

¿ De dónde venimos ?

¿ Qué somos ?

¿ Adónde vamos ?



El objetivo de la física de partículas:
¿ Cómo está hecho el Universo ?

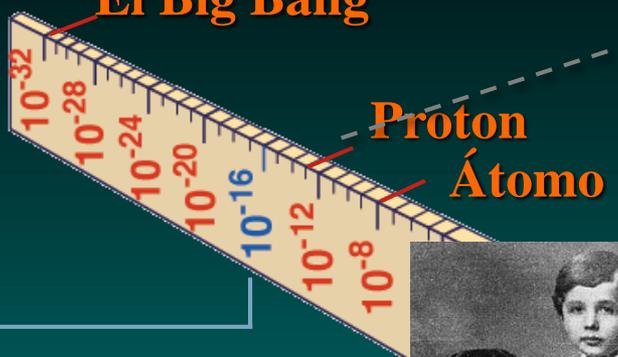
Las grandes preguntas de Gauguin en los terminos de la física

- ¿ De qué está hecha la materia ?
 - ¿ Por qué hay masa ?
- ¿ Qué es la materia oscura en el universo ?
- ¿ Cómo evoluciona el universo ?
- ¿Cuál es el origen de la materia ?
- ¿ Por qué está el universo así de grande ?
- ¿ Hay dimensiones adicionales del espacio



Nuestro objetivo es dar respuestas a estas preguntas

El Big Bang



Proton
Átomo

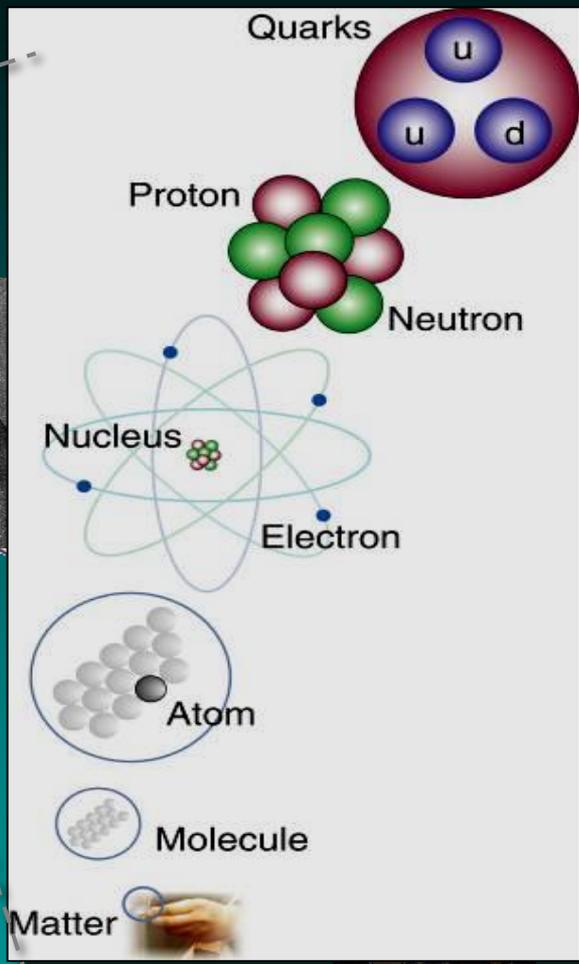


LHC

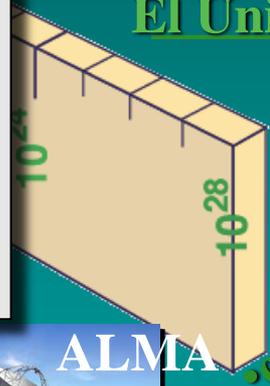
Un super-microscopio



Estudiar las leyes fundamentales de la física
para comprender mejor
los primeros momentos del Universo
Un super-telescopio también



Las galaxias
El Universo

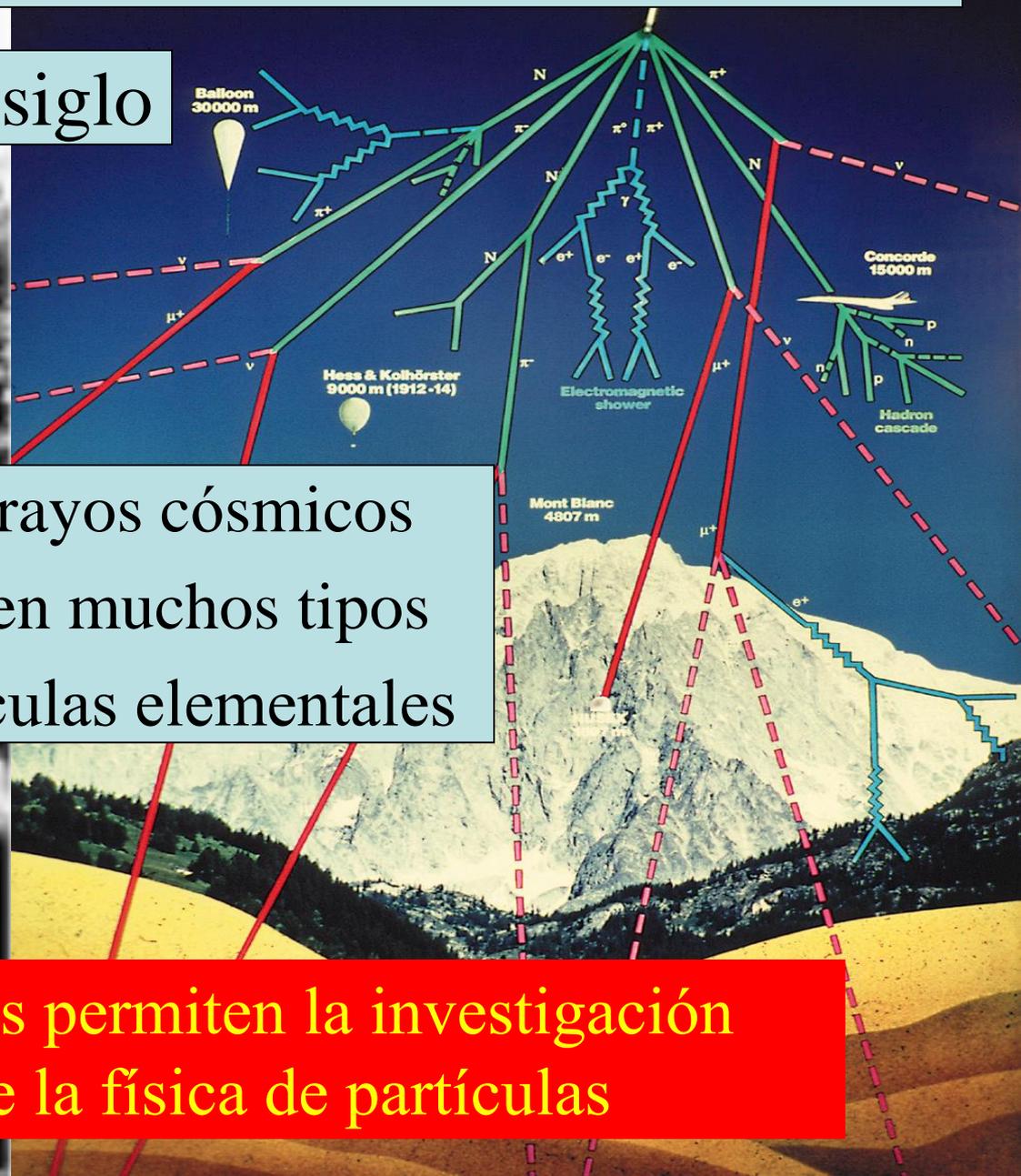


Desde los rayos cósmicos hasta el CERN

Descubiertos hace un siglo

... los rayos cósmicos producen muchos tipos de partículas elementales

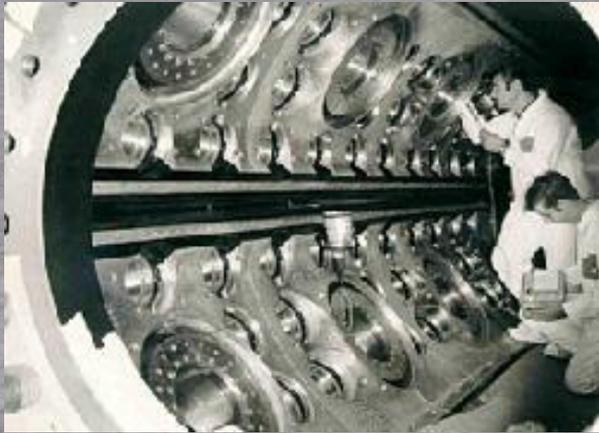
Los aceleradores permiten la investigación detallada de la física de partículas



