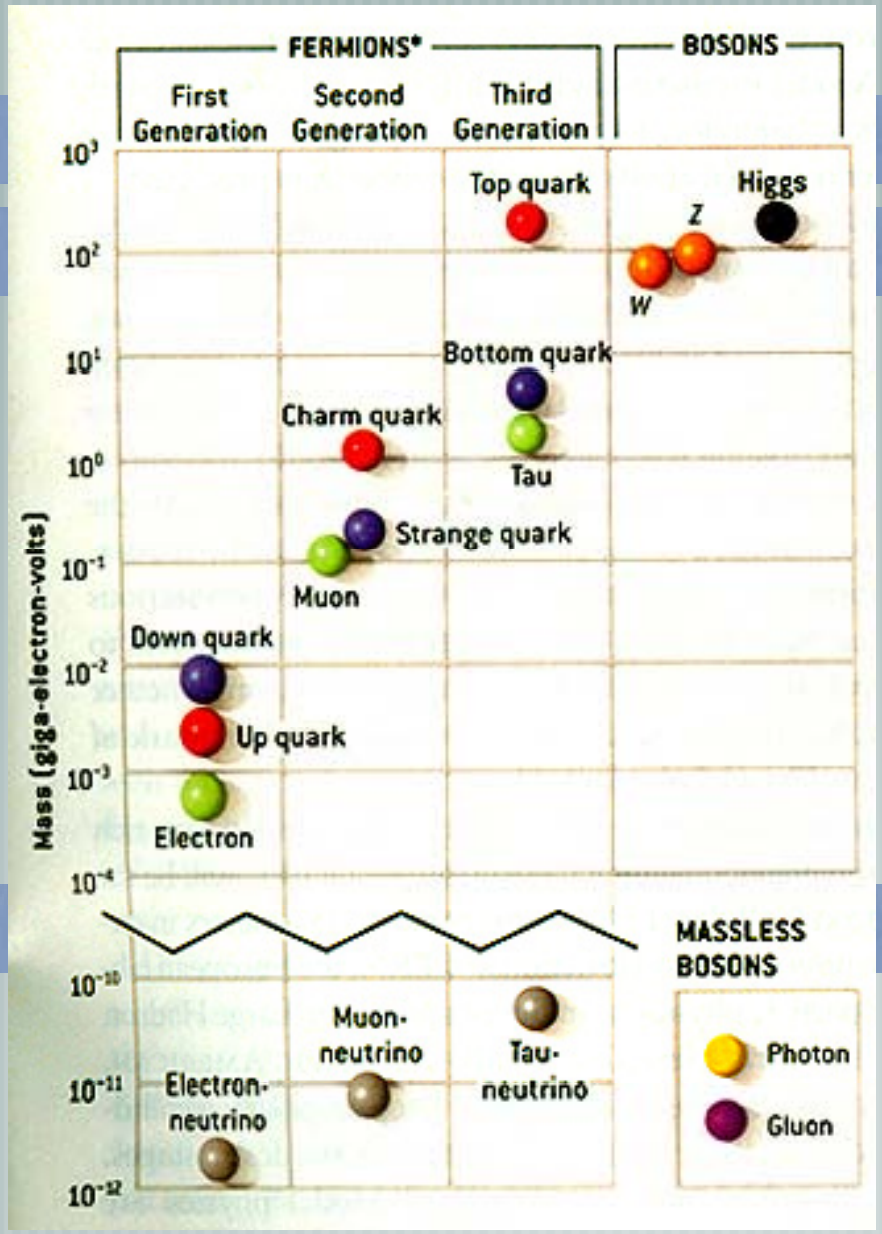
1 TeV →

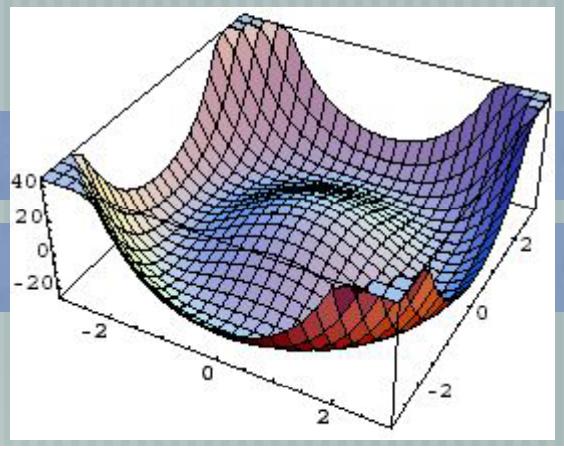
100 GeV →

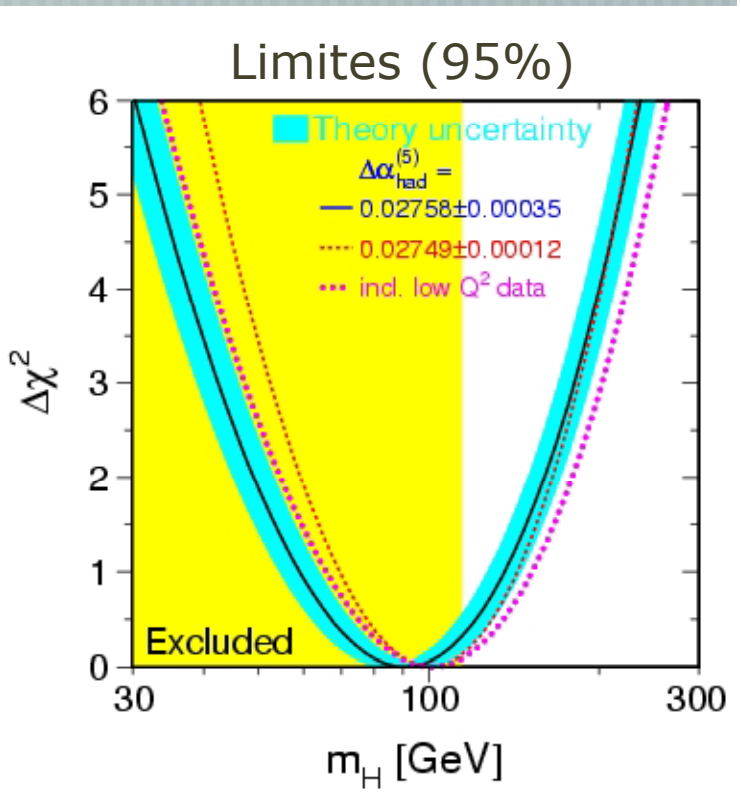
1 GeV →

1 MeV →

0.01 eV →





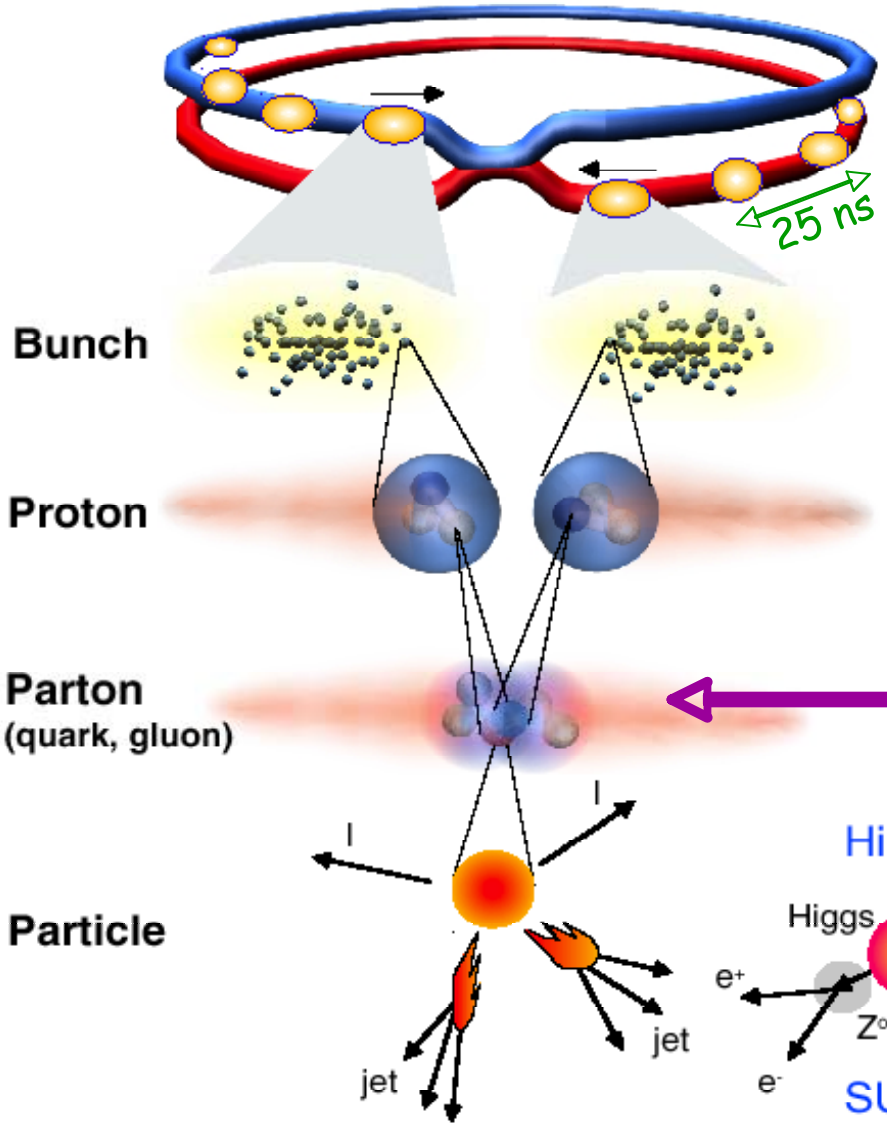


LARGE HADRON COLLIDER

LHC STARTUP IN 2008

new answers !

Colisões em LHC



