

# Física más allá del Modelo Estándar y el LHC

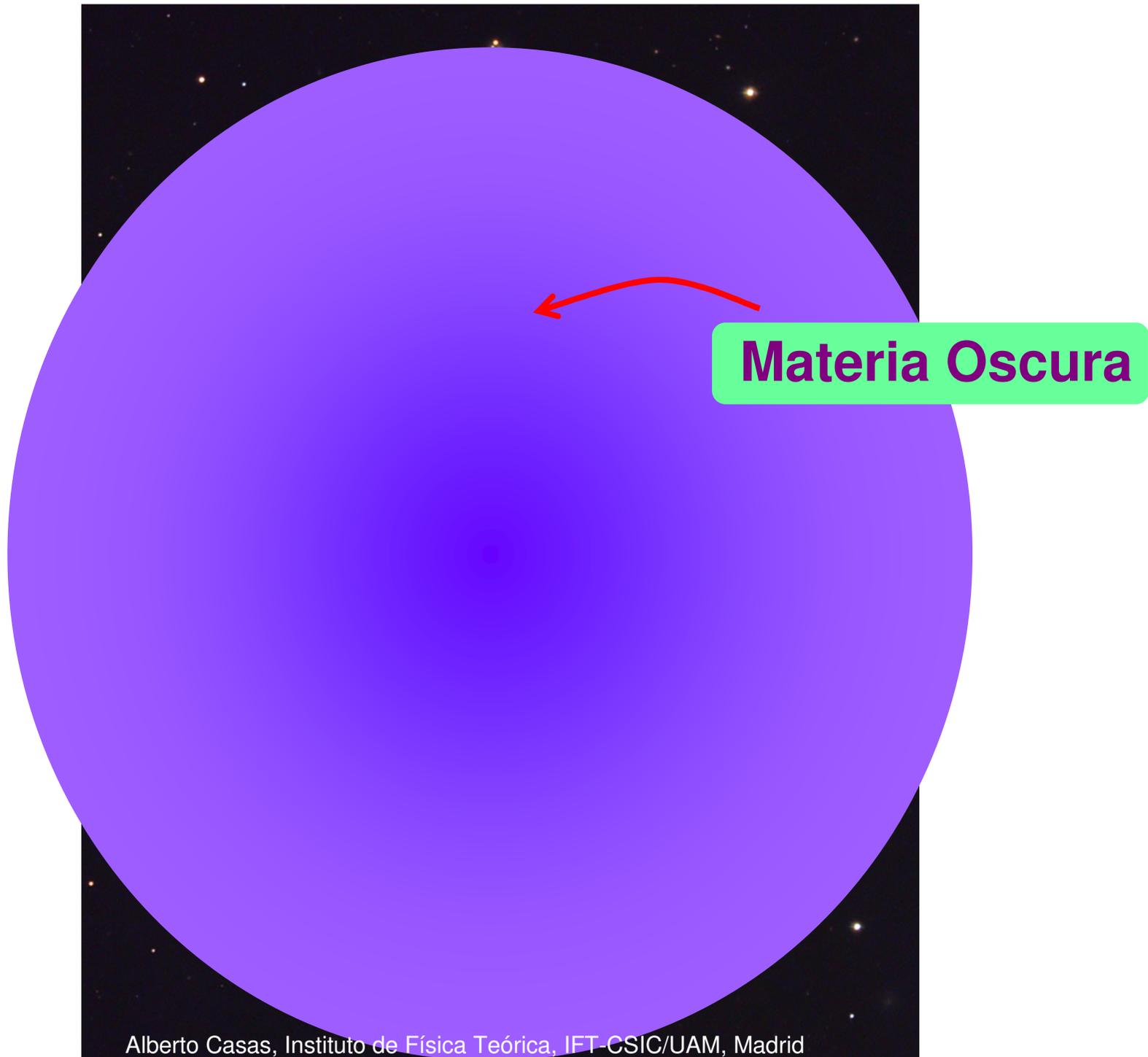