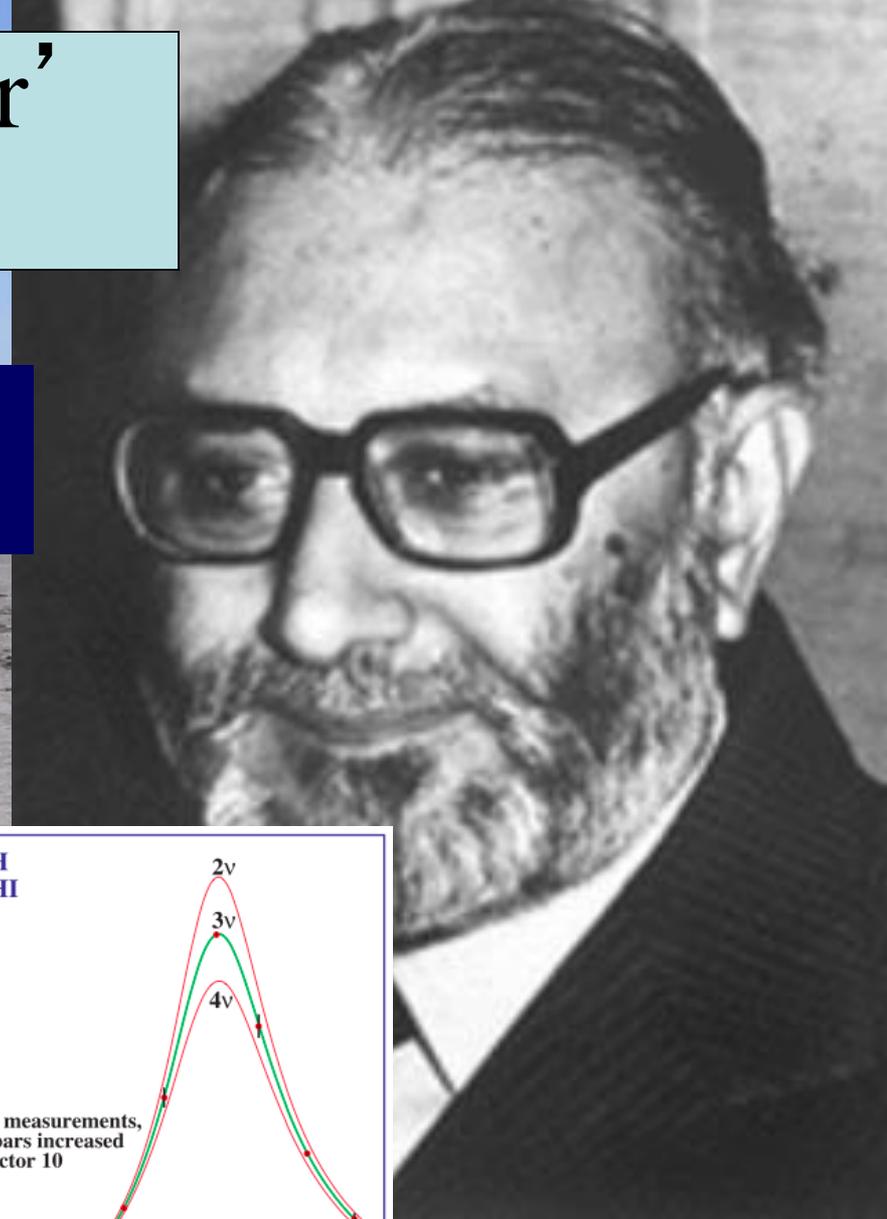
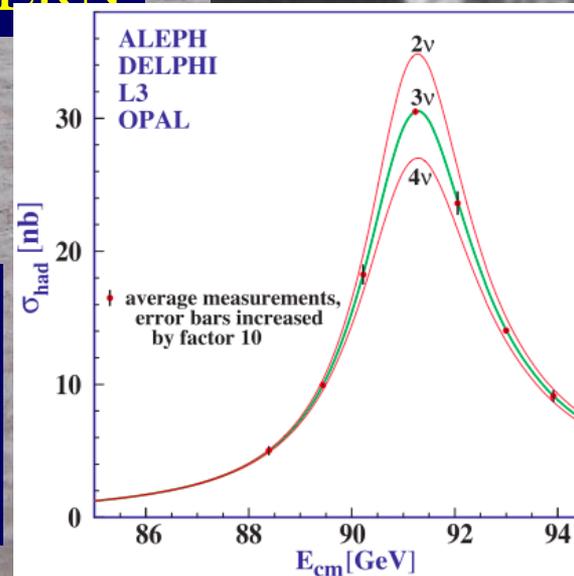
El 'Modelo Estándar' de las partículas

Propuesto por Abdus Salam,
Glashow y Weinberg

Primeras
pruebas
en el CERN



Acuerdo perfecto entre
la teoría y los experimentos
en todos los laboratorios



Partículas de materia



¿Cuál es el origen de la masa ?

El 'Modelo Estándar'

Fuerzas e interacciones



Gravedad

Electromagnetismo

Fuerzas nucleares: débil y fuerte

Algunas partículas tienen masas, algunas no

Newton:

El peso proporcional a la masa

Einstein:

La energía relacionada con la masa

No explicaron el origen de las masas

¿De dónde vienen las masas?

¿Las masas se deben a un bosón de Higgs?



Como un campo de nieve



El esquiador anda muy rapido:
como una partícula sin masa
(el fotón = la partícula de la luz)



El LHC buscó
el copo de nieve:
el bosón de Higgs

El raquetista anda menos
rápido: como una partícula
con una masa (el electrón)



El marchador anda muy
despacio: como una
partícula con una masa grande



El primer estudio detallado del bosón de Higgs (1975)

A PHENOMENOLOGICAL PROFILE OF THE HIGGS BOSON

John ELLIS, Mary K. GAILLARD * and D.V. NANOPOULOS **
CERN, Geneva

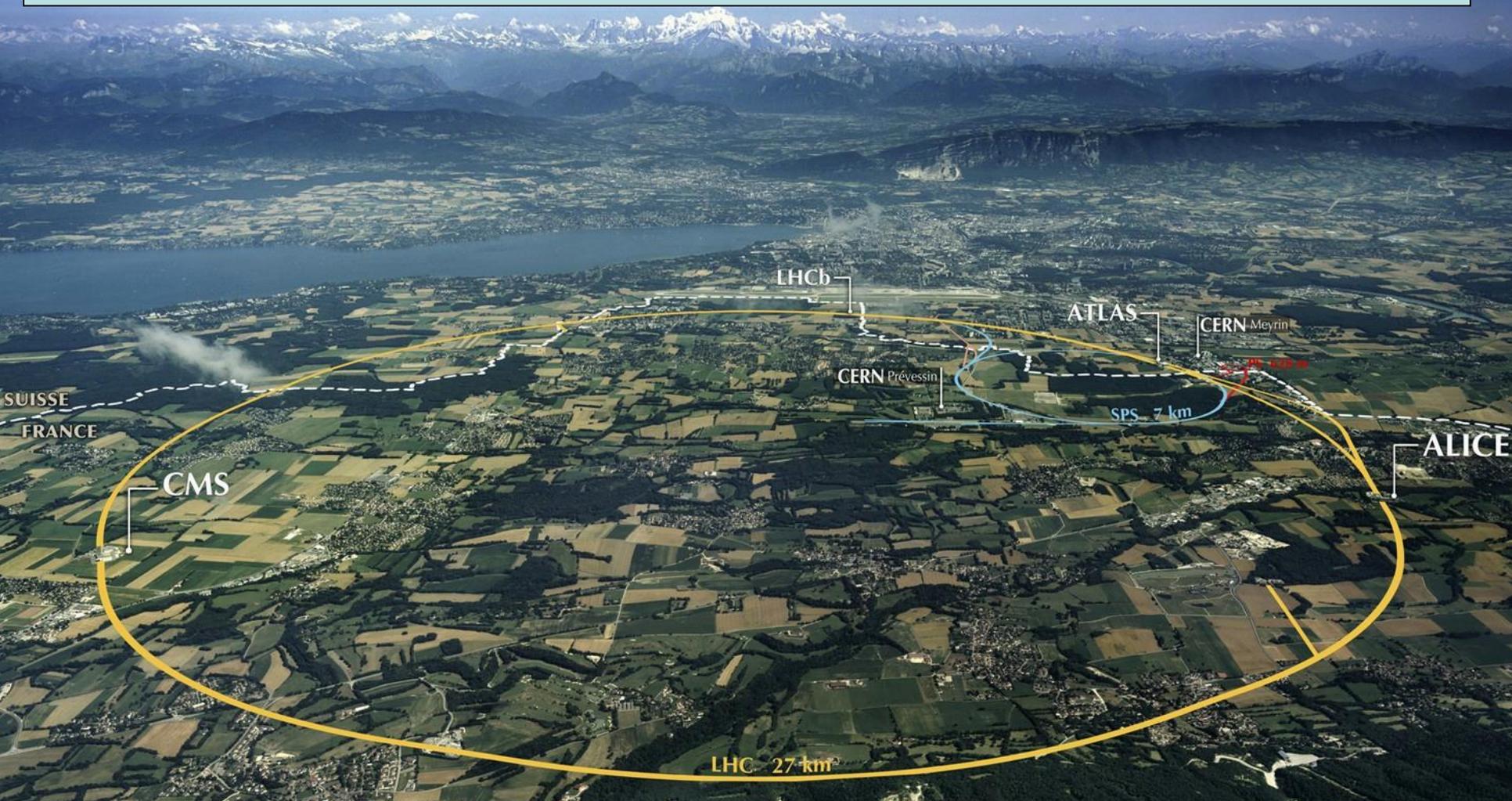
Received 7 November 1975

A discussion is given of the production, decay and observability of the scalar Higgs boson H expected in gauge theories of the weak and electromagnetic interactions such as the Weinberg-Salam model. After reviewing previous experimental limits on the mass of

We should perhaps finish with an apology and a caution. We apologize to experimentalists for having no idea what is the mass of the Higgs boson, unlike the case with charm [3,4] and for not being sure of its couplings to other particles, except that they are probably all very small. For these reasons we do not want to encourage big experimental searches for the Higgs boson, but we do feel that people performing experiments vulnerable to the Higgs boson should know how it may turn up.

“No quisieramos promover grandes búsquedas experimentales”

El gran colisionador de partículas (LHC) del CERN



27 kilómetros de circunferencia
a una profundidad de ~ 100 metros

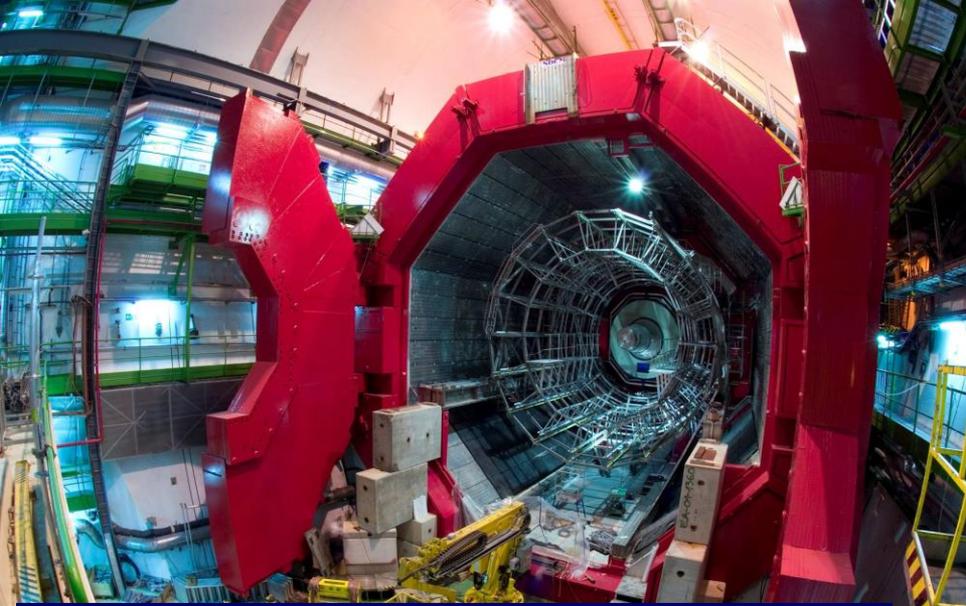
Para contestar a las preguntas de Gauguin:

El 'Gran Colisionador de Hadrones' (LHC)