Proton-Proton	
Protons/bunch	10^{11}
Beam energy	7 TeV (7×10^{12} eV)
Luminosity	10^{34} cm^{-2} s^{-1}

Event rate in ATLAS :

N = L x σ (pp) ≈ 10^9 interactions/s

Mostly soft (low p_T) events

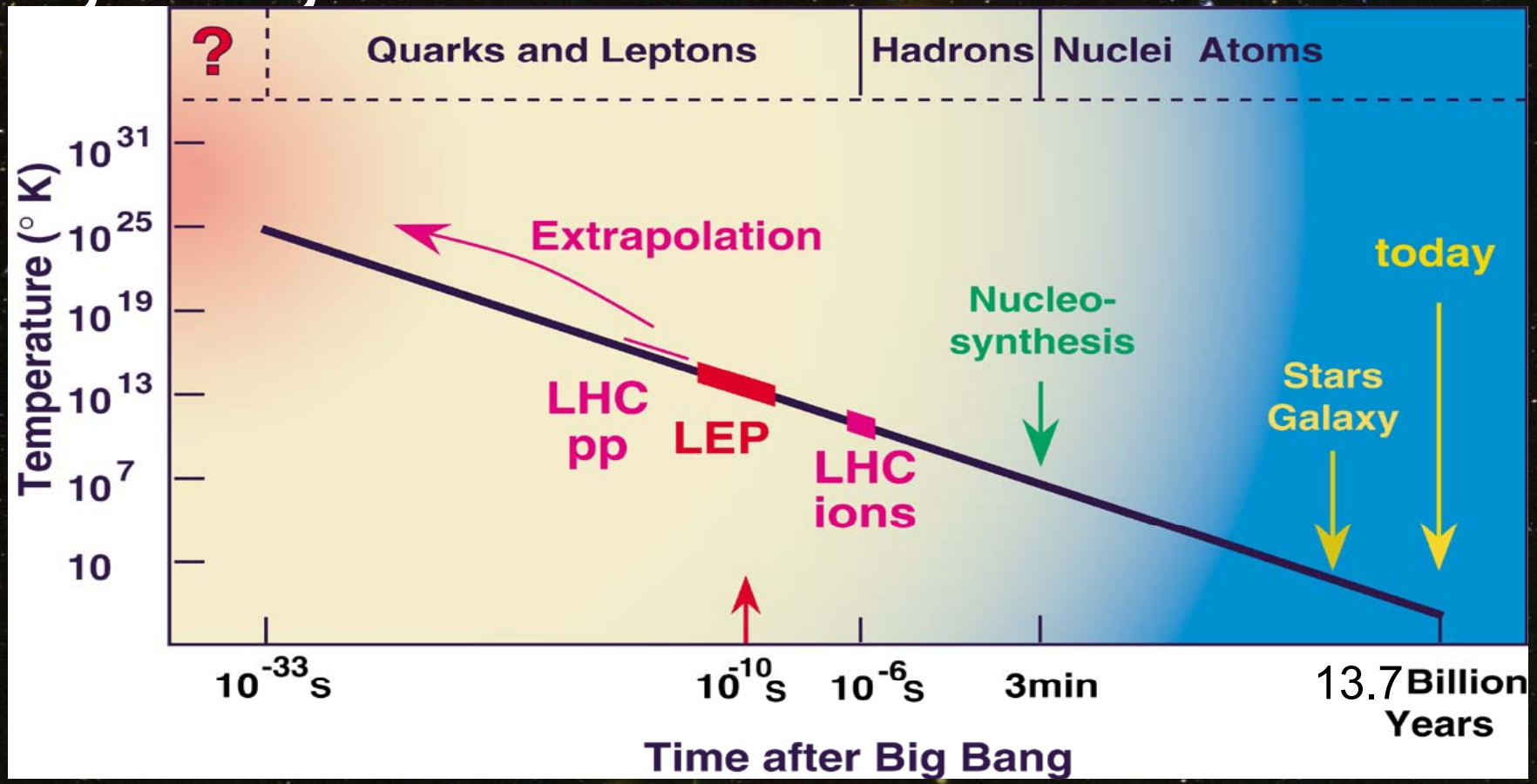
Interesting hard (high- p_T) events are rare