**CRIF Las Acacias**

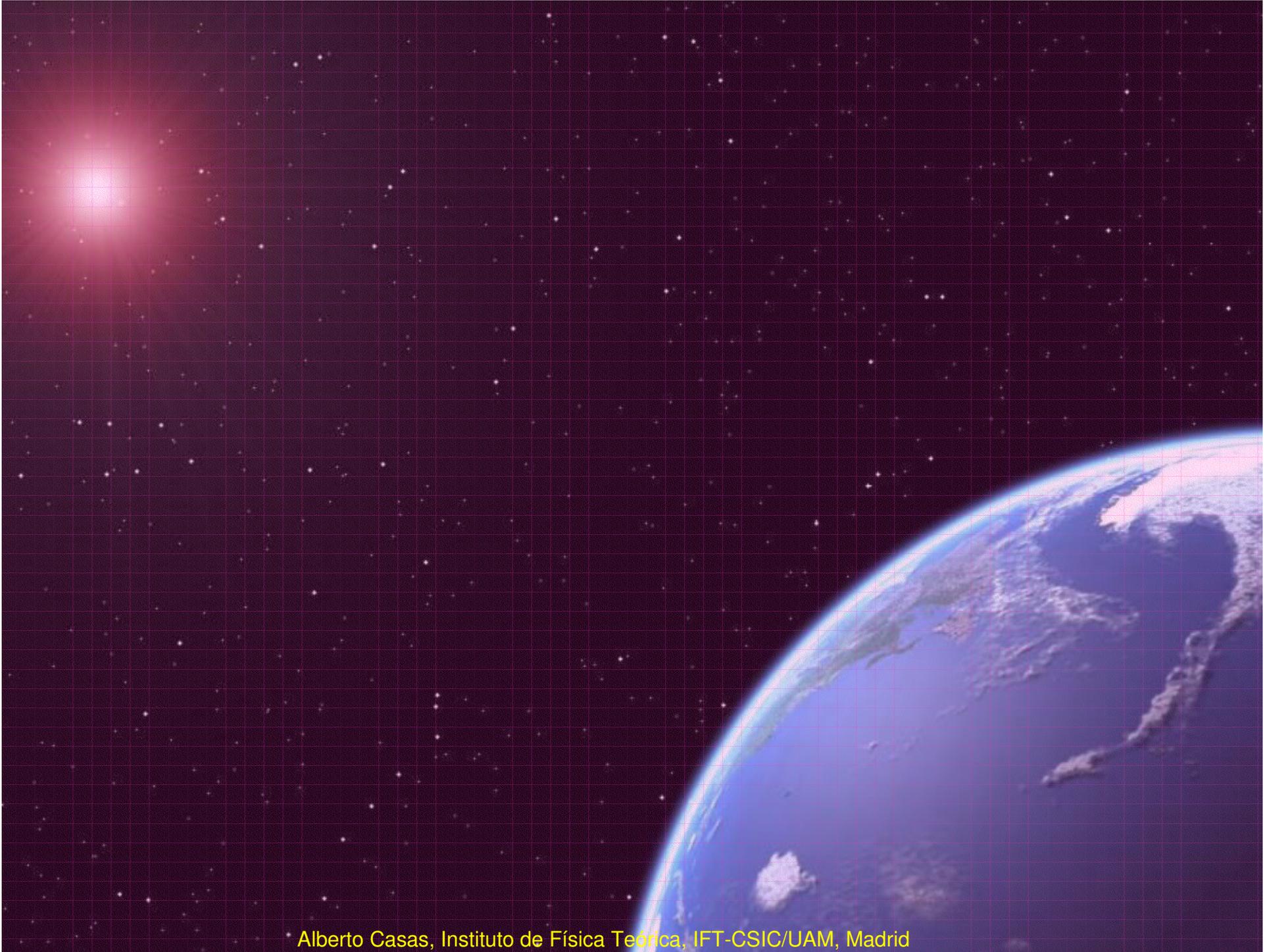
**2013**

Alberto Casas  
(IFT-CSIC/UAM, Madrid)

