



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

ATLAS Masterclasses



Interacciones y Materia al alcance de la mano

Alejandro Szynkman



ATLAS Masterclasses

- ¿De qué estamos hechos?
¿Cómo funciona el universo?
- ¿Cómo empezariamos a averiguarlo?

ATLAS Masterclasses

- ¿De qué estamos hechos?
¿Cómo funciona el universo?
- ¿Cómo empezaríamos a averiguarlo?

ORO



ATLAS Masterclasses

- ¿De qué estamos hechos?
¿Cómo funciona el universo?
- ¿Cómo empezariamos a averiguarlo?

ORO

Observamos

Rompemos

Ordenamos

Entonces, ¿cómo venimos haciéndolo?

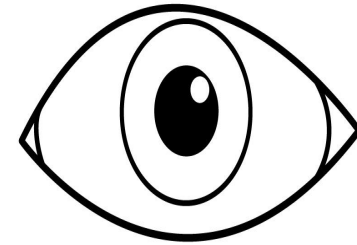
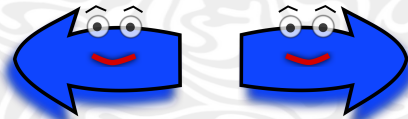


EL OJO



¡LHC!

Entonces, ¿cómo venimos haciéndolo?

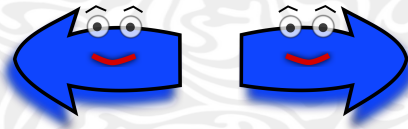


¿Qué tan chico es lo que podemos ver?

0.1 mm (10^{-1} mm)

(Fibras de pelo)

Entonces, ¿cómo venimos haciéndolo?

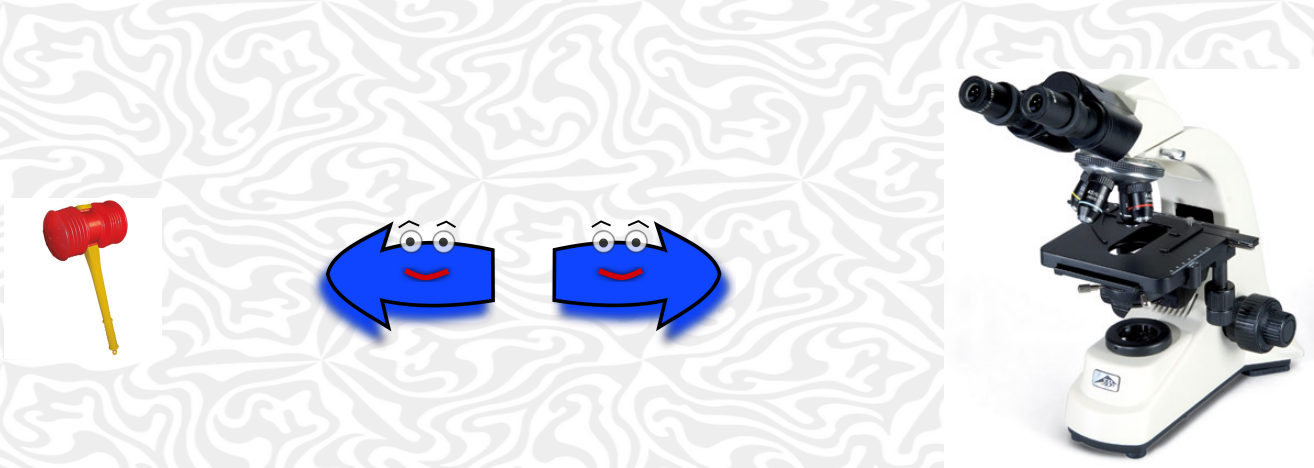


¿Qué tan chico es lo que podemos ver?

0.01 mm (10^{-2} mm)

(Hongos)

Entonces, ¿cómo venimos haciéndolo?