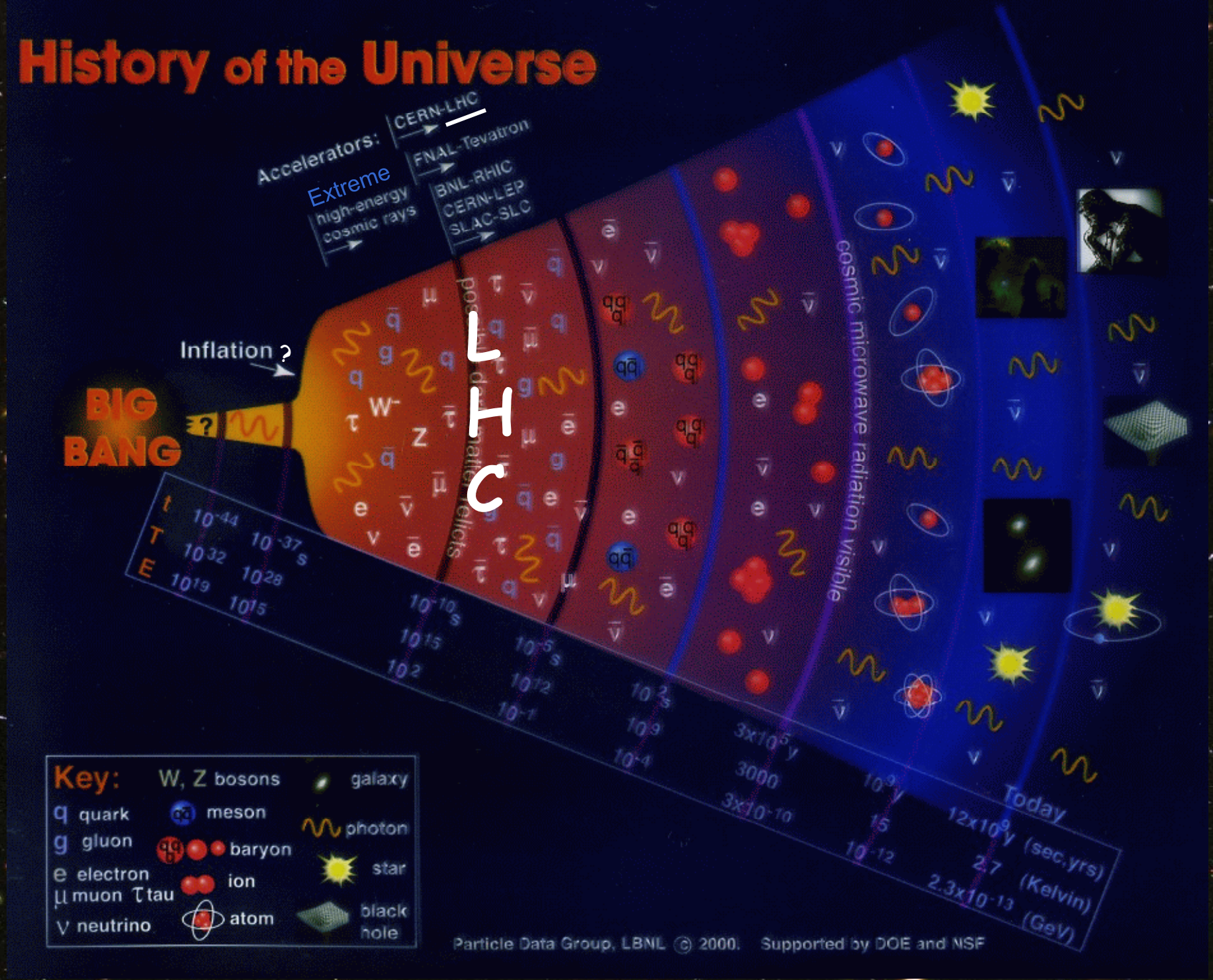
Selection of 1 in 10,000,000,000,000

Universo

O Cosmos no LHC

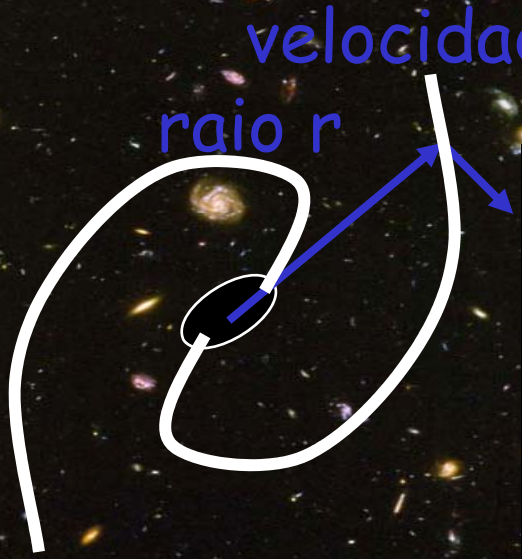
- As condições do Universo logo após o Big-Bang serão recreadas no LHC.

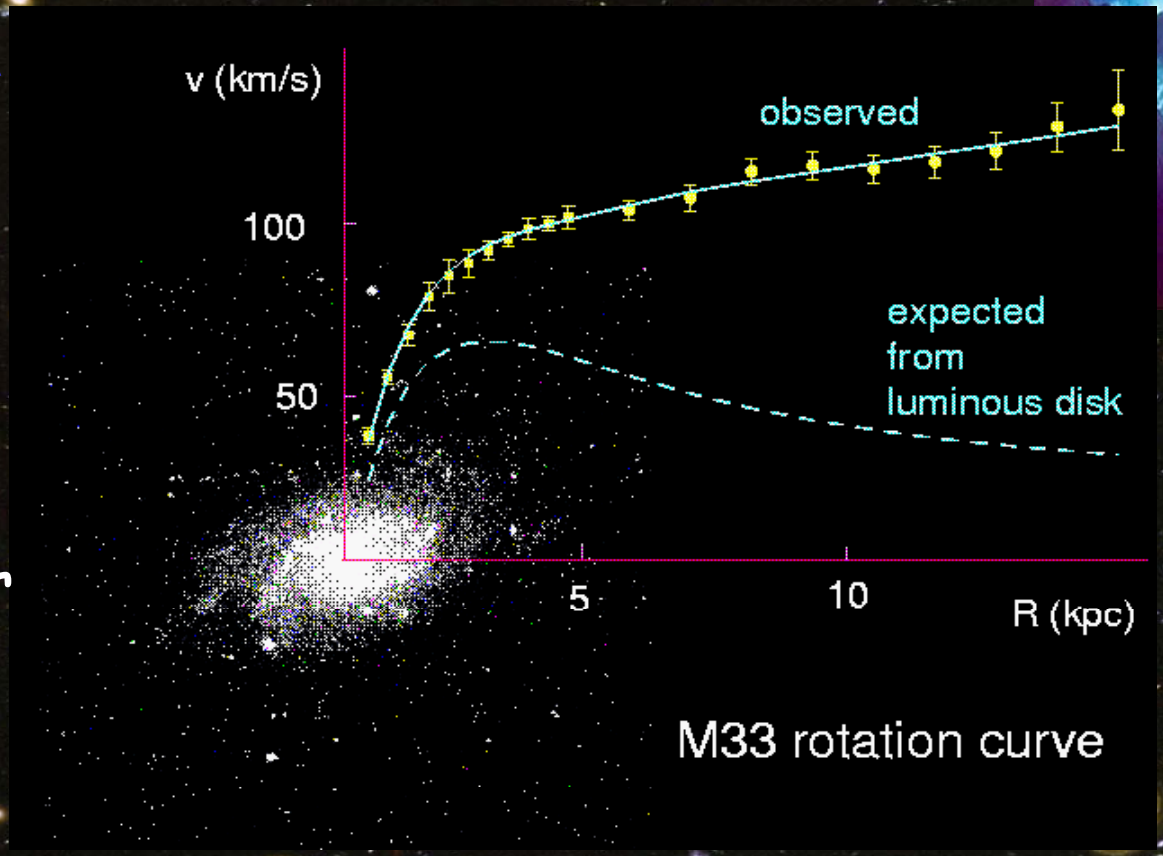


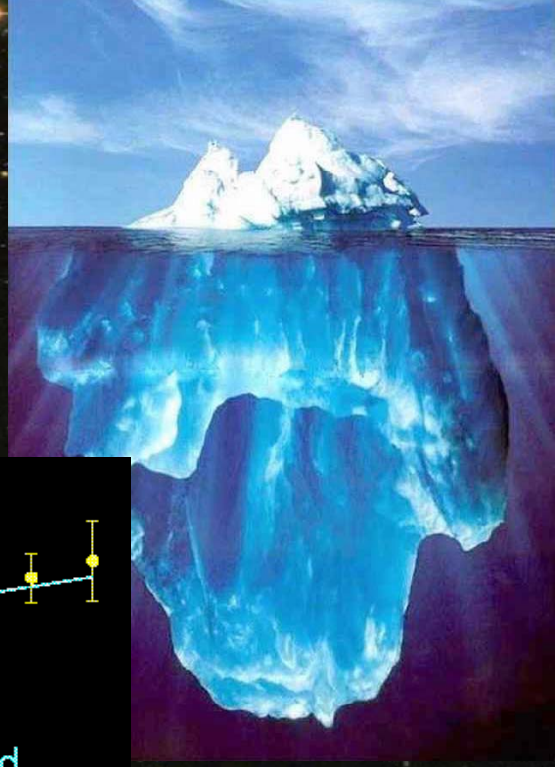

History of the Universe
Accelerators:
CERN-LHC
FNAL-Tevatron
BNL-RHIC
CERN-LEP
SLAC-SLC
Extreme high-energy cosmic rays
Inflation ?
BIG BANG
?
LHC
cosmic microwave radiation visible
Today
12x10^9 y (sec,yrs)
2.7 (Kelvin)
2.3x10^-13 (GeV)
Key:
W, Z bosons
galaxy
q quark
meson
photon
g gluon
baryon
star
e electron
ion
μ muon τ tau
atom
black hole
ν neutrino
Particle Data Group, LBNL © 2000. Supported by DOE and NSF