**Pero si el Mod. Est.  
funciona tan bien,  
¿Por qué ir más allá?**

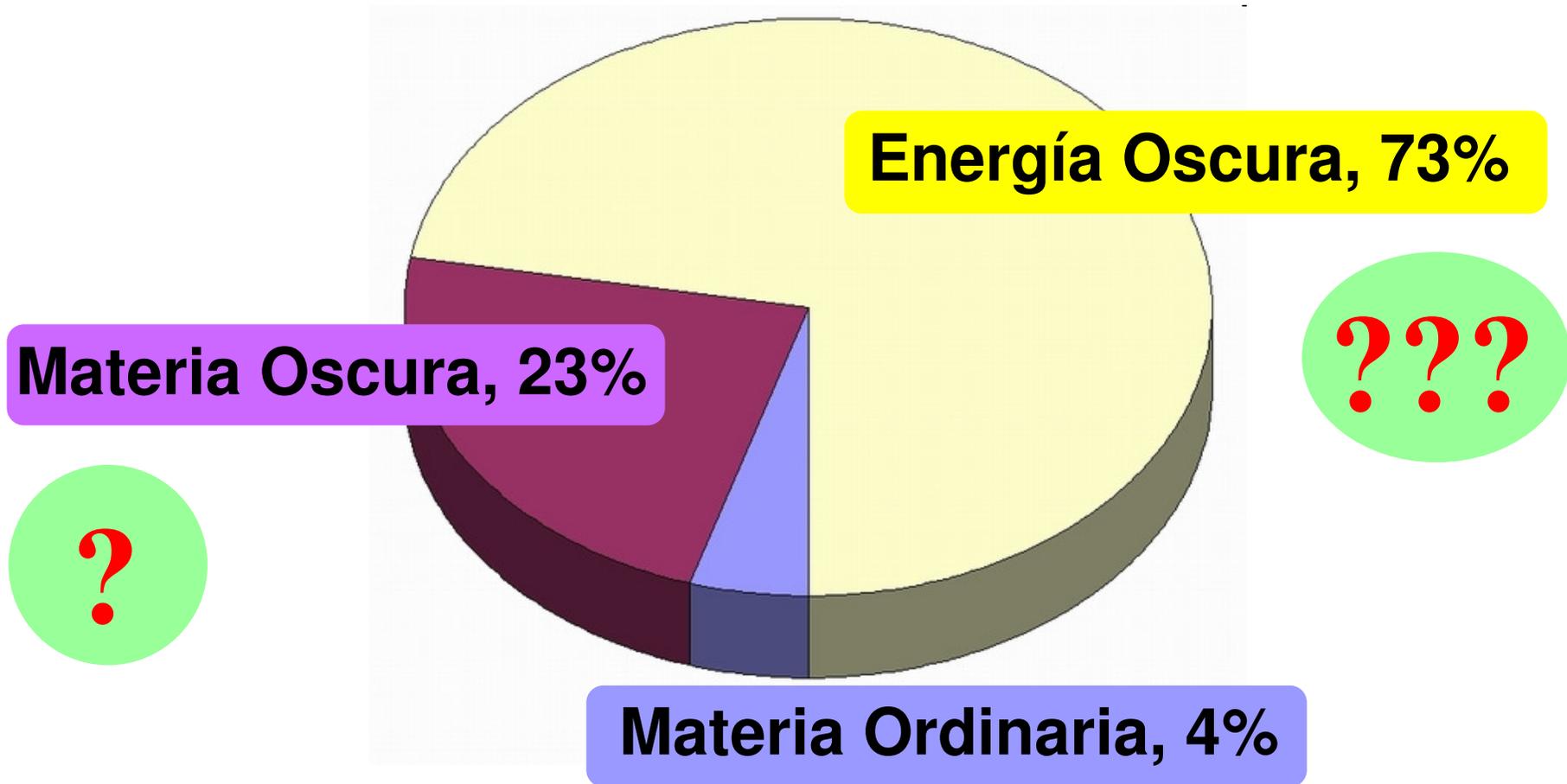
**Qué hay de malo con  
el Mod. Est.?**





Alberto Casas, Instituto de Física Teórica, IFT-CSIC/UAM, Madrid

# Composición del Universo



# Problemas teóricos

- ★ **Consistencia con la Gravitación  
(Relatividad General)**



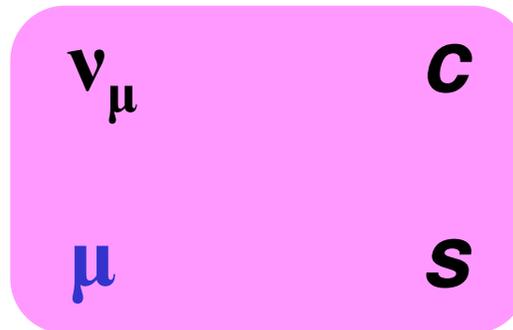
**Teorías de cuerdas**

# Problemas estéticos

Recordar...