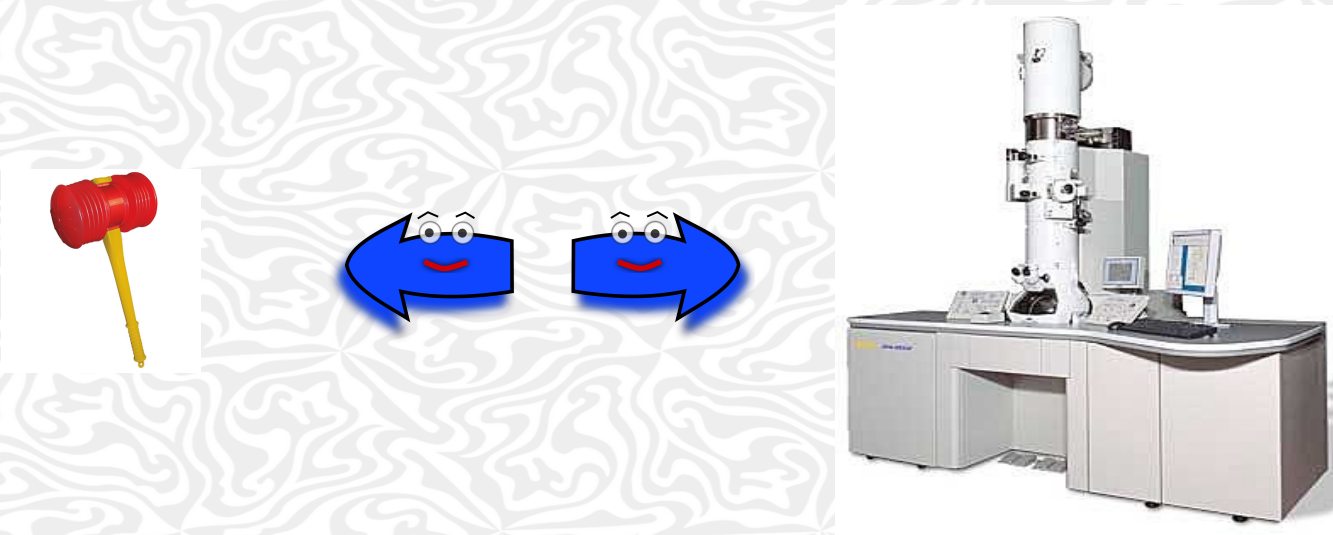


¿Qué tan chico es lo que podemos ver?

0.001 mm (10^{-3} mm)

(Bacterias, Células)

Entonces, ¿cómo venimos haciéndolo?

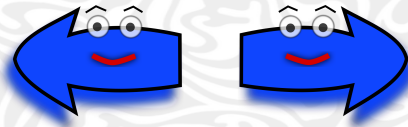


¿Qué tan chico es lo que podemos ver?

0.00001 mm (10^{-5} mm)

(Virus)

Entonces, ¿cómo venimos haciéndolo?



¿Qué tan chico es lo que podemos ver?

0.0000001 mm (10^{-7} mm)

(Átomos)

De Principios, Equivalencias y Dualidades...

- Conservación de la Energía



- Energía y Masa



$$E = mc^2$$

De Principios, Equivalencias y Dualidades...

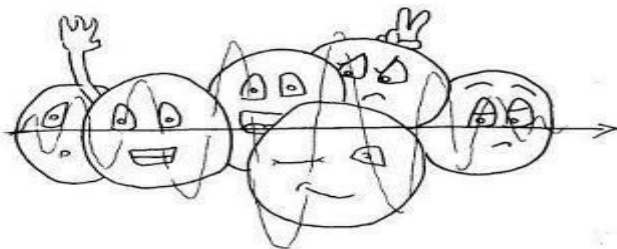
- Onda y Partícula (L. De Broglie)



$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

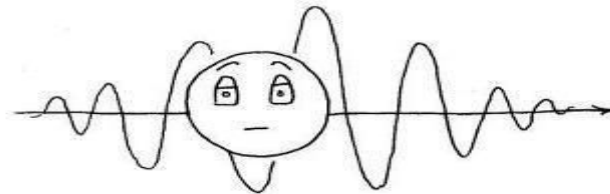
QUANTUM MECHANICS PARTICLE PRACTICAL JOKE

QUICK! HERE COMES THE PHYSICIST!

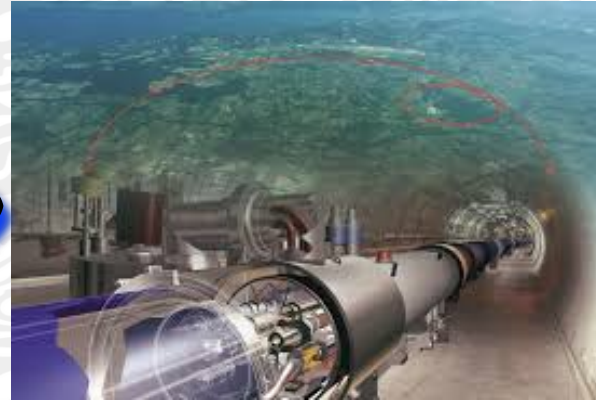
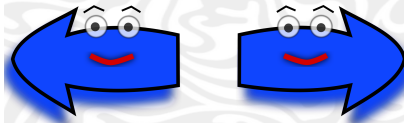


TJHSLA@PRINCETON 15.7.'12

... ACT COOL ...



Entonces, ¿cómo venimos haciéndolo?



¿Qué tan chico es lo que podemos ver?

0.000000000000000001 mm (10^{-16} mm)

(???)

¡Claro, no es fácil!



¿Qué observar? - ¿Qué romper? - ¿Cómo ordenar?

Ideas Antiguas

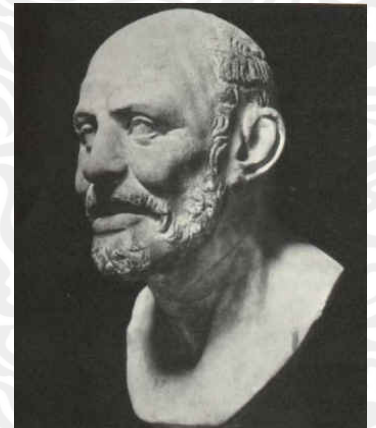


Empédocles (400 a.C.):

- *Teoría de las Cuatro Raíces* (Elementos)
- Agua - Fuego - Aire - Tierra
- Dos Fuerzas

Demócrito (400-300 a.C.):

- *Átomo* (que no se puede dividir)
- Universo: Vacío y Átomos Combinados
- Colisiones y Reacciones



Ideas “Modernas”

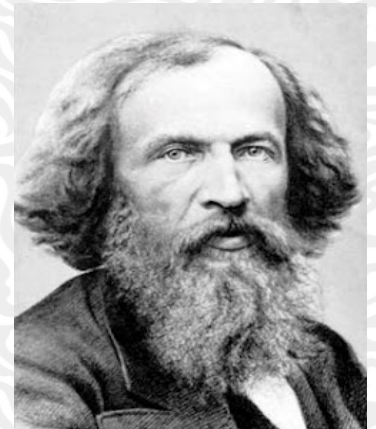


John Dalton (1766-1844):