HOJE

O Mistério da Matéria Escura





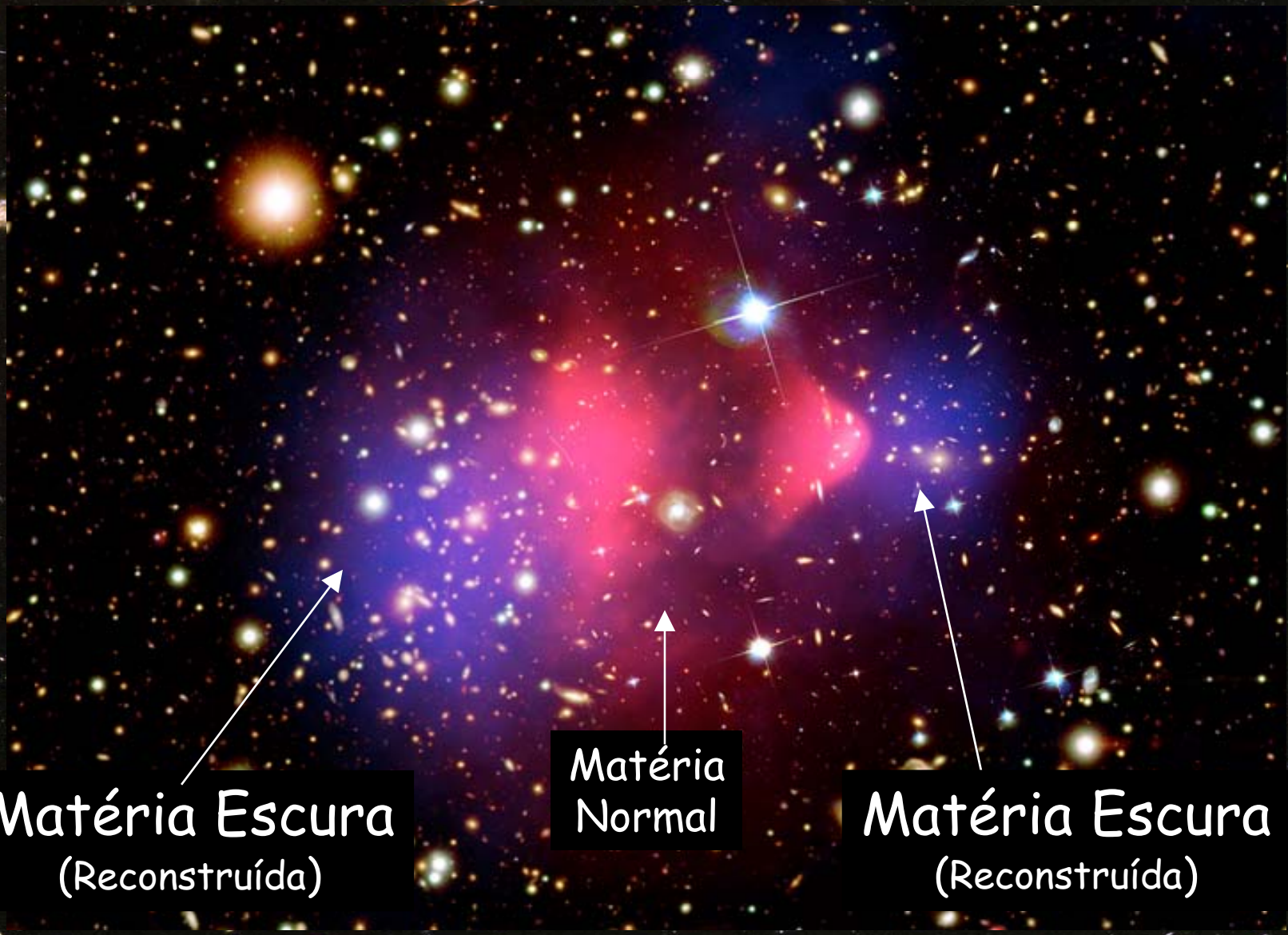


©A.De Angelis

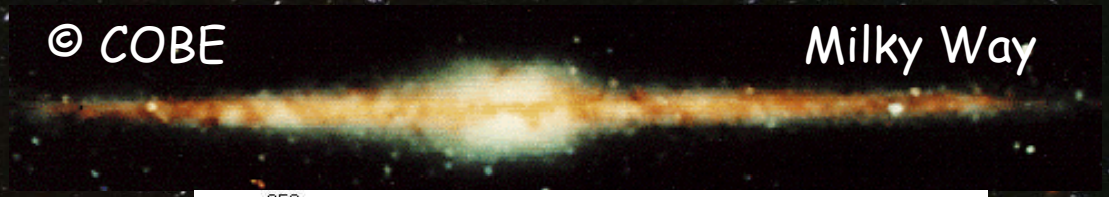
Gravidade:
$G\ M(r)/r^2 = v^2/r$
Massa interior:
$M(r) = v^2\ r\ /\ G$

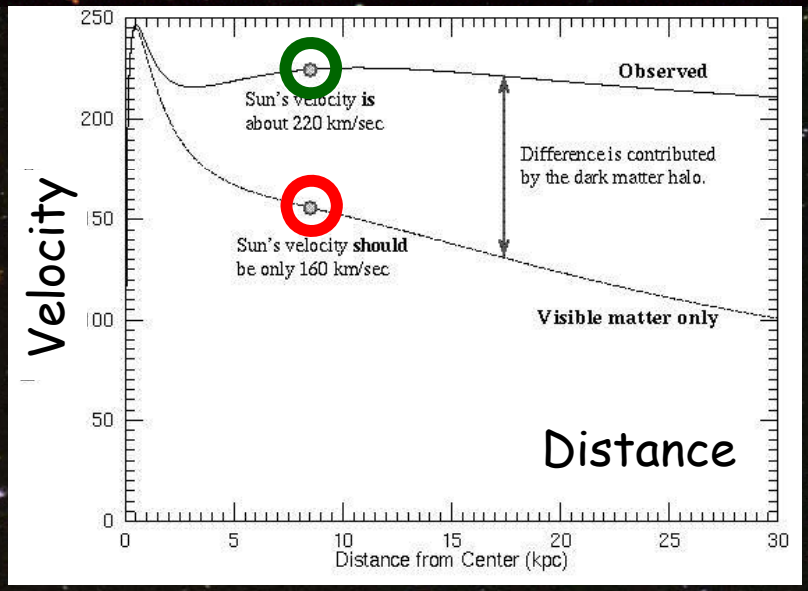
Maior fracção de massa não brilha! O que é?!

Matéria Escura na Colisão de Galáxias



Matéria Escura também aqui na nossa Galáxia!