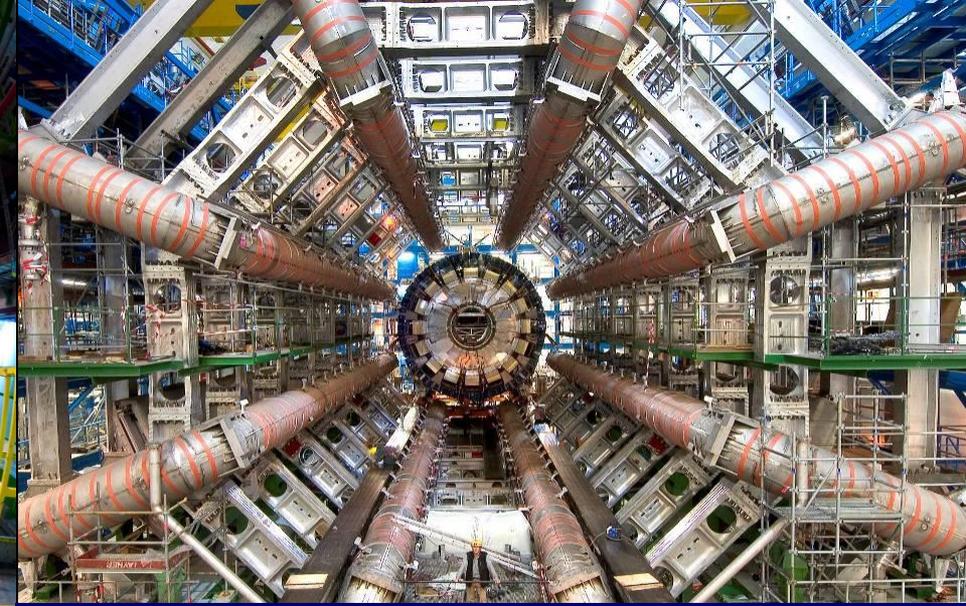
Objetivos primarias:

- El origen de las masas
- La materia oscura
- El plasma primordial
- Materia vs antimateria

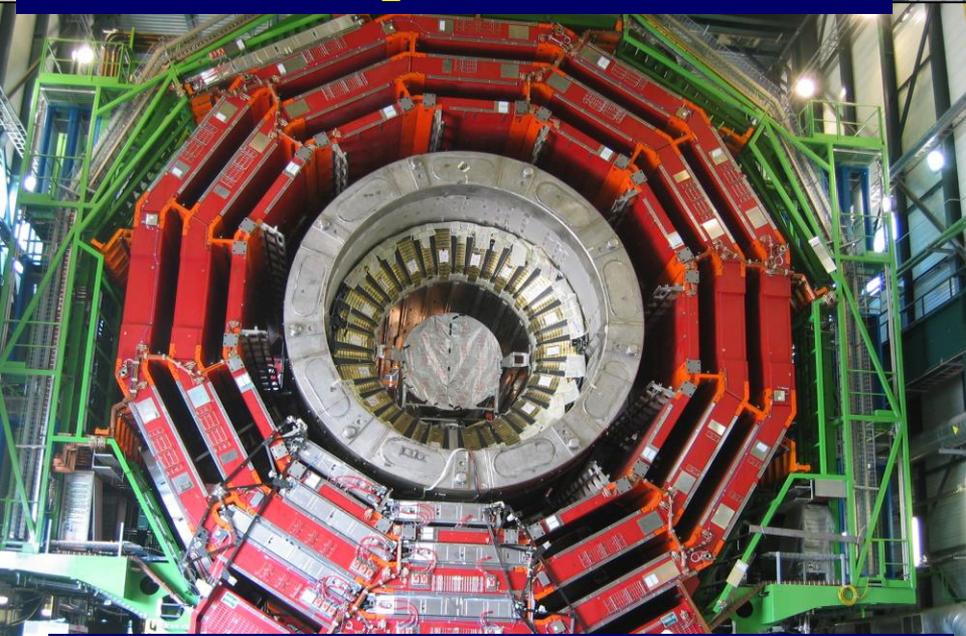




ALICE: El plasma cósmico



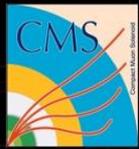
ATLAS: Higgs y supersimetría



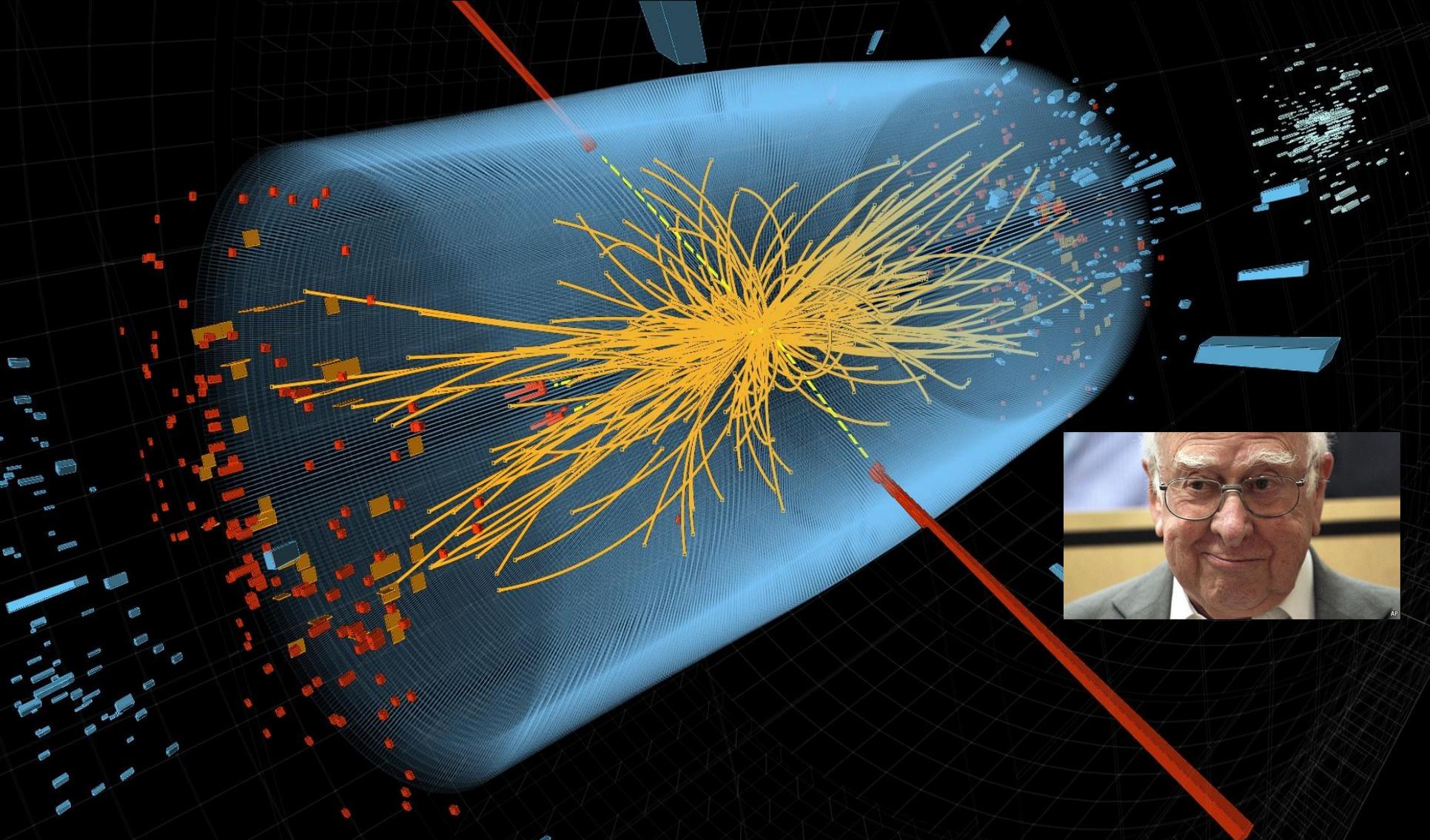
CMS: Higgs y supersimetría



LHCb: Materia y antimateria



Una nueva partícula



El día de la Higgsdependencia



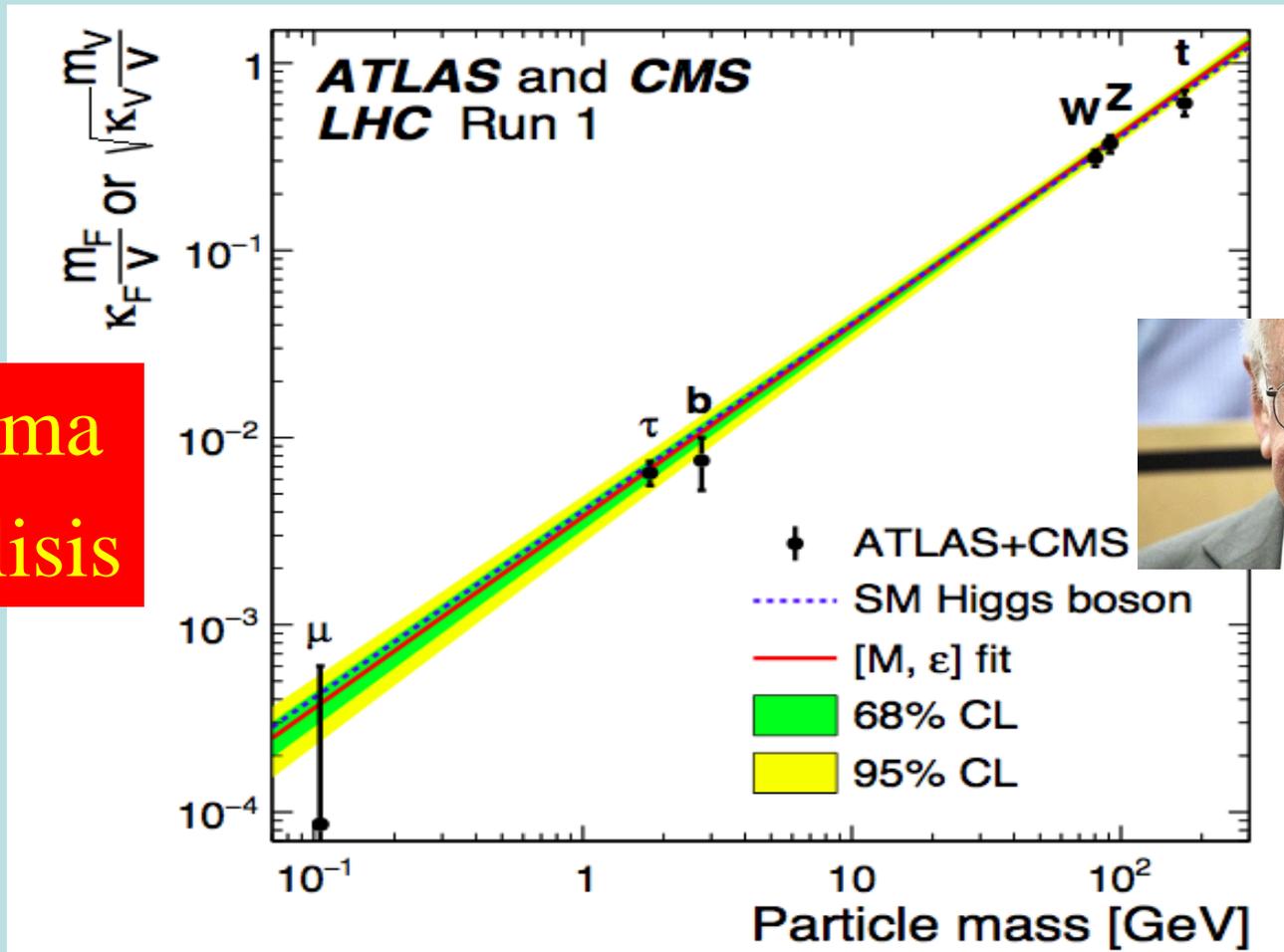
La rompecabezas de las partículas

The background of the slide is a blue field filled with intricate, glowing particle tracks that resemble complex mathematical or physical diagrams. In the center, a 3D puzzle is depicted, with one piece missing, revealing a white surface underneath. The puzzle pieces are rendered with a metallic, reflective blue finish. The overall aesthetic is scientific and mysterious.