- *Teoría Atómica*
- Átomos: Indivisibilidad, Pesos Atómicos
- Reacciones Químicas

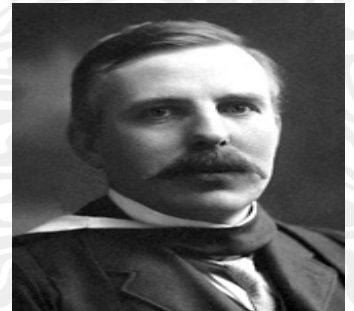
Dmitri Mendeleev (1834-1907):

- *Tabla Periódica de los Elementos*
- Patrón de Clasificación (Orden)
- Predicción de Nuevos Elementos



¡El átomo se divide!

- Descubrimiento del Electrón
J.J. Thomson, 1896
- Descubrimiento del Núcleo
E. Rutherford, 1914-1918



¡Y el núcleo también se divide!

- Descubrimiento del Protón
E. Rutherford, 1914-1918
- Descubrimiento del Neutrón
J. Chadwick, 1932



Y siguen las sorpresas...



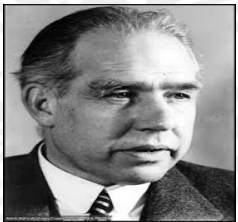
- Predicción del Neutrino

(W. Pauli)



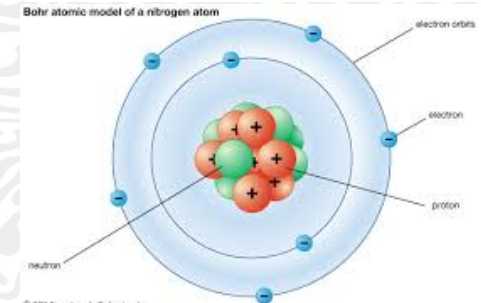
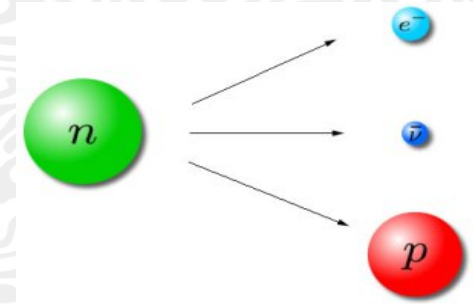
- Modelo Atómico

(N. Bohr)



- Predicción de la Antimateria

(P. Dirac)



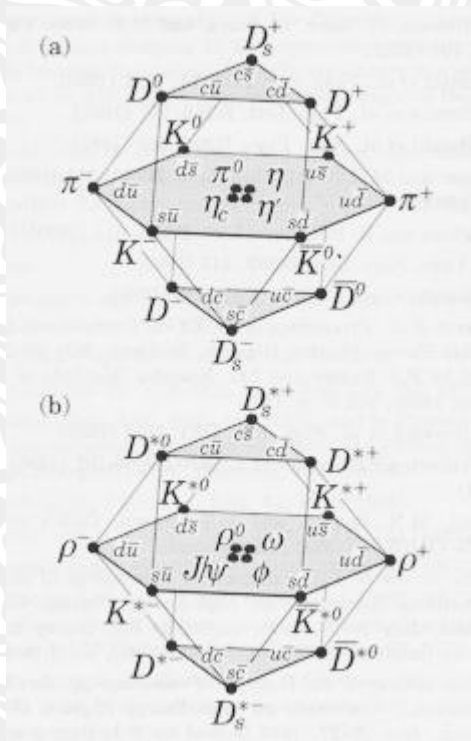
Y hay muchas más partículas



¿Ordenamos un poco?

Modelo de Quarks

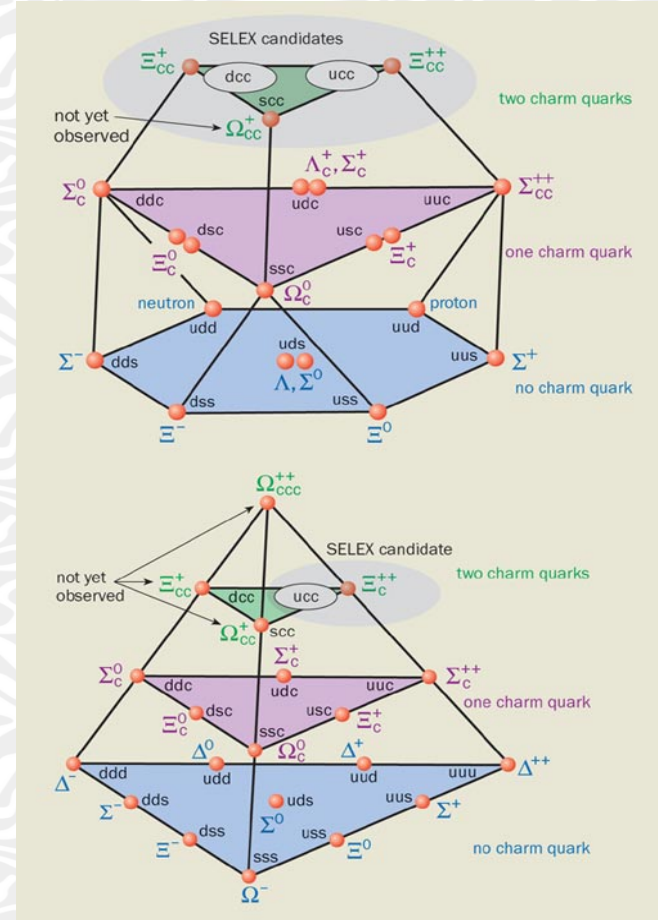
Gell-Mann, Ne'eman & Zweig ('60)