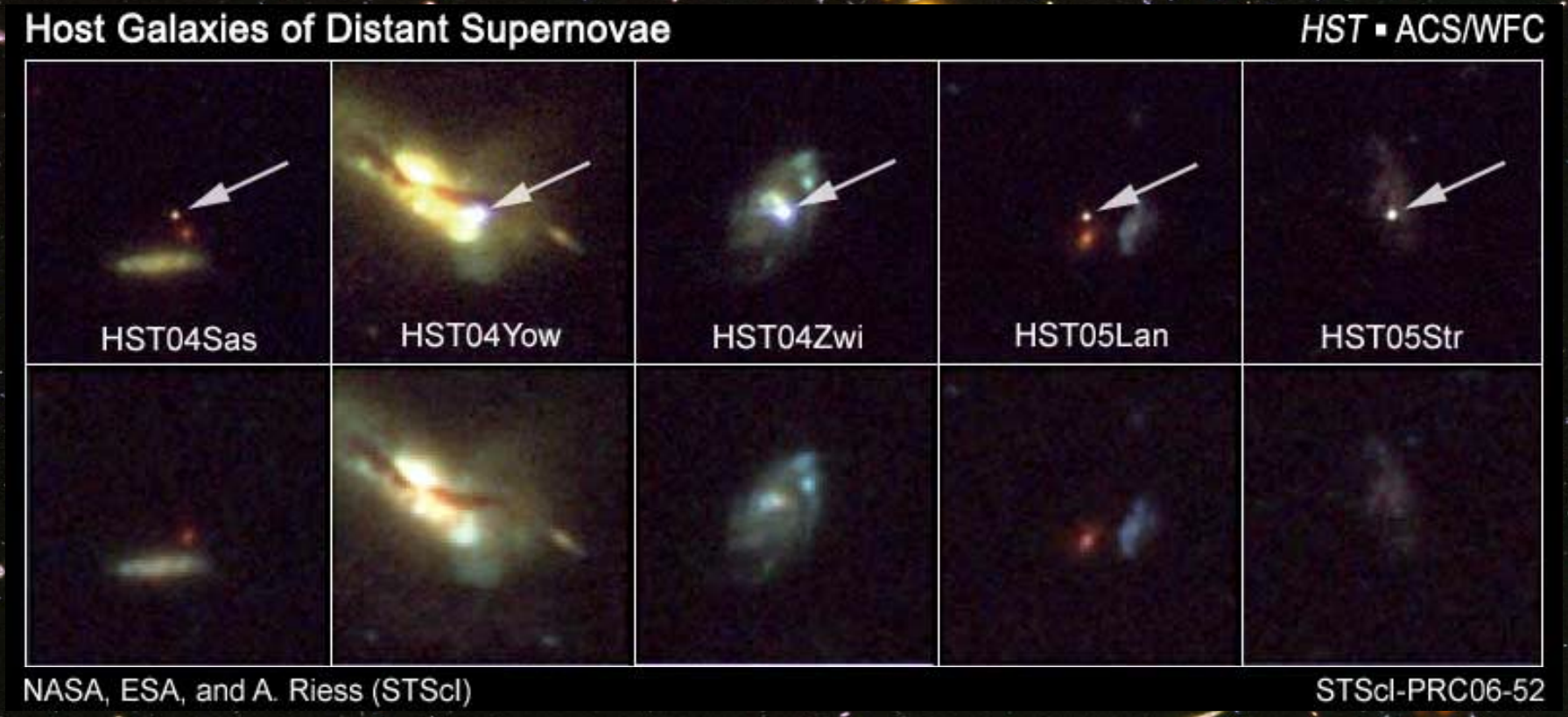


- Espalhada pela galáxia, não agrupada!
- Nenhuma forma de matéria conhecida!

O Mistério da Energia Escura

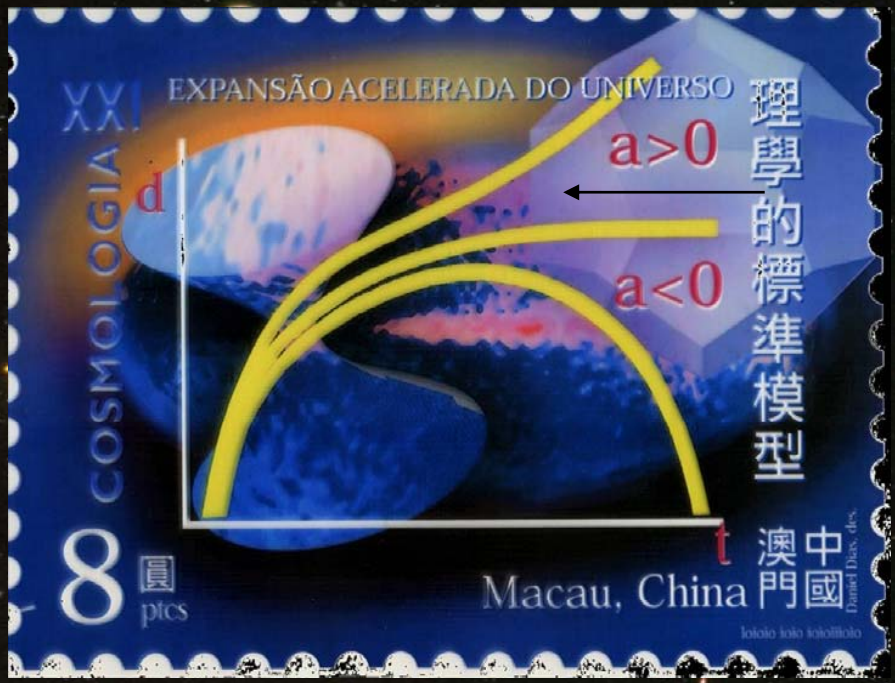
Cientistas estudaram supernovas distantes para estimar a variação da expansão do Universo.

Esperavam que a taxa de expansão deveria diminuir desde o tempo do Big Bang.



Oops…NÃO está diminuindo!

- A Expansão do Universo está acelerando!

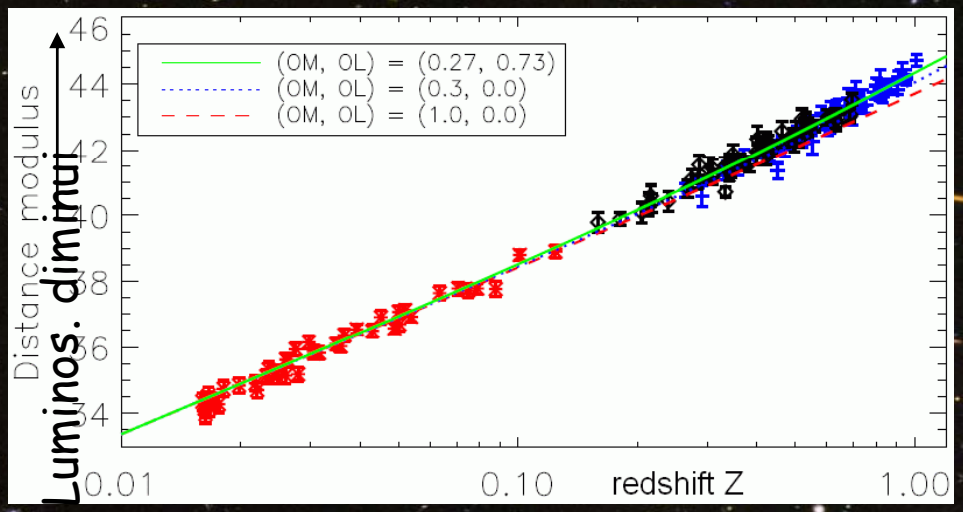


- Algo se sobrepõe à gravidade!

- Cientistas chamam-lhe 'Energia Escura'

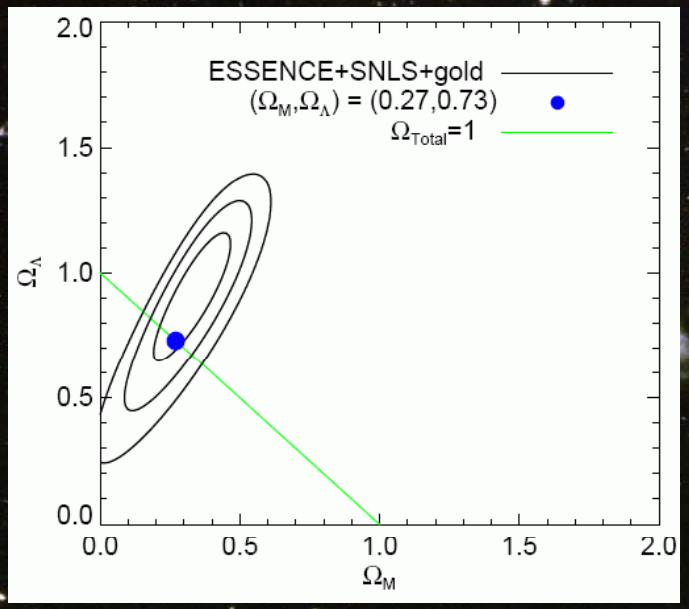
Evidência para EE!