¿La buena pieza?

Muy parecido al bosón de Higgs

- Se conecta con las masas de las otras partículas



Última
análisis

Sin el bosón de Higgs ...

... no existirían átomos

- electrones sin masa se van con la velocidad de la luz

... las interacciones débiles volverían fuertes

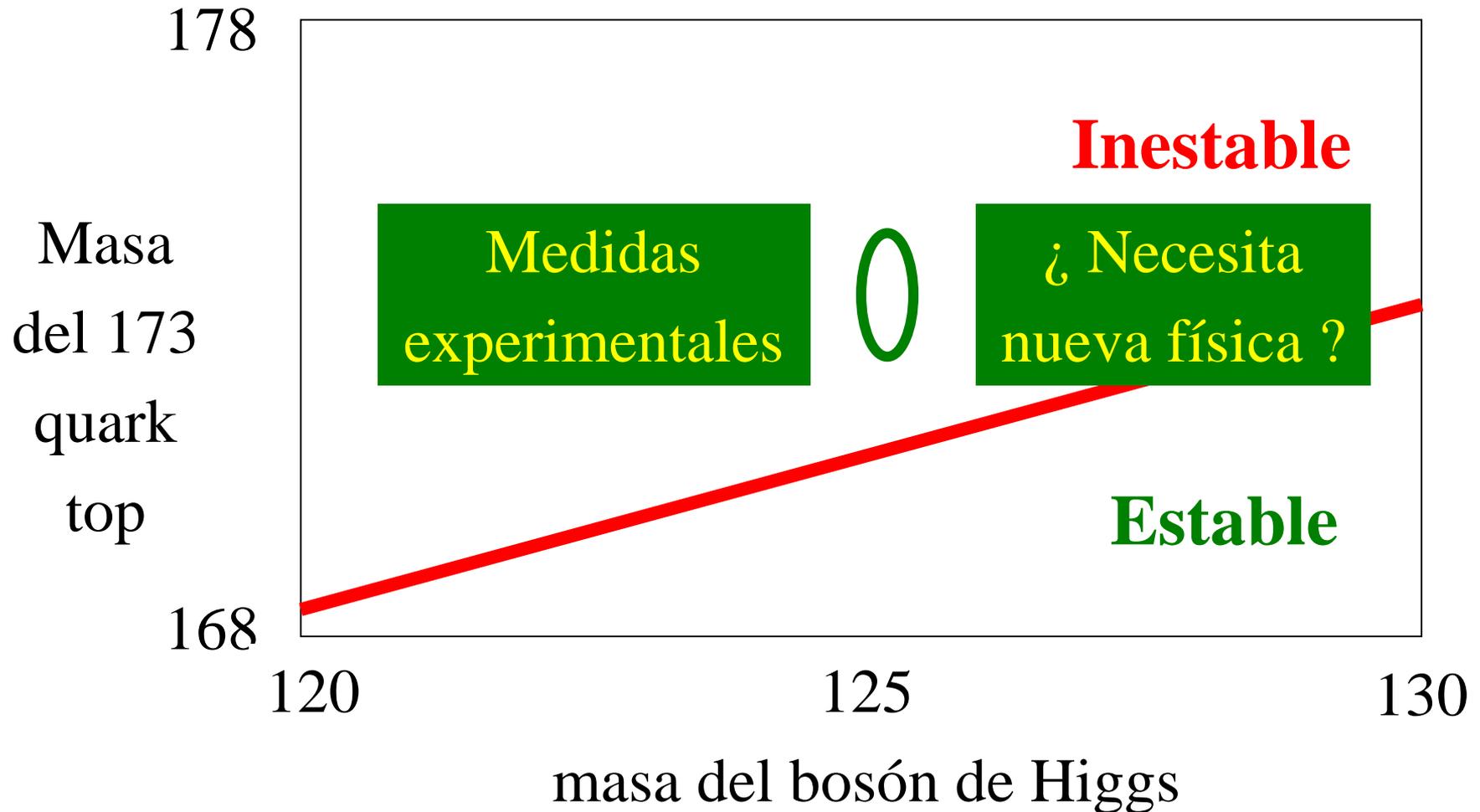
- La vida sería imposible: todo sería radioactivo

El bosón de Higgs juega un papel importante

¿ Hay un problema ?

¿ Inestabilidad del espacio vacío ?

- Está poniendo de la masa del bosón de Higgs



¿ Porqué estamos aquí ?

¿ Grandes fluctuaciones en el universo joven ?

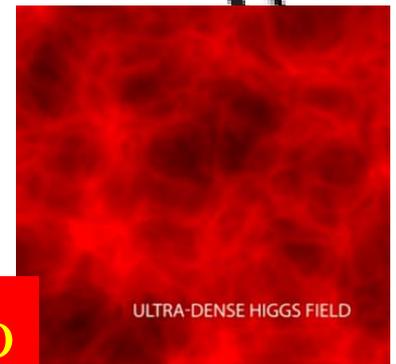
Prevenidas por la supersimetría

Estamos aquí



Fluctuaciones cuánticas

Permiten de pasar por la barrera



El Gran Crujido

Preguntas abiertas mas allá del 'Modelo Estándar'

- ¿Por qué hay tantos tipos de partículas elementales?
- ¿Qué es la materia oscura?
- ¿Unificación de las fuerzas fundamentales?
- ¿Teoría cuántica de la gravitación?

LHC

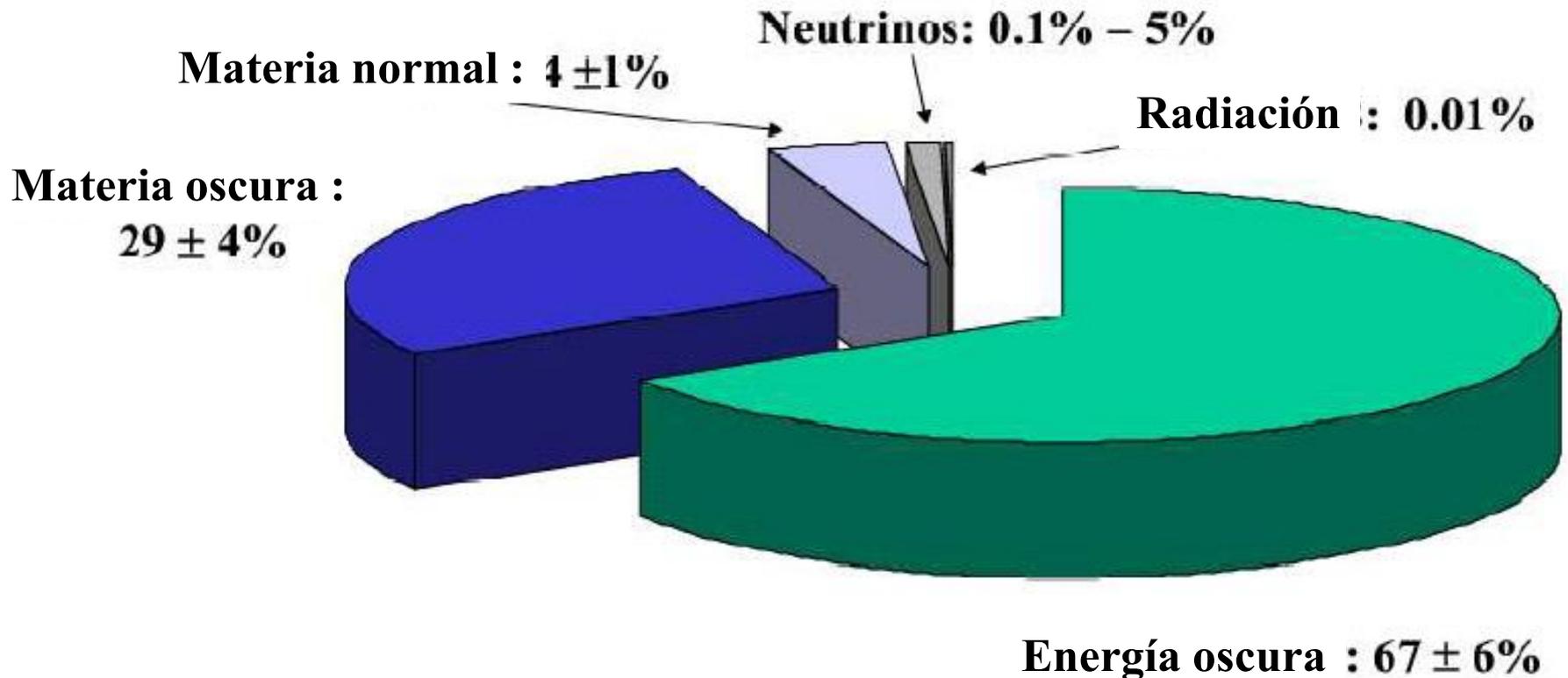
LHC

LHC

LHC

Muchos vínculos con la cosmología

¿Cómo fabricar un universo?



El 'Modelo Estándar' del universo
según la astrofísica y la cosmología

Preguntas abiertas mas allá del 'Modelo Estándar'

- ¿Por qué hay tantos tipos de partículas elementales?
 - ¿La diferencia entre la materia y la antimateria?

Mucho interés en la antimateria



¡Nosotros físicos no hacemos suficiente para Star Trek o Dan Brown!

¿Cómo difieren la materia y la antimateria?

Dirac previó las **ANTI**partículas:

Las mismas masas

Propiedades internas opuestas:

cargos eléctricos, ...