Mesones
($q\bar{q}$)

u: up d: down
c: charm s: strange

Bariones
(qqq)

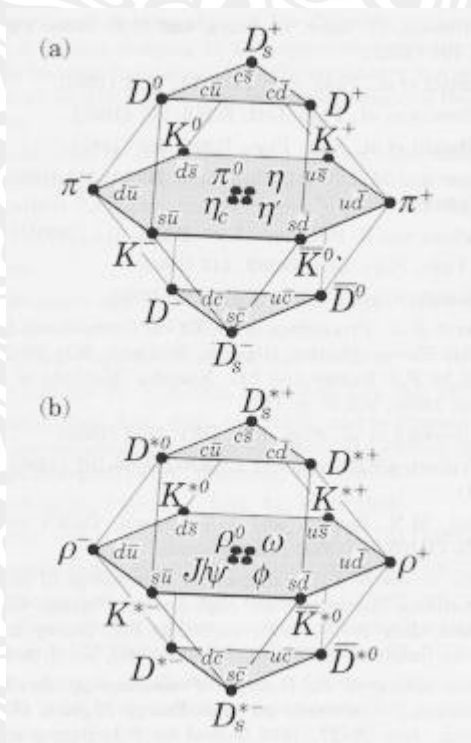


Una vez más: Comprensión y Predicción

¿Ordenamos un poco?

Modelo de Quarks

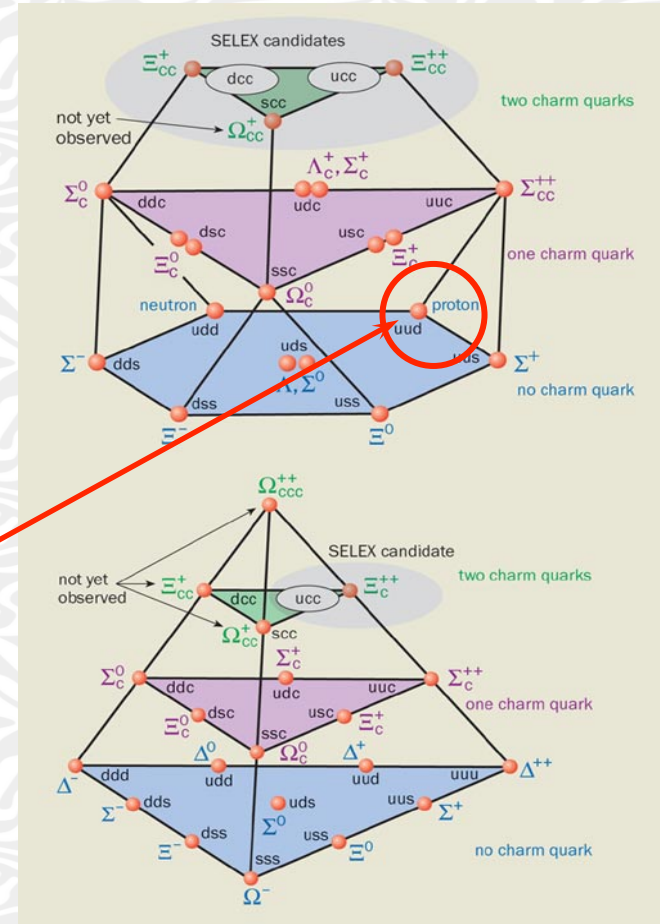
Gell-Mann, Ne'eman & Zweig ('60)



Mesones
($q\bar{q}$)

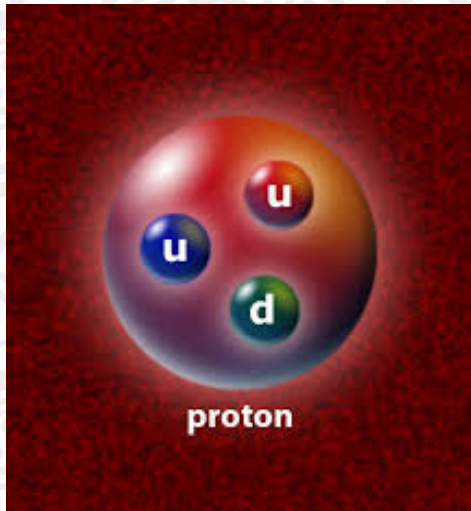
u: up d: down
c: charm s: strange

Bariones
(qqq)
Protón



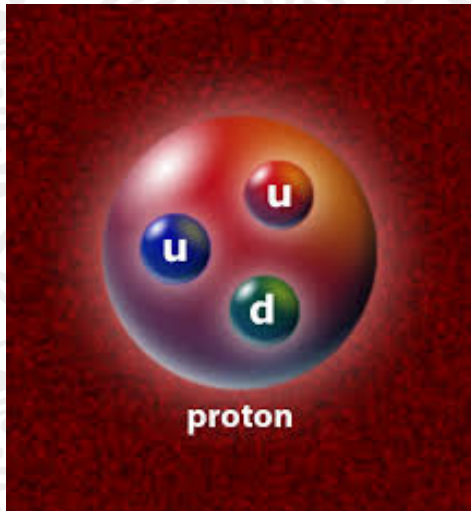
Una vez más: Comprensión y Predicción

¿Cómo es el protón por dentro?