1<sup>a</sup> familia



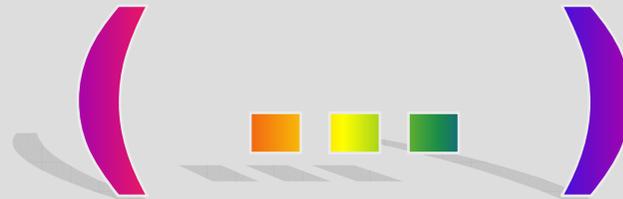
2<sup>a</sup> familia



3<sup>a</sup> familia

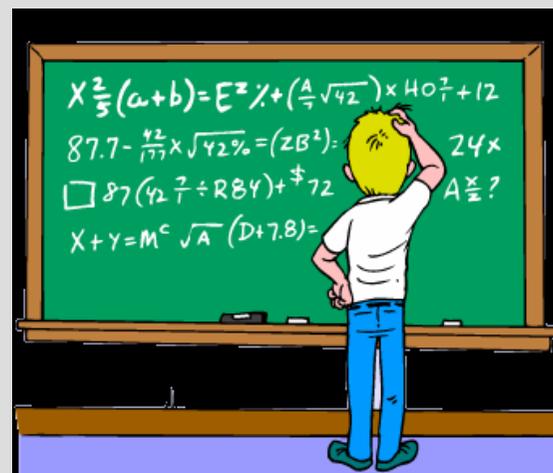


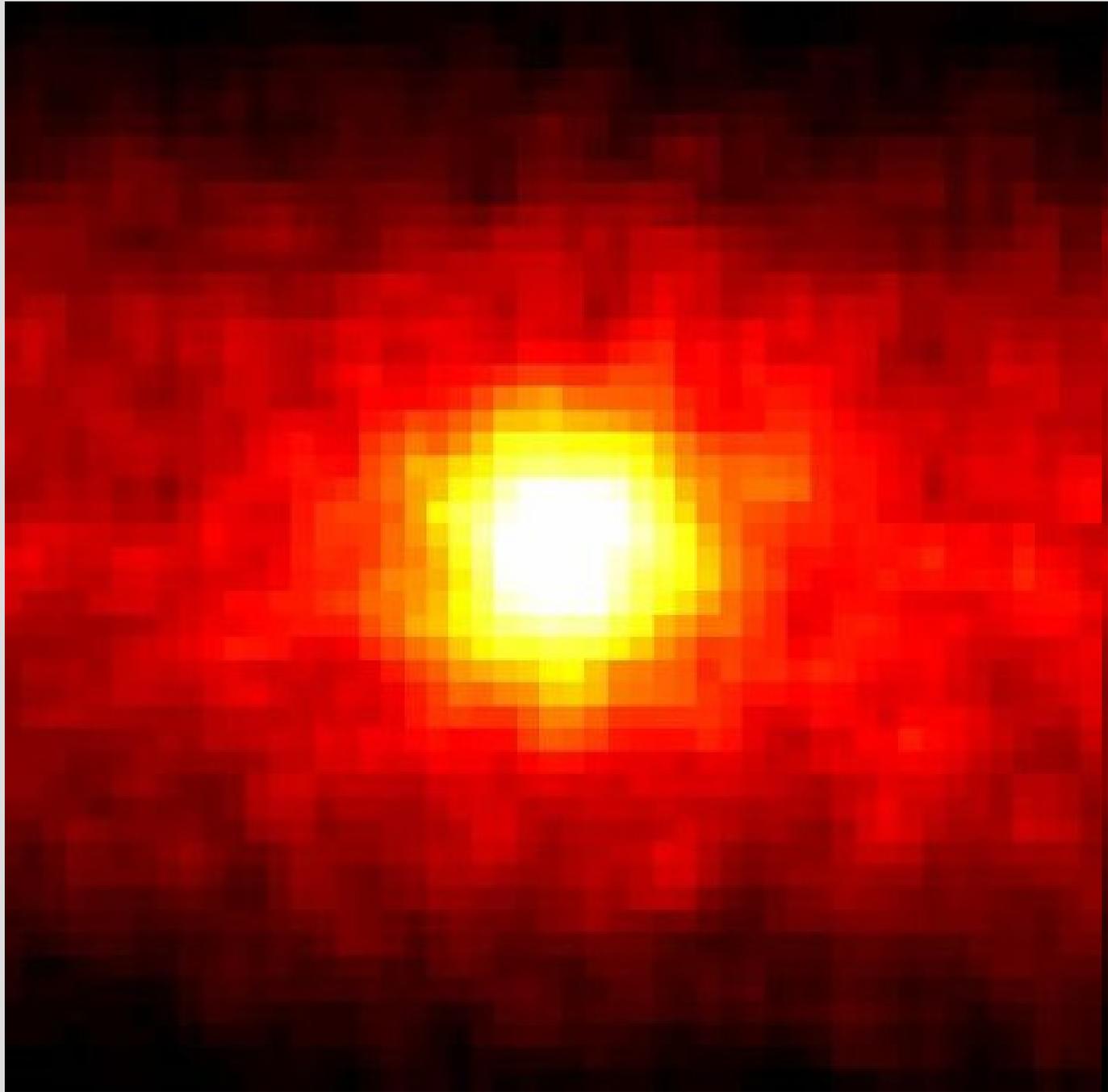
# Aquí hacemos un paréntesis...