Descubiertos en los rayos cósmicos

Estudiados por los aceleradores



La materia y la antimateria no son iguales: ¿POR QUÉ?

¿Por qué el Universo contiene materia, no antimateria?

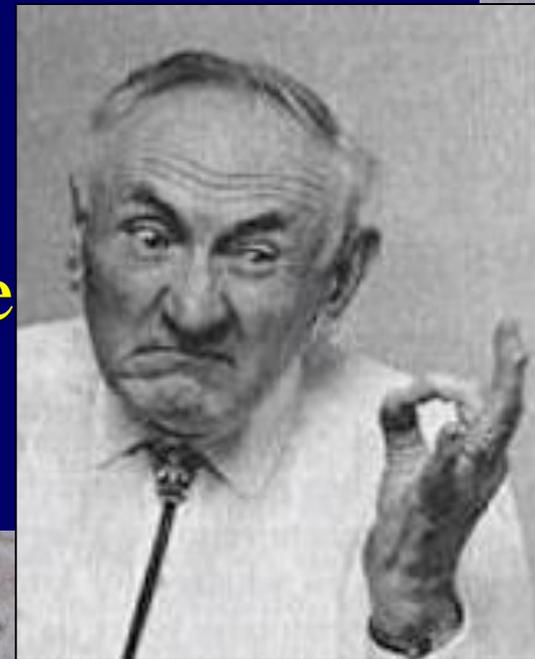
El experimento LHCb está buscando las respuestas

Preguntas abiertas mas allá del 'Modelo Estándar'

- ¿Por qué hay tantos tipos de partículas elementales?
 - ¿La diferencia entre la materia y la antimateria?
- ¿La materia oscura?

Hipótesis de la materia oscura

- Motivado por las observaciones de Fritz Zwicky del cúmulo de galaxias ‘Coma’
- Las galaxias se mueven demasiado rápidamente
- Las observaciones necesitan un campo gravitacional más fuerte que generado por la materia visible
- ¿ La materia oscura ?



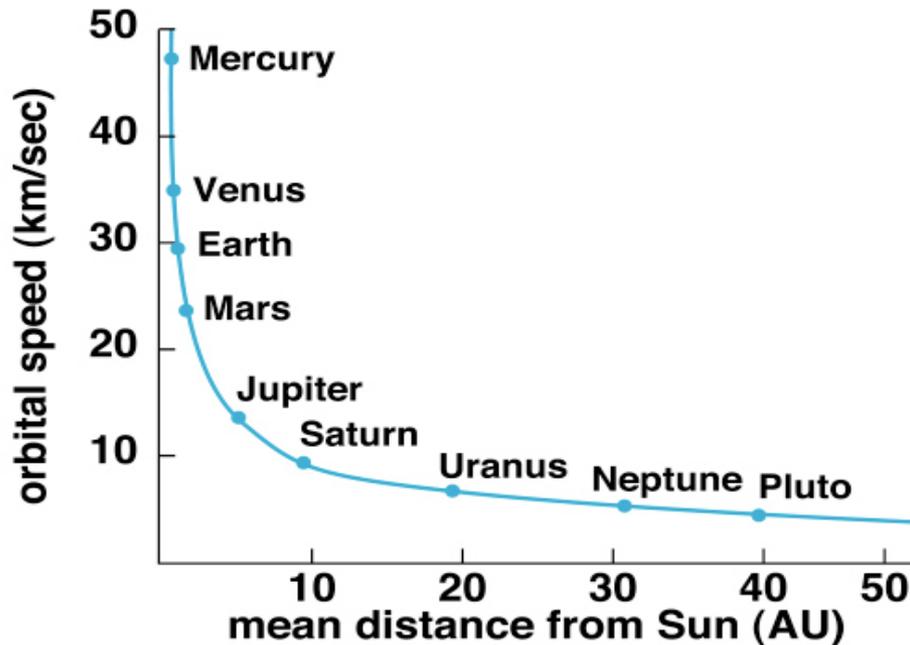
Las curvas de rotación de las galaxias

- Las observaciones de Vera Rubin
- Las estrellas también orbitan ‘demasiado rápidamente’
- Sus observaciones necesitan un campo gravitacional más fuerte que generado por la materia visible
- **Una otra prueba de la materia oscura**



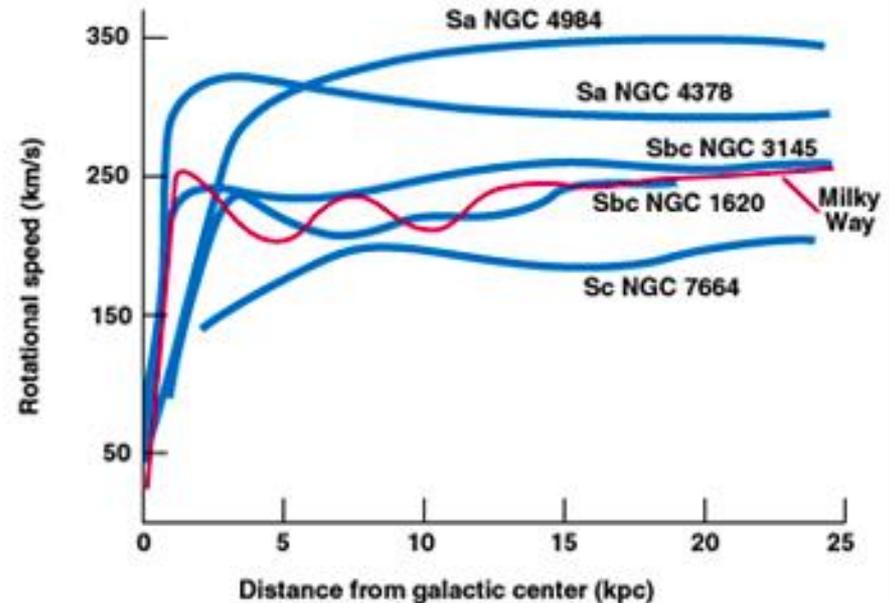
Las curvas de rotación

- En el sistema solar



- Las velocidades disminuyen con la distancia
- La masa (Sol) en el centro

- Las galaxias



- Las velocidades no disminuyen
- La masa oscura distribuida

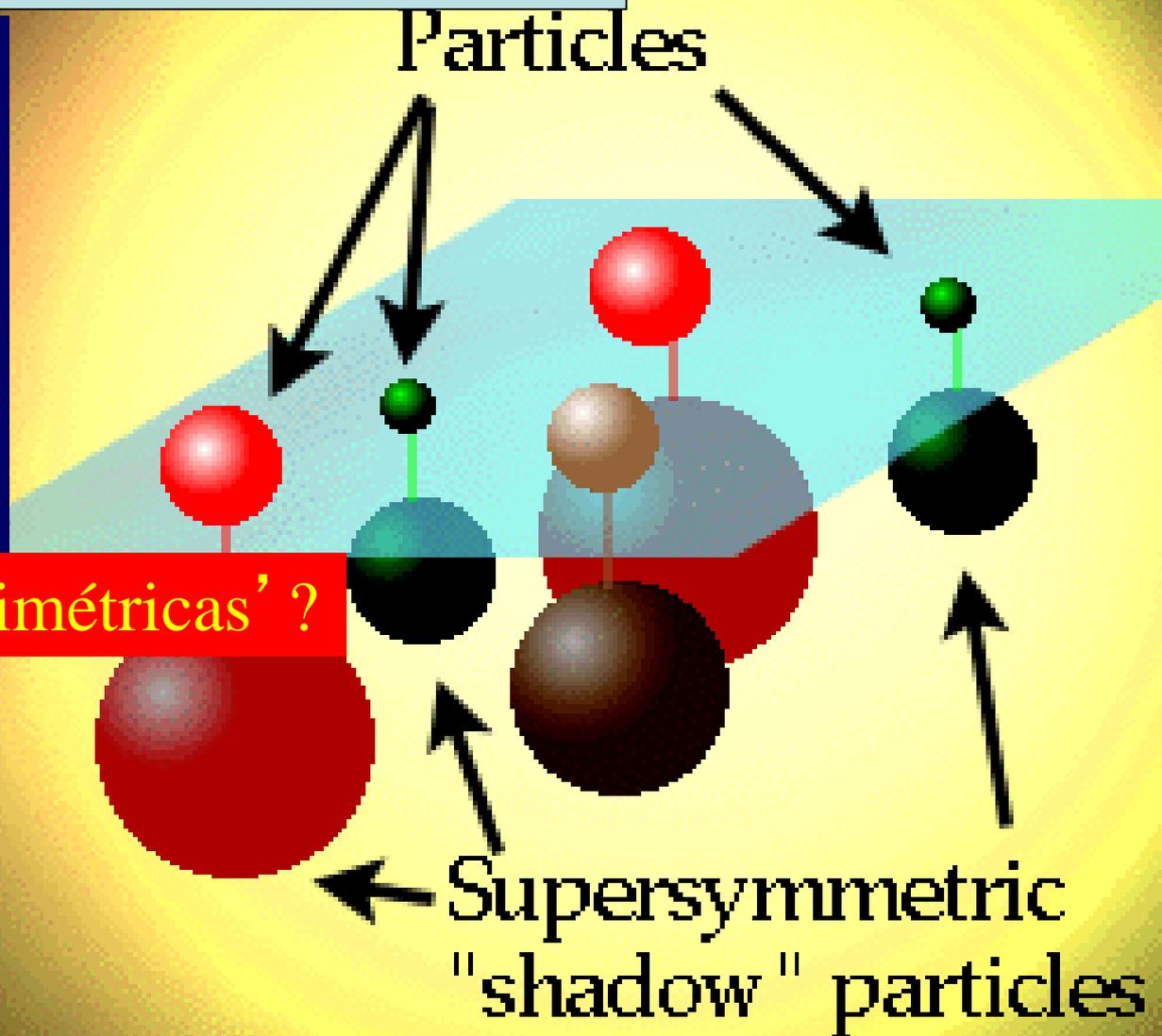
¿ La materia oscura en el universo ?