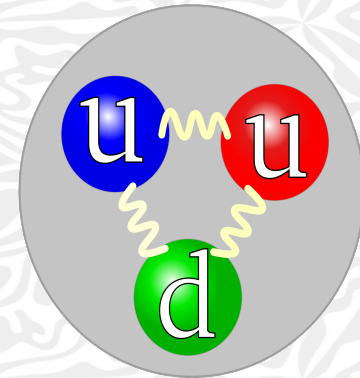


Quarks y...?

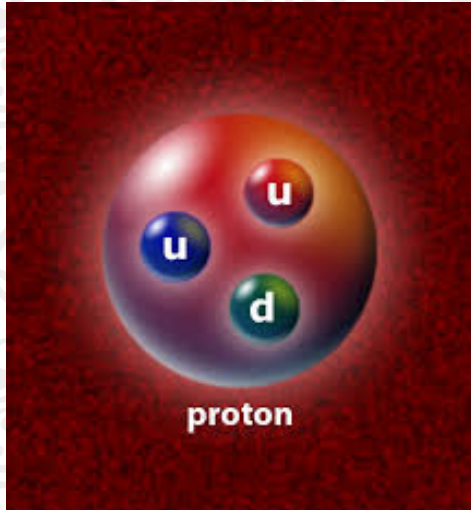
¿Cómo es el protón por dentro?



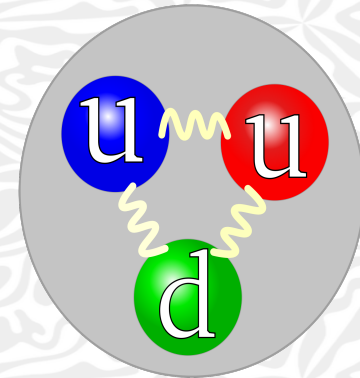
Quarks y gluones



¿Cómo es el protón por dentro?



Quarks y gluones

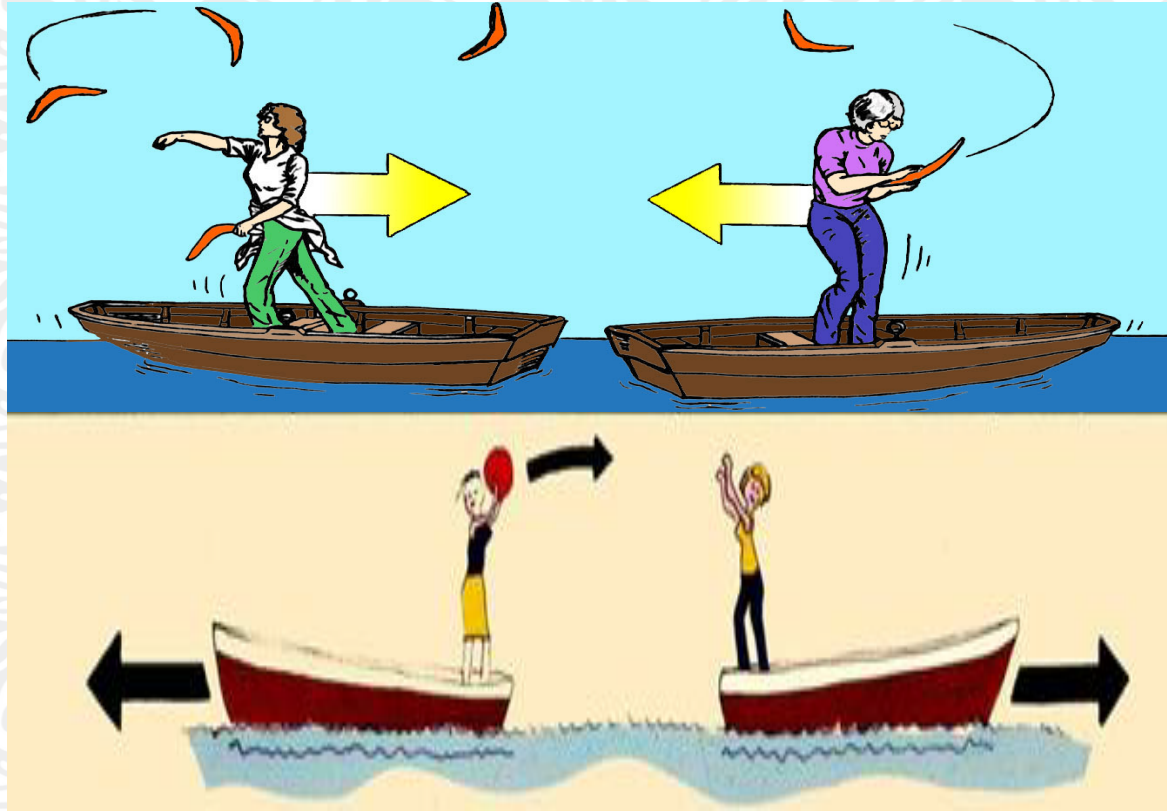


Glue: —————



—————> Encolar

Las interacciones...