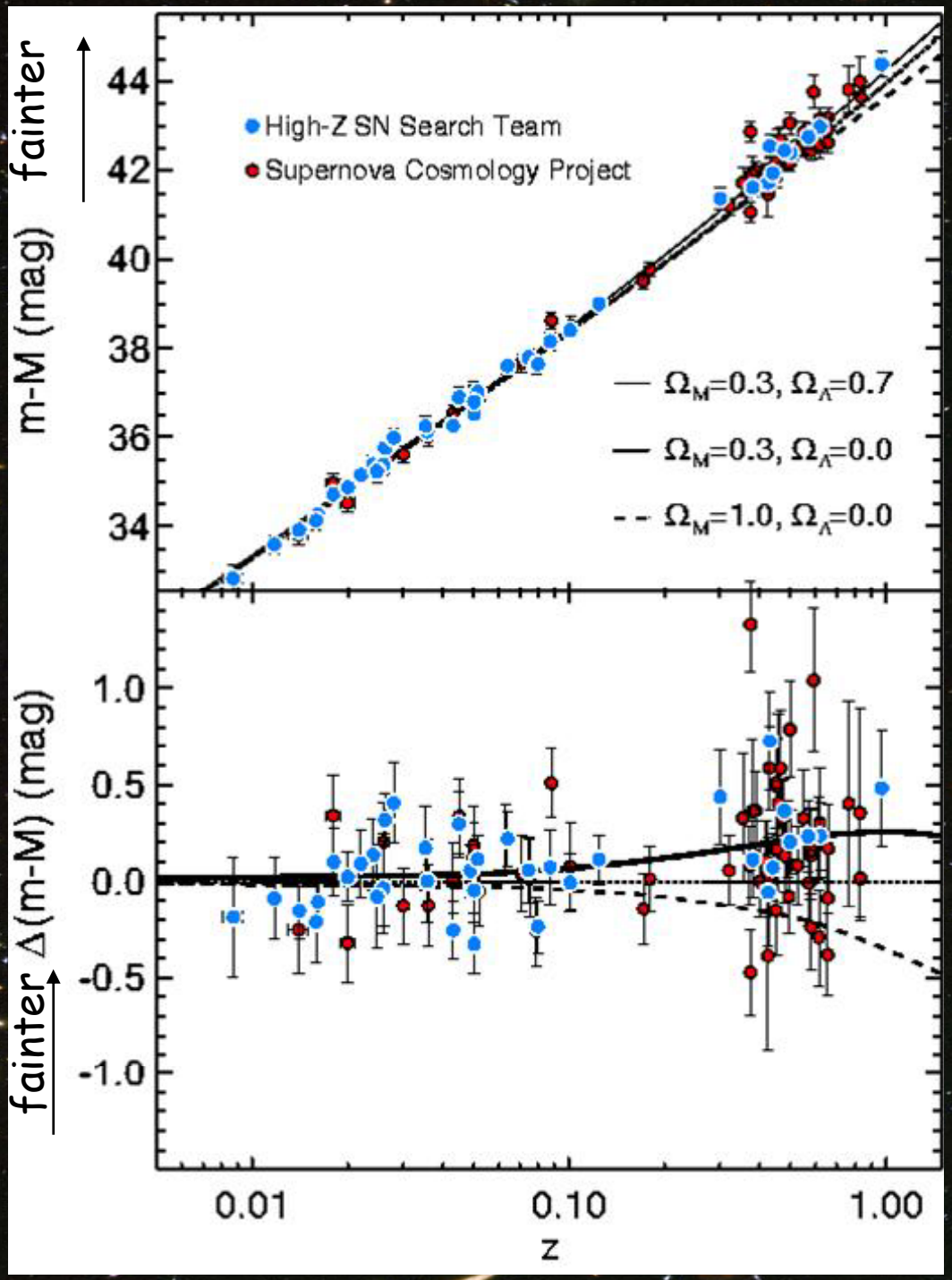
E mais recentemente:



Densidade Não-Matéria .vs. Densidade Matéria

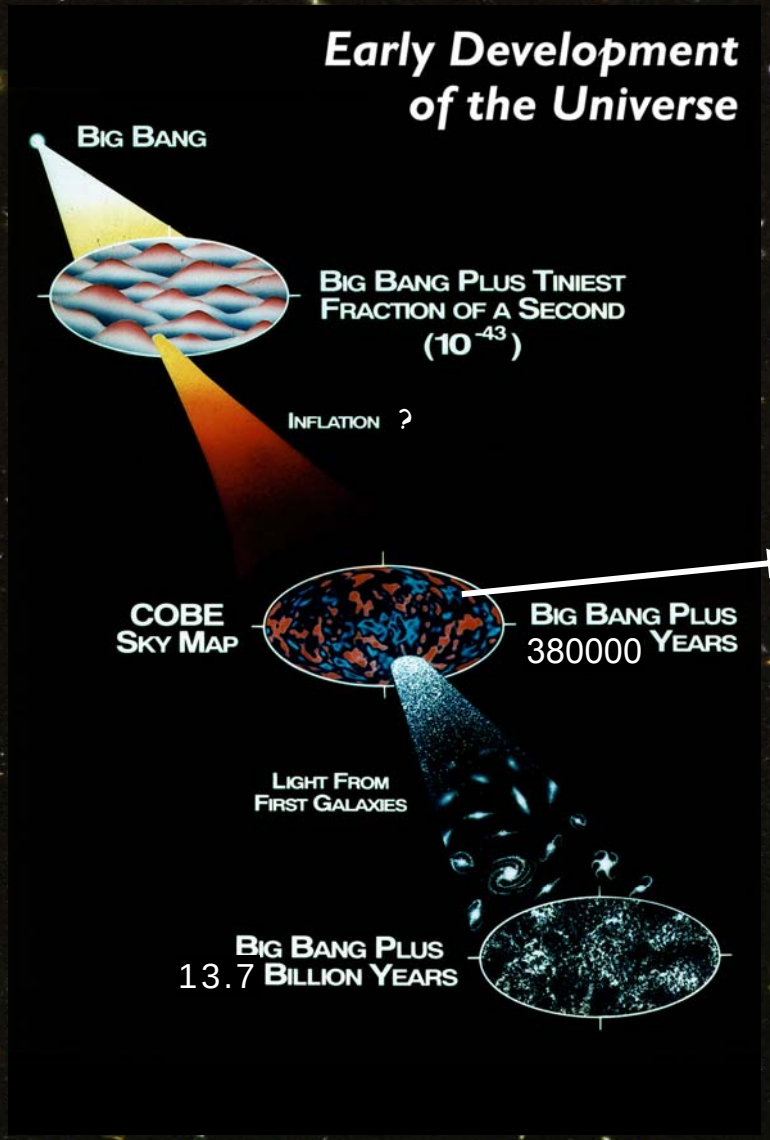
s/ efeito →



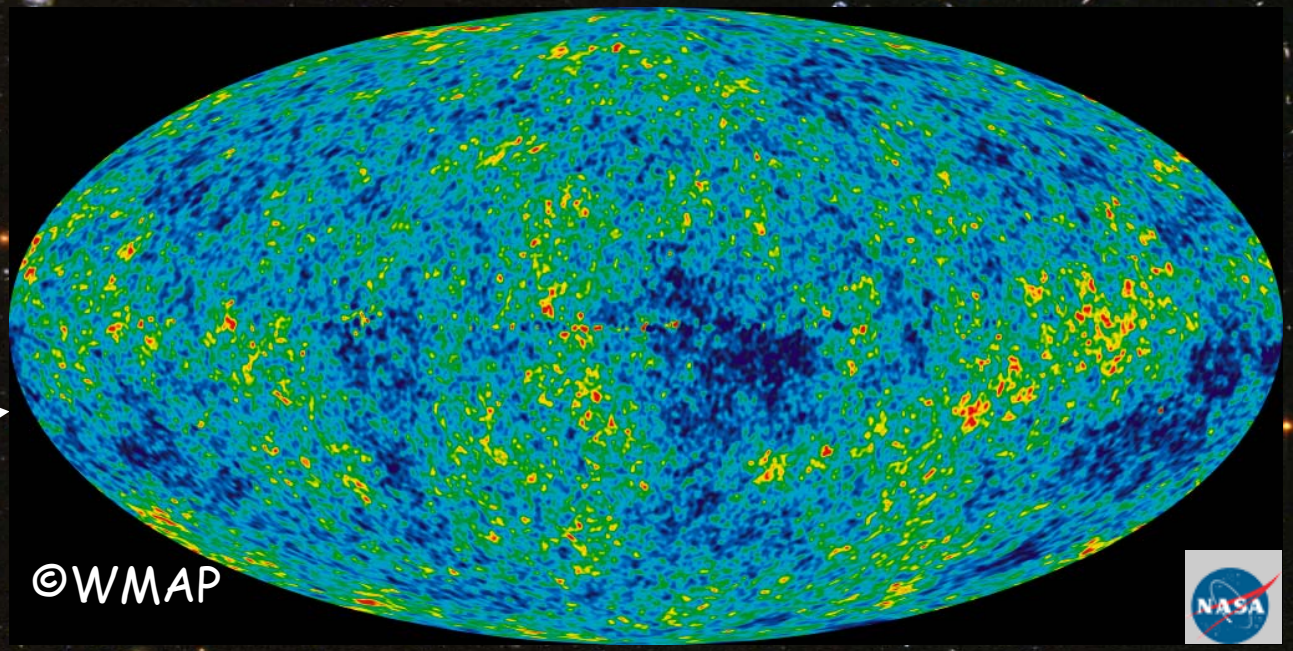


A Radiação Cósmica de Fundo do Universo

Verificação Independente!