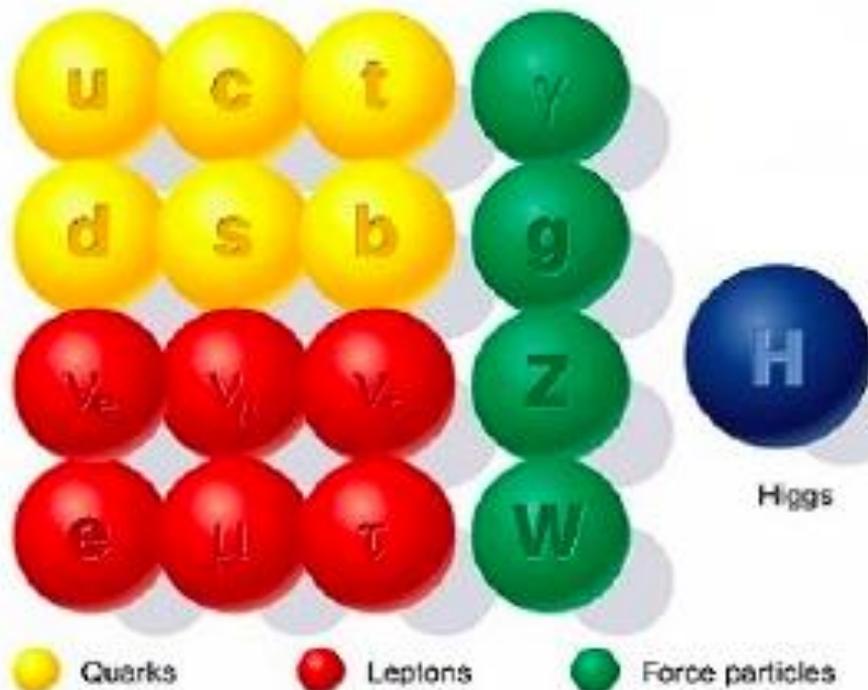
Los astrónomos nos dicen que la mayoría de la materia en el universo es 'Materia Oscura' invisible

¿ Partículas 'Supersimétricas' ?

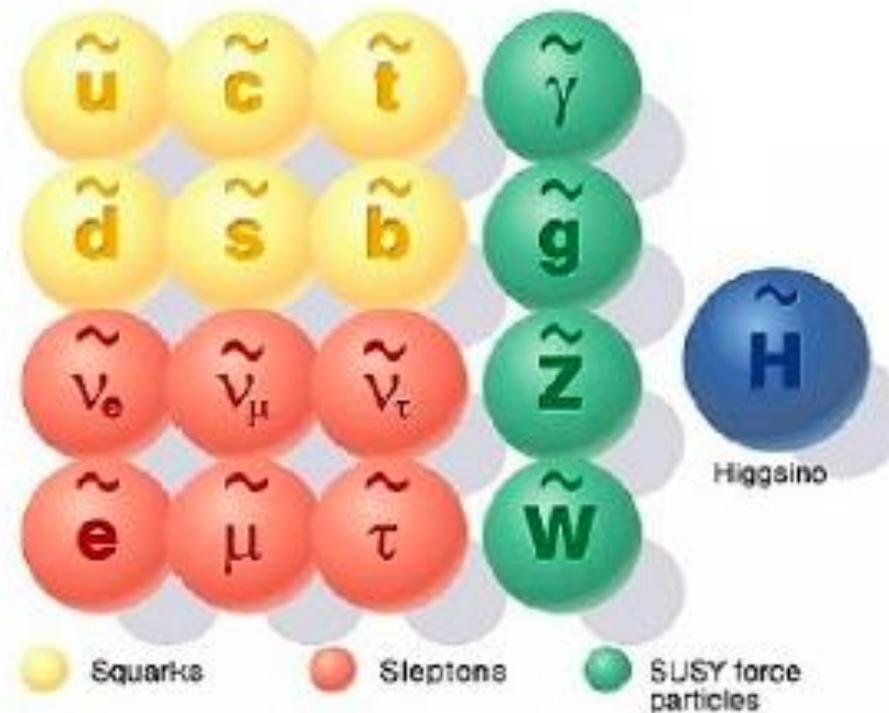
Las buscamos con los experimentos al LHC



Extensión supersimétrica minimal del Modelo Estándar

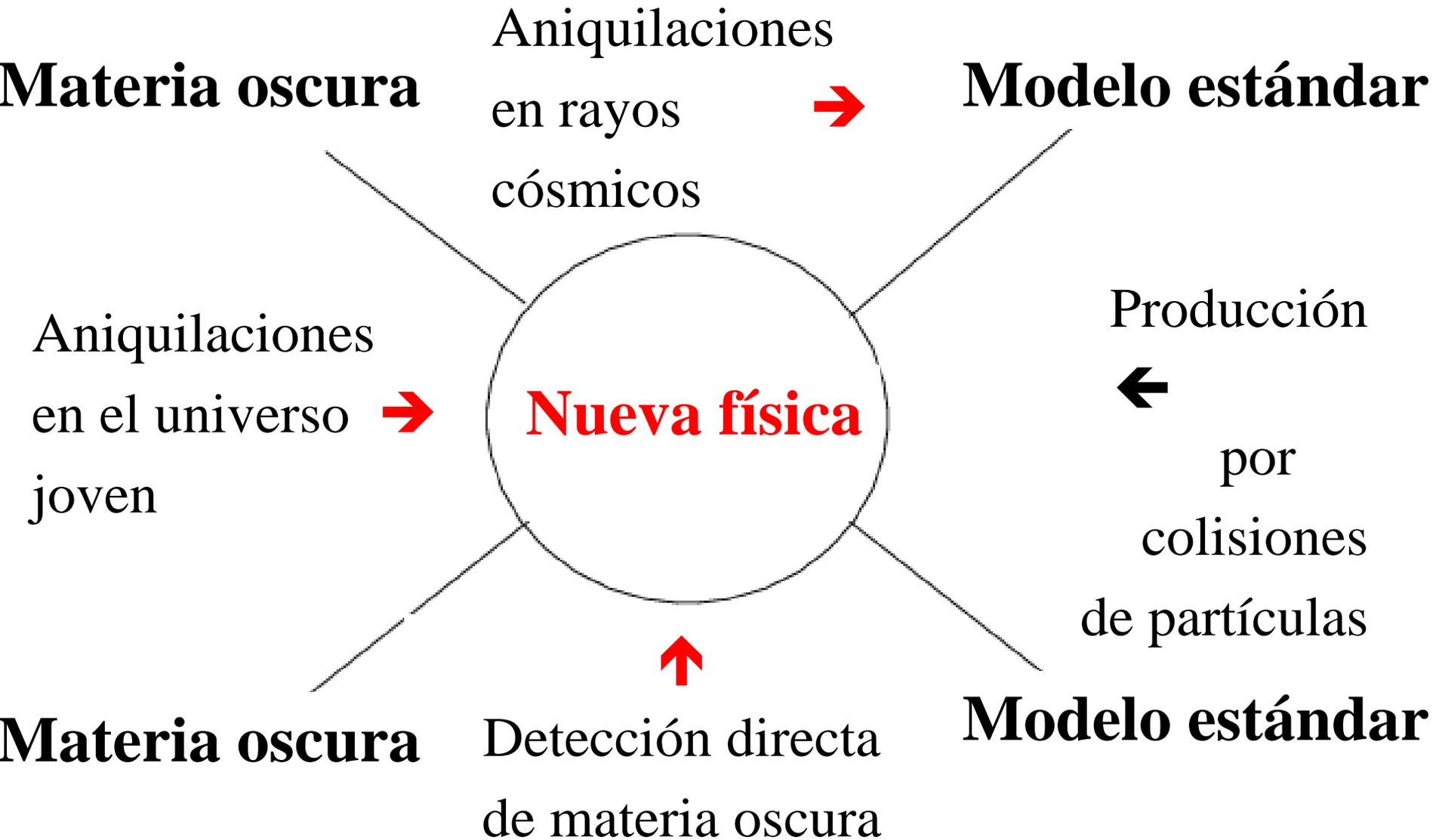


Partículas convencionales



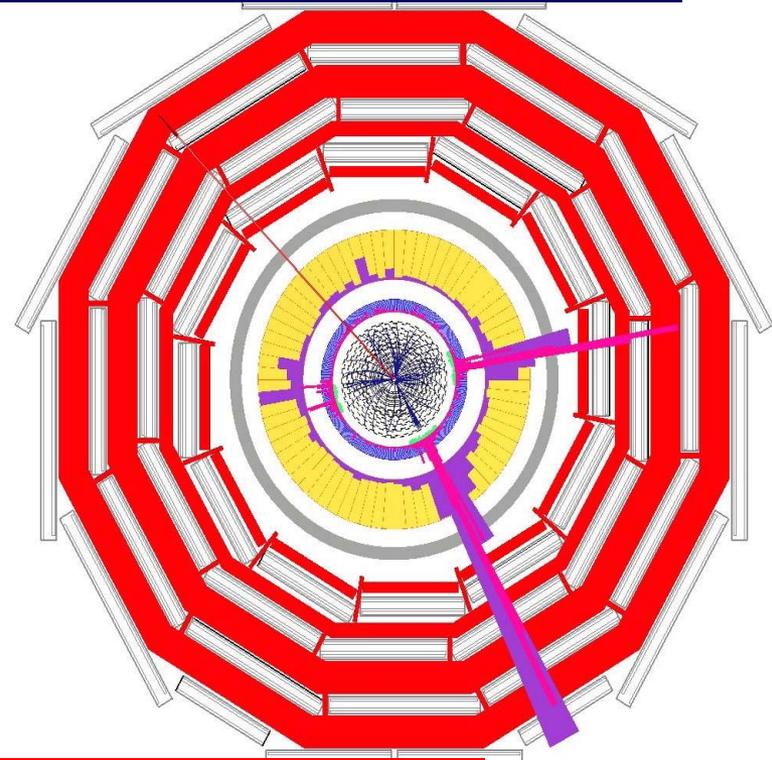
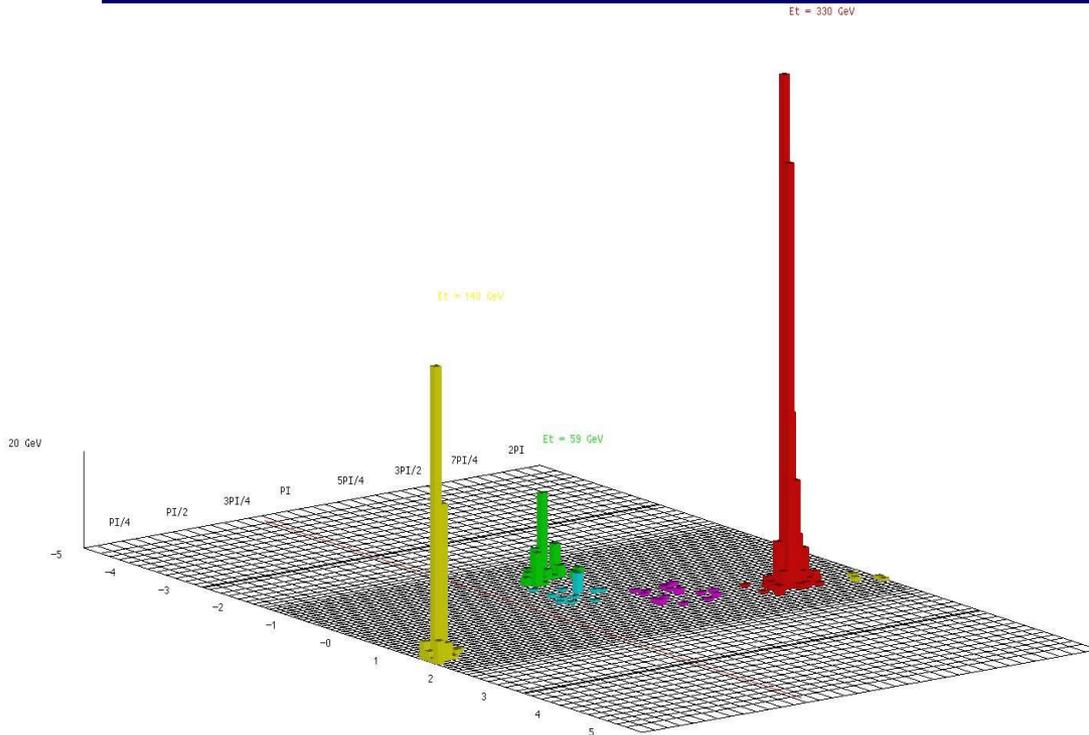
Partículas supersimétricas