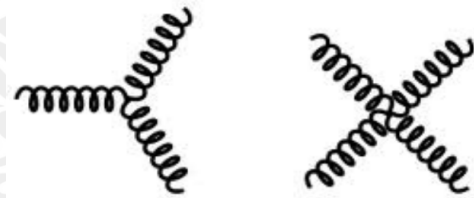
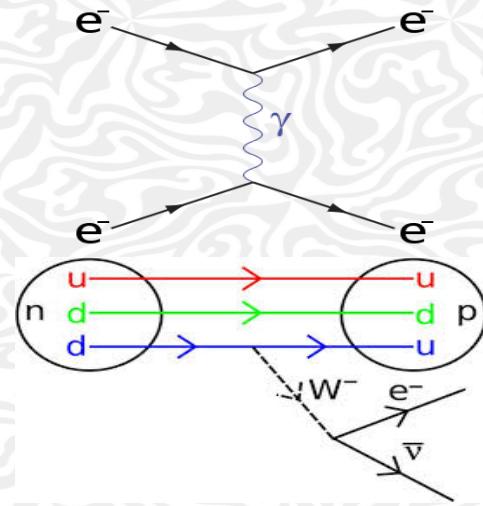


Mediadores: Boomerang - Pelota

Convoquemos a los mediadores



- Electromagnética: Fotón
- Débil: W^+ , W^- , Z^0
- Fuerte: 8 gluones
- Gravitatoria: ¿Gravitón?

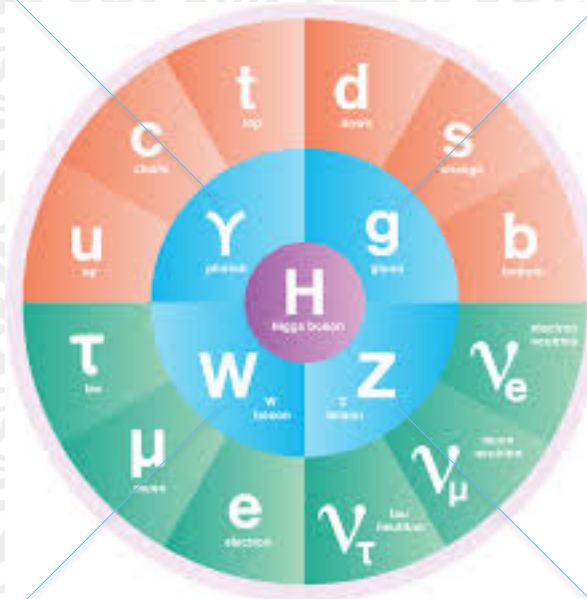


Modelo Estándar

Electromagnética (γ)

Quarks

(g) Fuerte



Débil (W)

Leptones

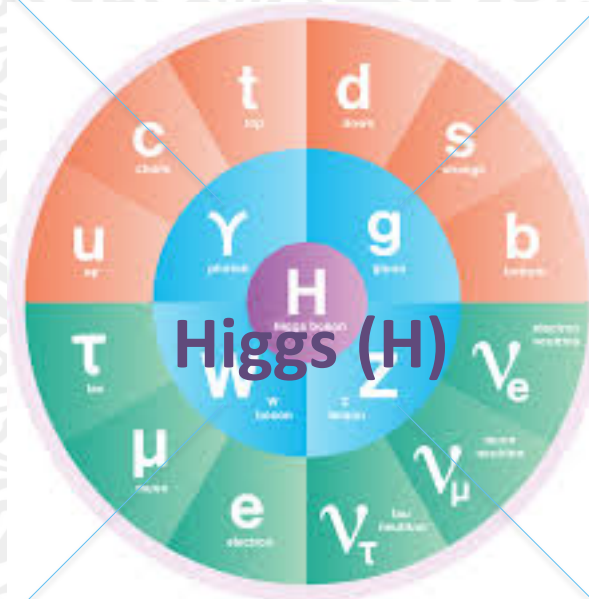
(Z) Débil

Modelo Estándar

Electromagnética (γ)

Quarks

(g) Fuerte



Débil (W)