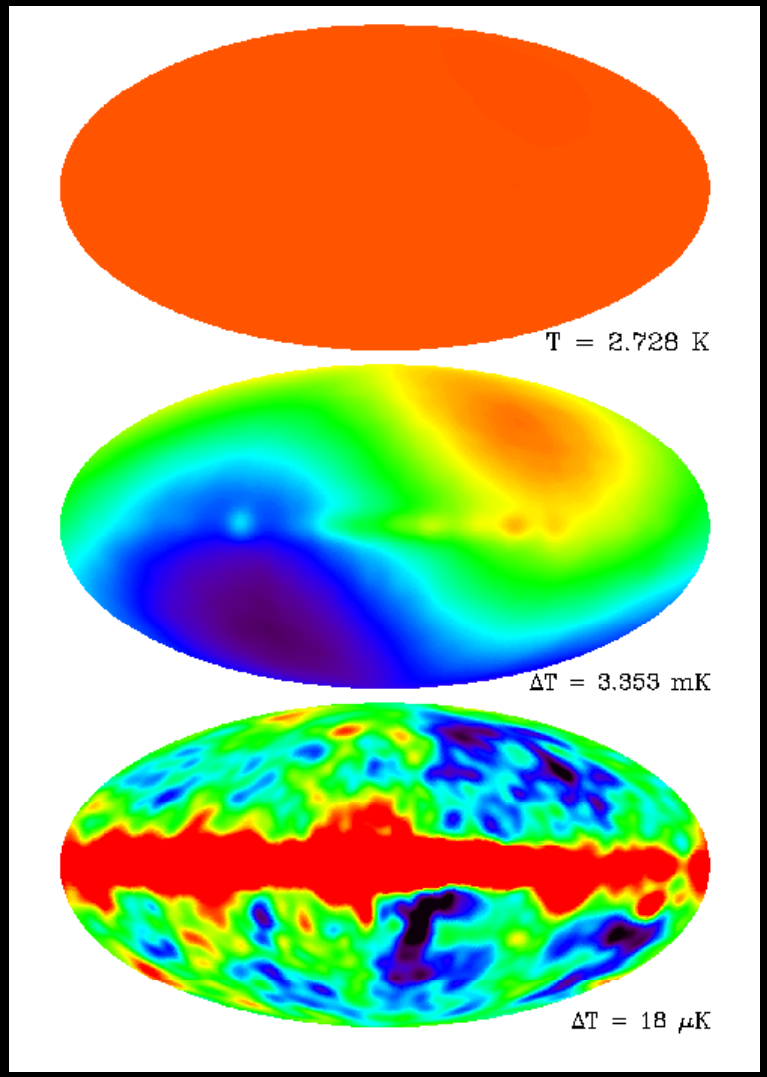
Fotografia bebé do Universo (380 000 anos de idade)



A Expansão do Universo está Acelerando!

Universo

Estudo da Radiação Cósmica de Fundo (COBE)
(Prémio Nobel 2006)



T= 2.7 K **Penzias & Wilson, Prémio Nobel 1965**

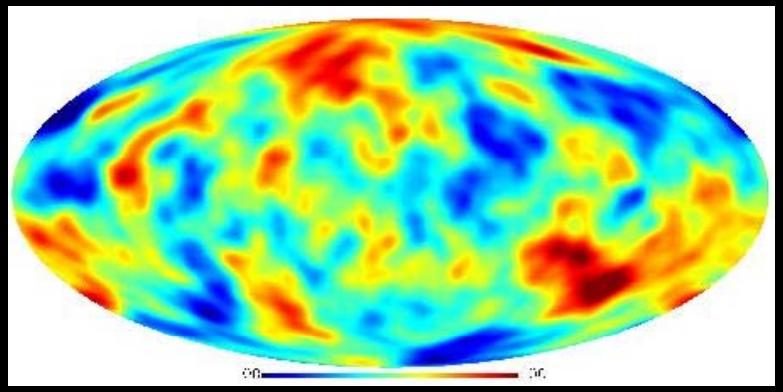
ΔT= 3.3 mK
(depois da subtracção do fundo comum)

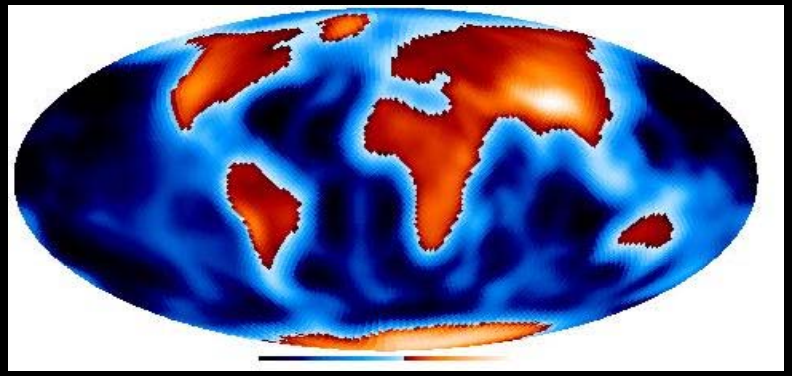
ΔT= 18 μK
(depois de corrigido para o mov. Terra)

Universo

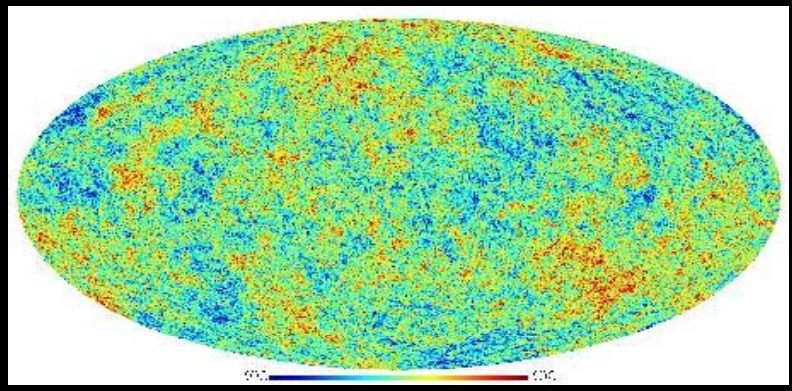
A mais precisa observação hoje (WMAP)

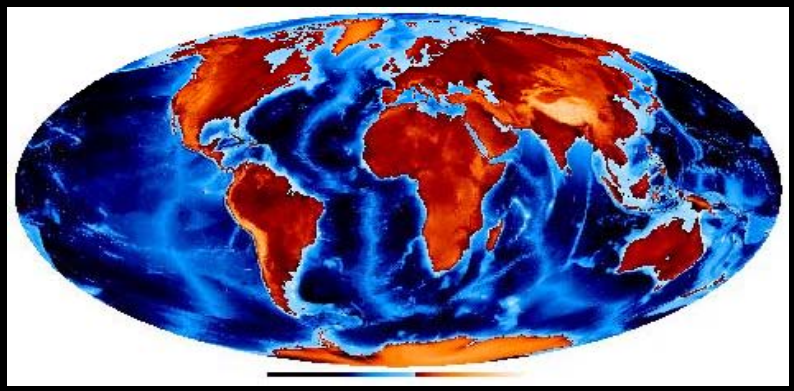
COBE
(7 degree resolution)