Buscando la materia oscura



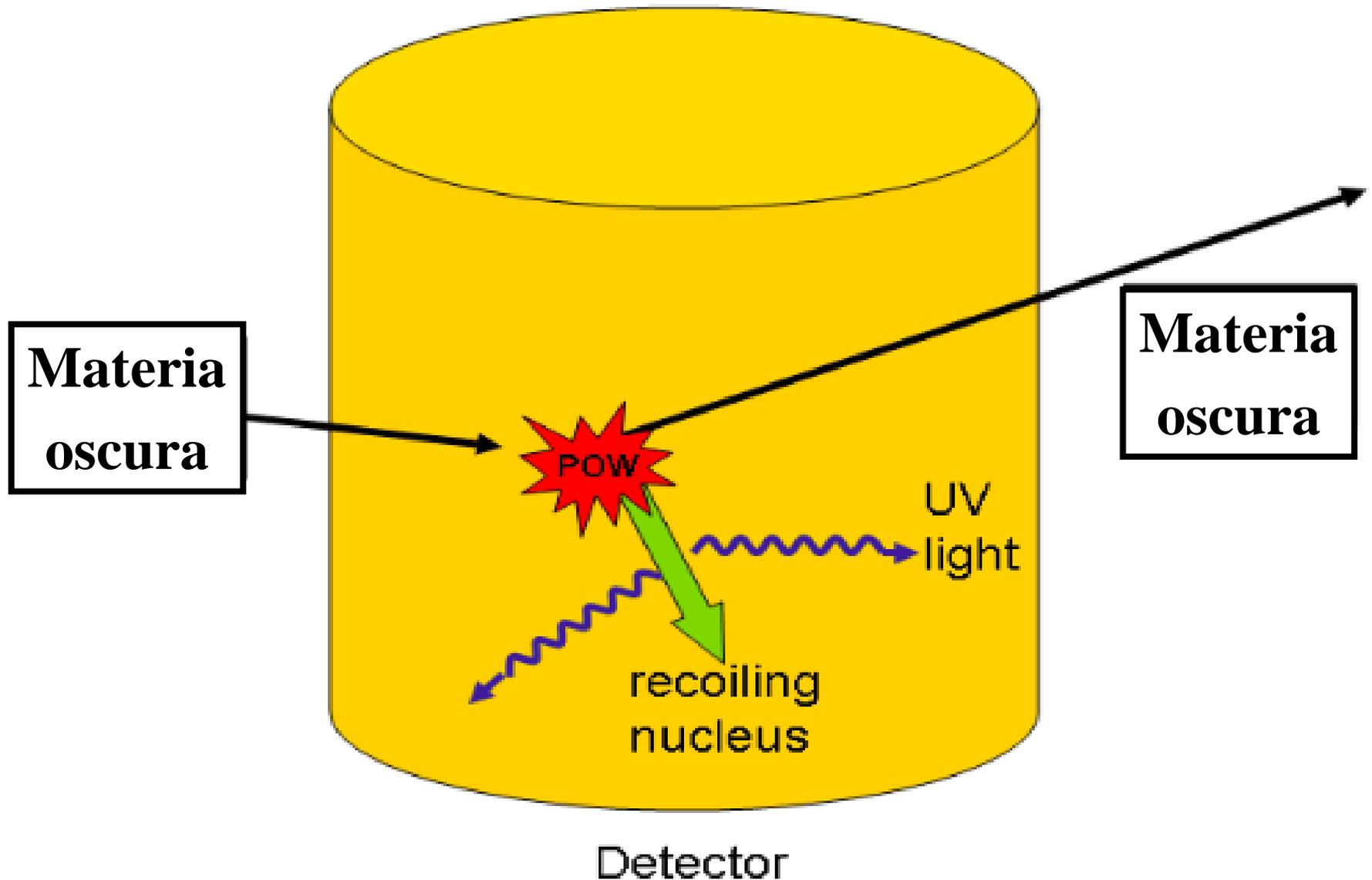
Búsquedas de la supersimetría en el LHC

Simulación de un evento supersimétrico en el LHC

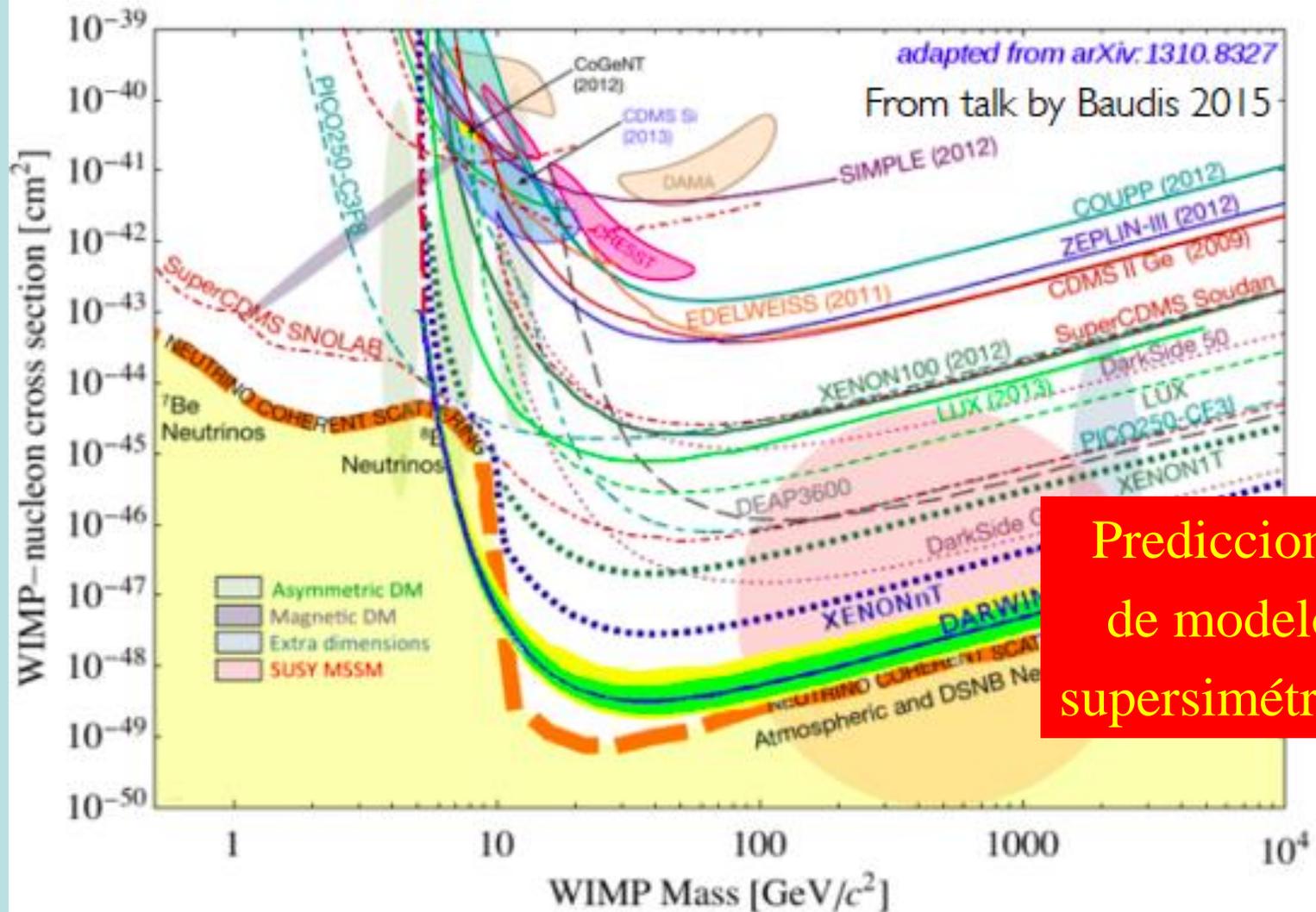


Energía faltante llevada por las partículas supersimétricas de la materia oscura

Detección directa de materia oscura



Búsquedas directas de la materia oscura

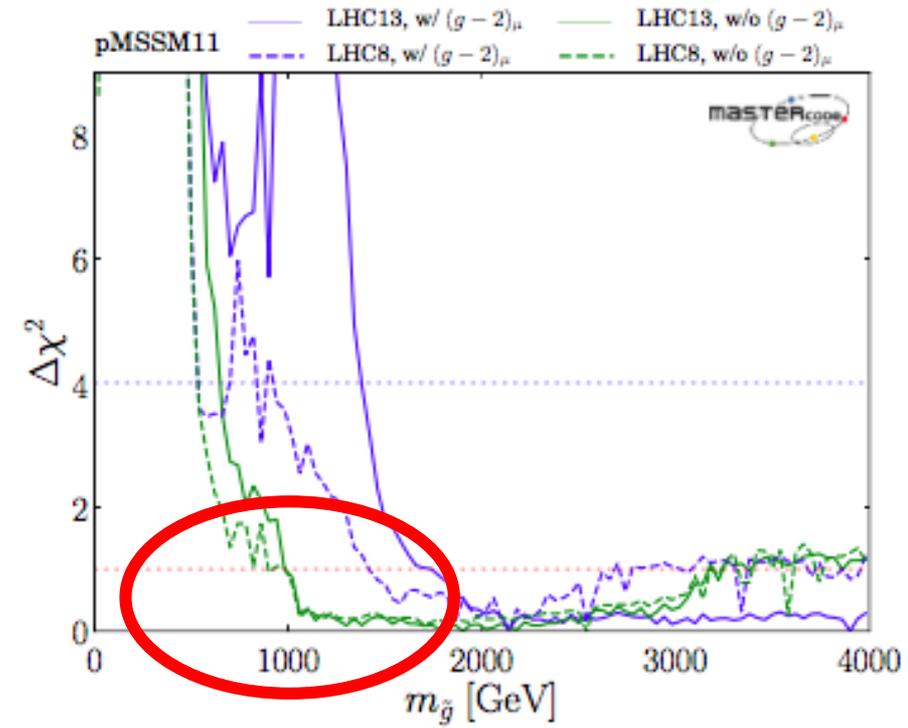
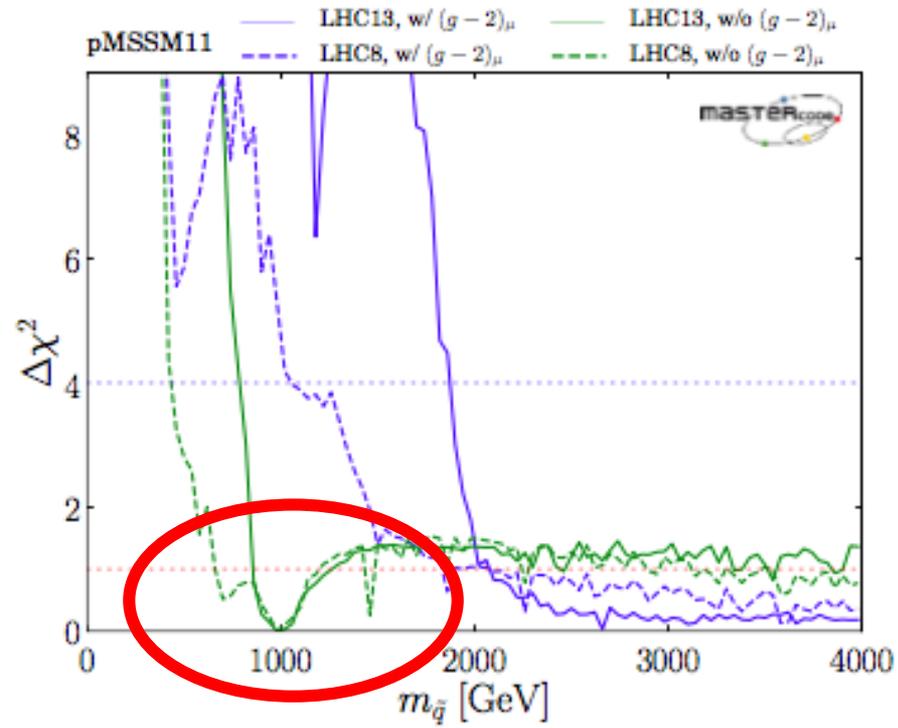


Predicciones
de modelos
supersimétricos

¿ Dónde están las Partículas Supersimétricas ?



Modelo supersimétrico minimal

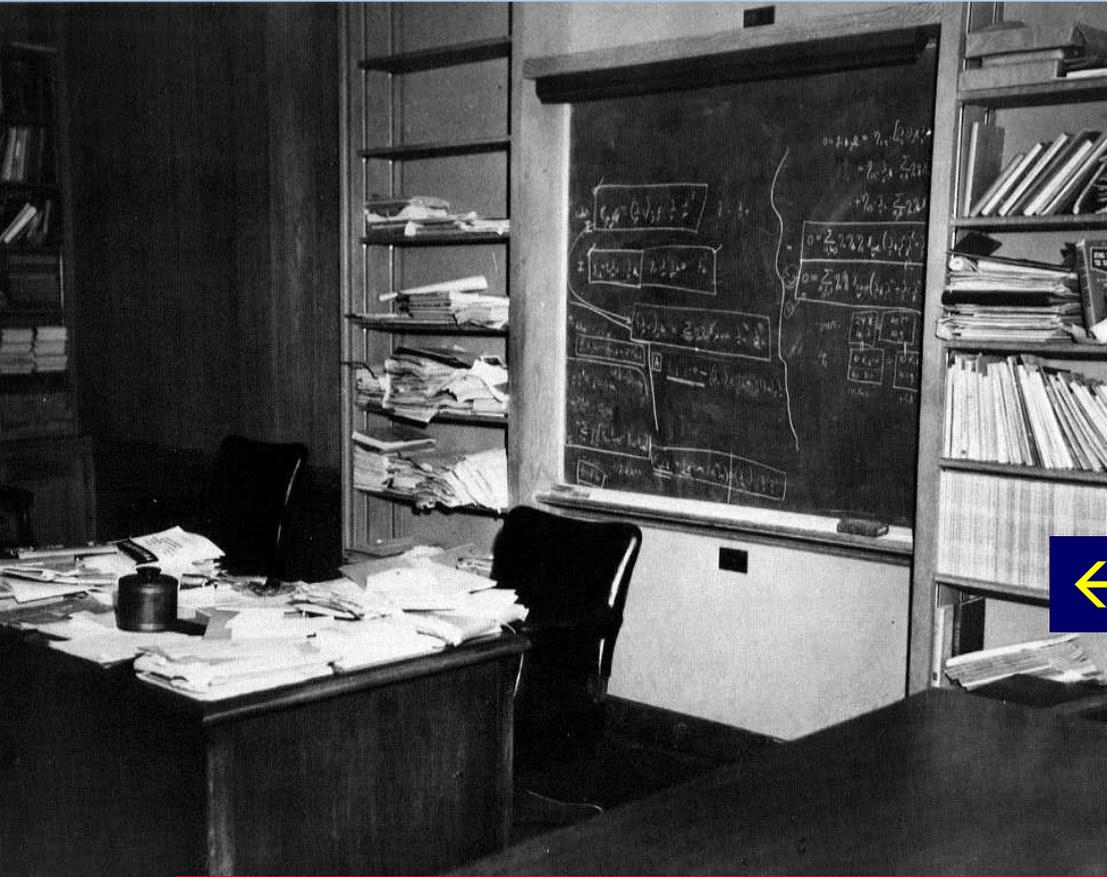


Los squarks y los gluinos podrían tener masas de ~ 1 TeV

Preguntas abiertas mas allá del 'Modelo Estándar'