Leptones

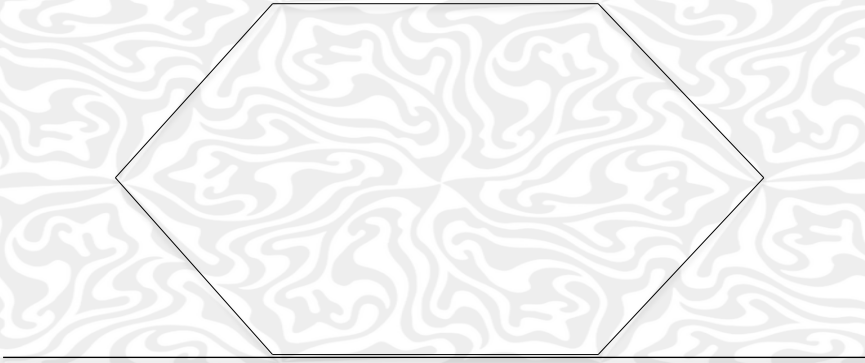
(Z) Débil

Higgs y Simetrías

Higgs y Simetrías



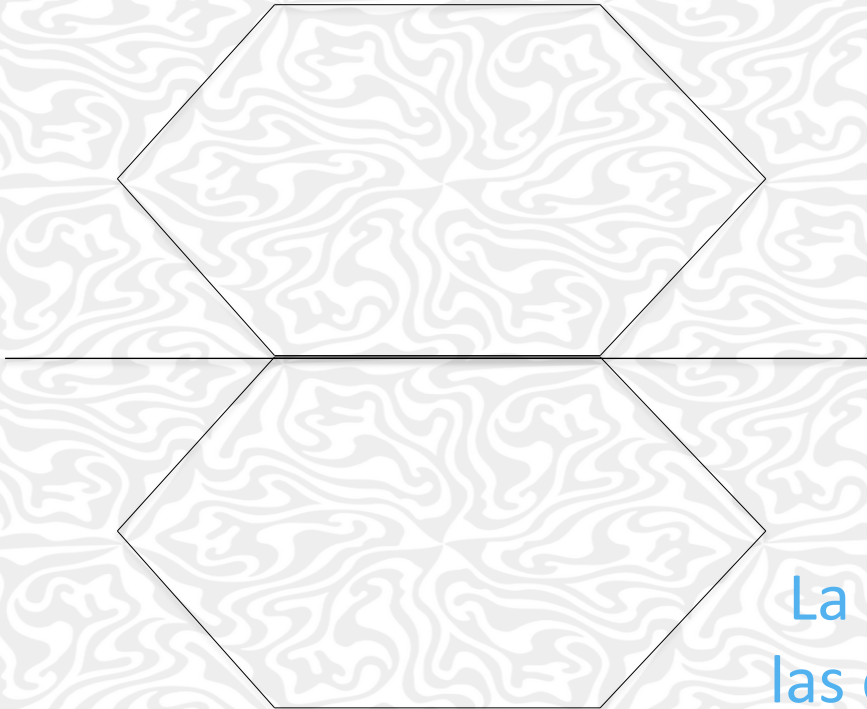
Higgs y Simetrías



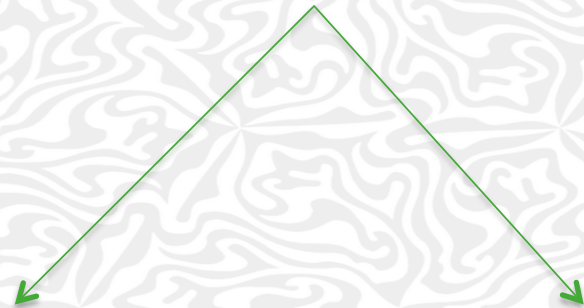
Higgs y Simetrías



Higgs y Simetrías



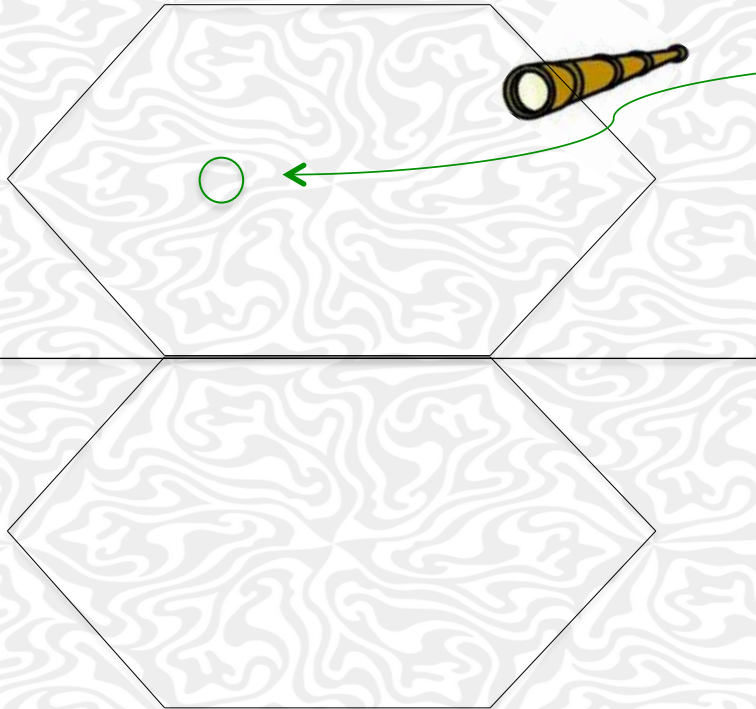
La Naturaleza es simétrica
a nivel fundamental



La simetría dicta
las características
de las interacciones

La simetría impide
la existencia de
partículas masivas

Higgs y Simetrías



Simetría Escondida



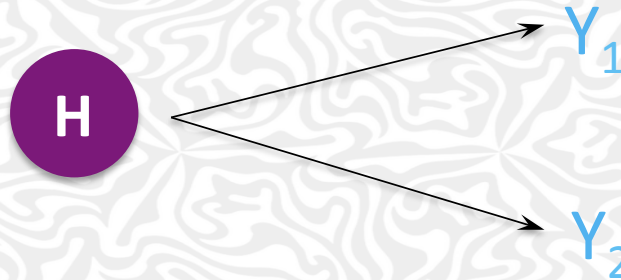
Quarks Leptones W^+ , W^- , Z^0 H

Adquieren Masa

Fotón Gluones

No

¿Cómo medimos en ATLAS?
¿Cómo detectamos el Higgs?