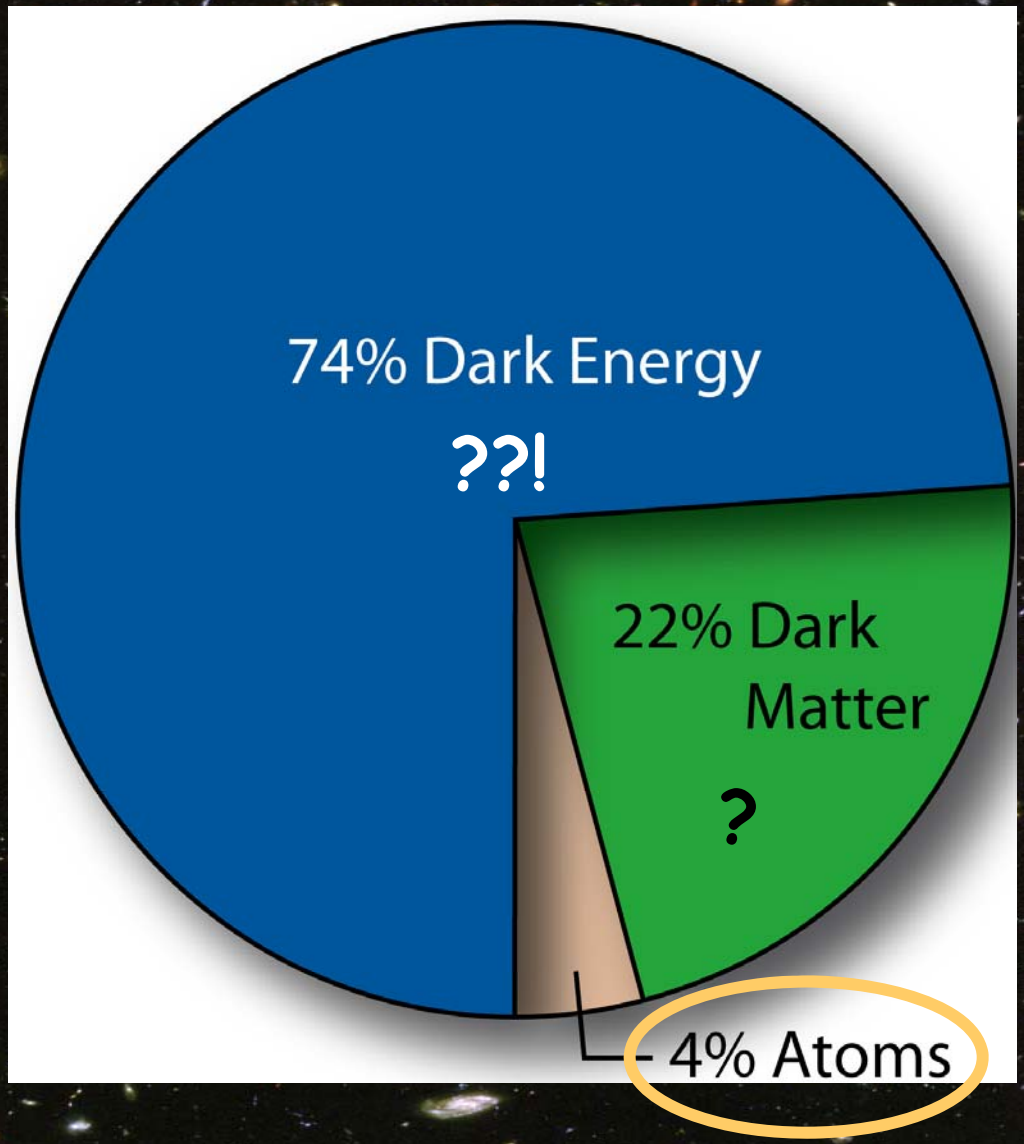


WMAP
(0.25 degree resolution)





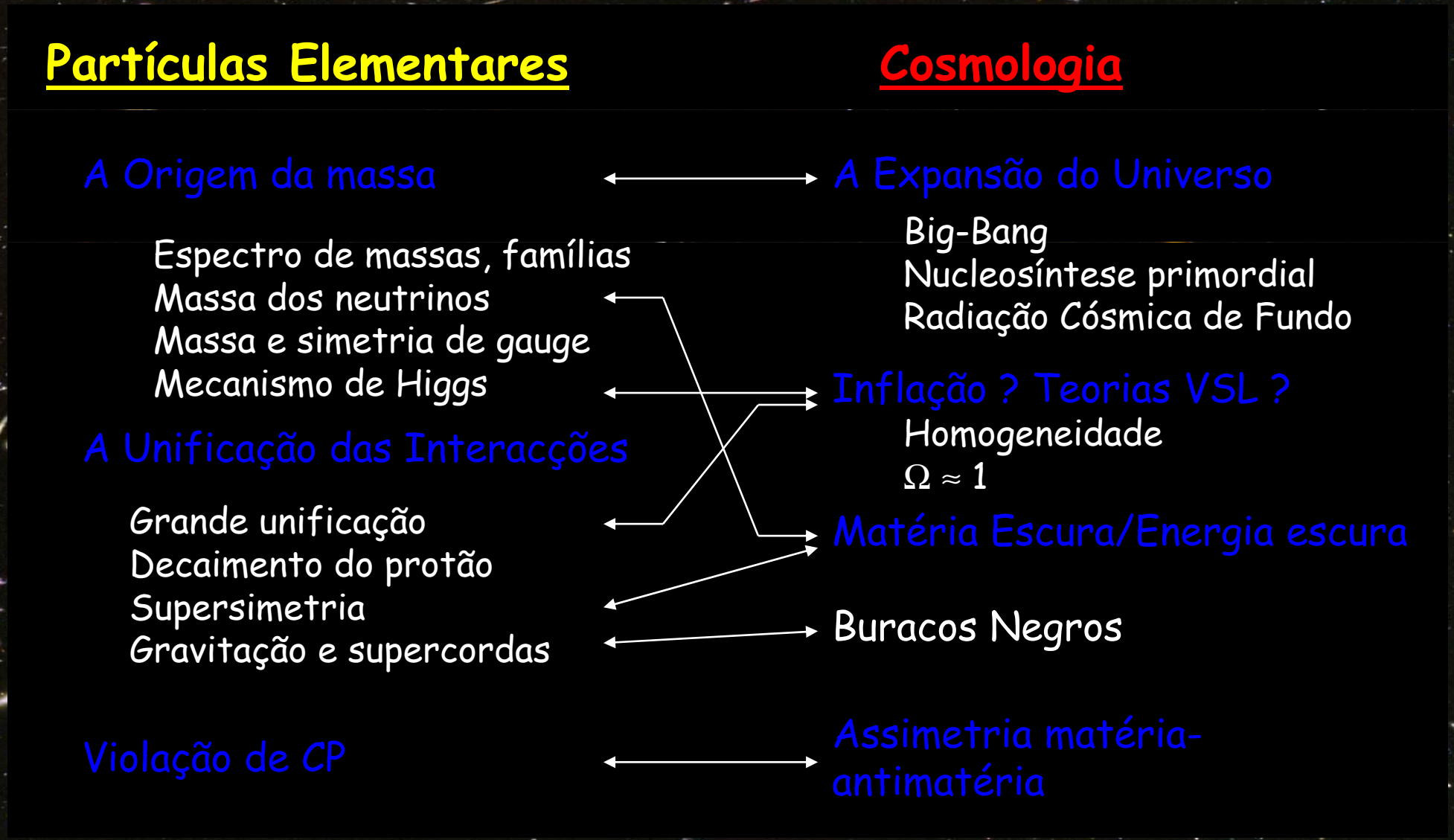
Então, de que é feito o Universo?!



Como poderá LHC ajudar?

- Bosão de Higgs ? Se existir deve permear o U
- Encontrar **Supersimmetria**, se existir: o melhor candidato para a Matéria Escura será a partícula supersimétrica mais leve, estável e produzida em grande quantidades no Big Bang
- Encontrando **W**eakly **I**nteractive **M**assive **P**articles, que se existirem em grandes quantidades = Mat.Esc.
- Encontrando para dimensões extra (>=5D), etc!

Conclusões


Partículas Elementares
Cosmologia
A Origem da massa
A Expansão do Universo
Big-Bang
Nucleosíntese primordial
Radiação Cósmica de Fundo
Espectro de massas, famílias
Massa dos neutrinos
Massa e simetria de gauge
Mecanismo de Higgs
Inflação ? Teorias VSL ?
Homogeneidade
Ω ≈ 1
A Unificação das Interacções
Grande unificação
Decaimento do protão
Supersimetria
Gravitação e supercordas
Matéria Escura/Energia escura
Buracos Negros
Violação de CP
Assimetria matéria-antimatéria

Obrigado pela vossa atenção!