- ¿Por qué hay tantos tipos de partículas elementales?
 - ¿La diferencia entre la materia y la antimateria?
- ¿La materia oscura?
- ¿Unificación de las fuerzas fundamentales?
 - ¿Pruebas por medidas de las fuerzas, las masas, los neutrinos?
- ¿Teoría cuántica de la gravedad?

Unificar las interacciones de partículas: Fué siempre el sueño de Einstein



← ... pero nunca lo logró

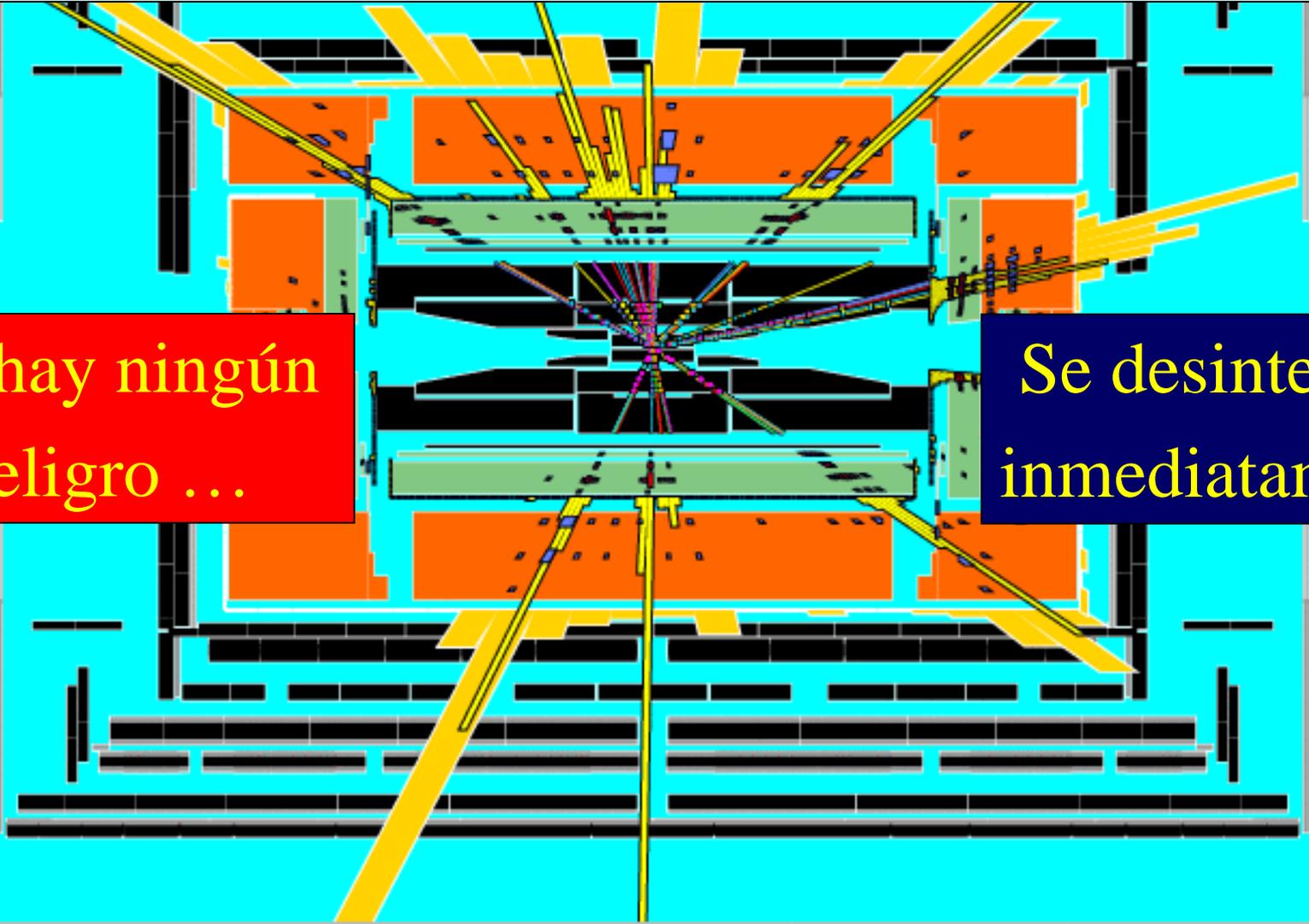
¿Tal vez hay dimensiones adicionales del espacio?

Según algunas teorías con dimensiones adicionales ...

¿ Agujeros negros en el LHC ?

No hay ningún
peligro ...

Se desintegran
inmediatamente



Los colisionadores no son sólo
super-microscopios ...



... también telescopios
capaces de contestar a las
preguntas e Gauguin