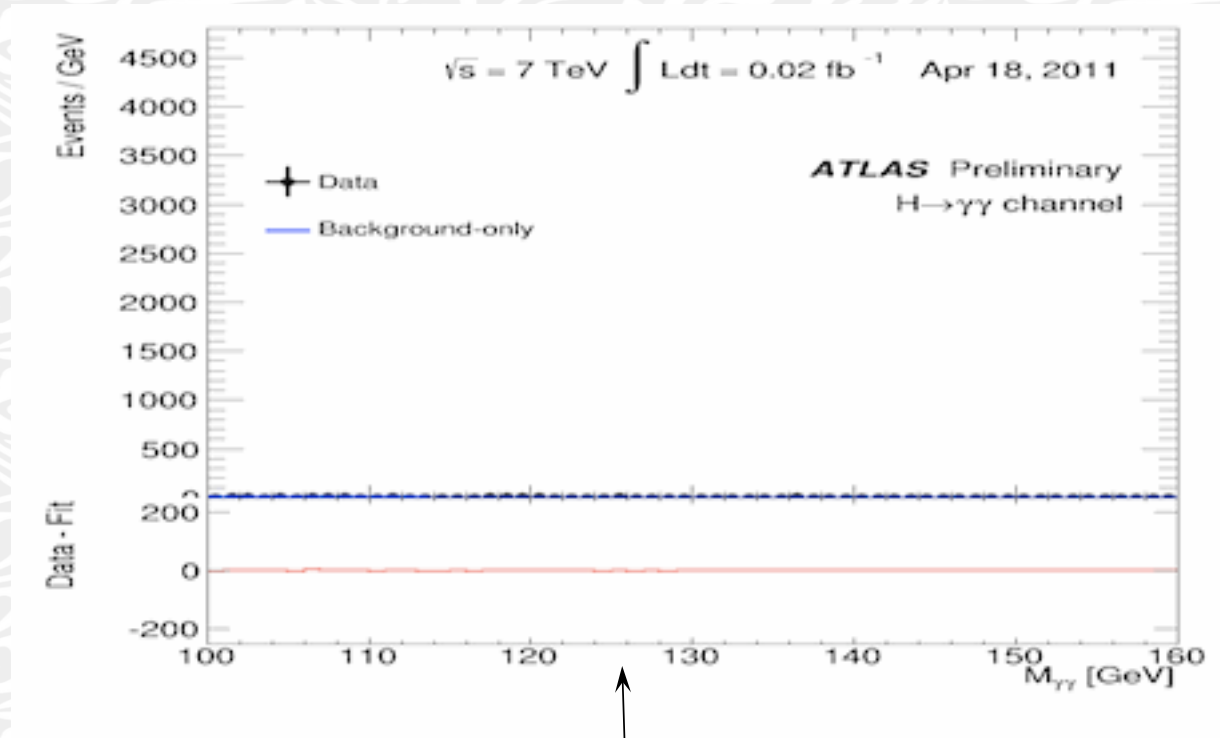


“+”

Equivalencia entre Masa y Energía
Conservación de la Energía
Fotón no tiene masa

Masa de H = Energía de Y_1 + Energía de Y_2

¿Cómo detectamos el Higgs?



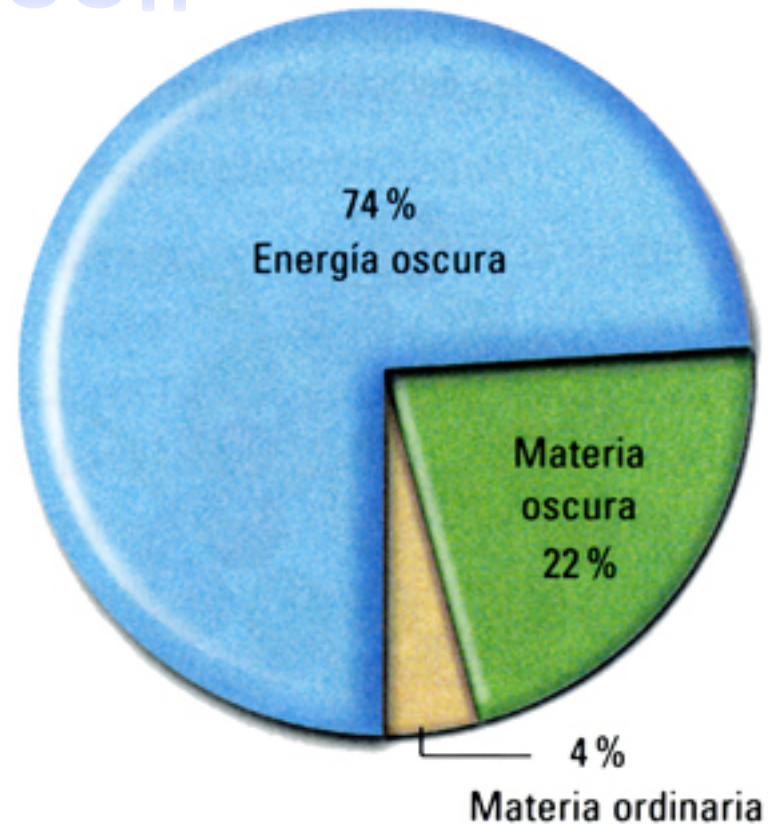
↑
“Pico” del Higgs

Modelo Estándar: ¿Orden definitivo?



¡¡NOOOOOOO!!
!!NOOOOOOO!!

- Tres familias
- Materia-Antimateria
- Masa del neutrino
- ...



Modelos Superadores

- Modelos con simetrías adicionales: Supersimetría, ...
- Modelos con dimensiones adicionales
- Modelos con Higgs adicionales
- ...

En particular,

- Modelos con un Z adicional (Z')
- Modelos con Gravitones

Y también y muy importante...

Experimentación como guía hacia nuevas ideas

**¡Y ahora sí, vamos a ver qué pasa
en ATLAS!**

¡Para seguir aprendiendo!



Qué es el Bosón de Higgs

María Teresa Dova