...para hablar de la física de los **neutrinos**

en la pizarra





Alberto Casas, Instituto de Física Teórica, IFT-CSIC/UAM, Madrid

# Problema de la jerarquía

¿Por qué las partículas tienen las masas que tienen?

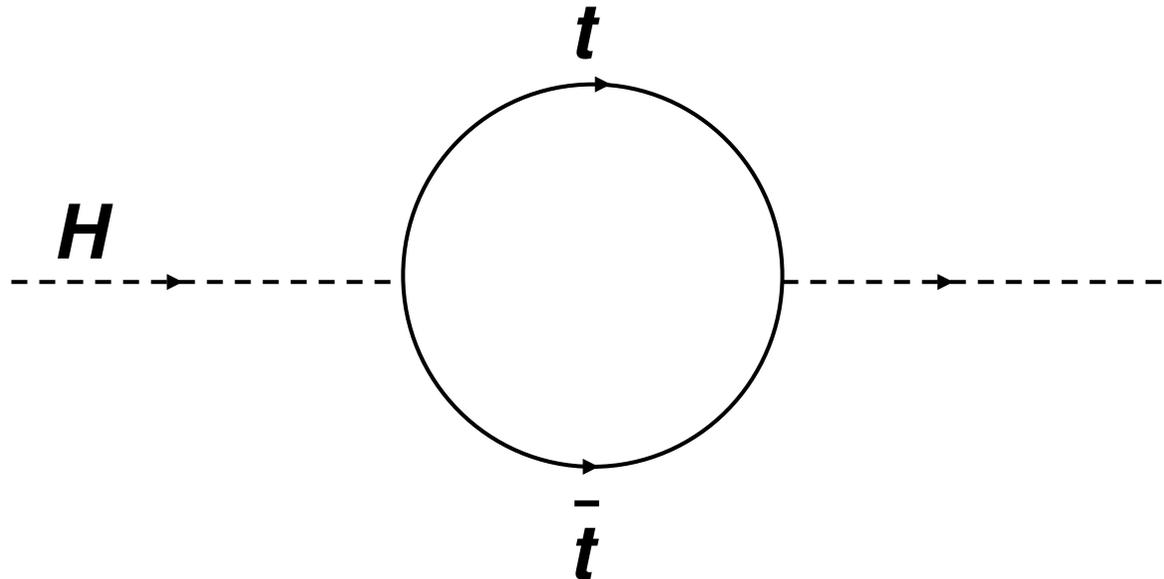
¿Y no son, por ejemplo, un millón de veces más pesadas?

# Problema de la jerarquía

La estabilidad de las masas  
de las partículas requiere

**Nueva física a  
energías accesibles  
en el LHC**

# Problema de la jerarquía



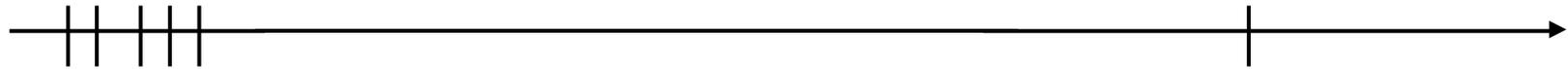
Contribuciones cuánticas a la masa del Higgs:

**gigantescas** si no hay nueva física a energías

$$\lesssim \mathcal{O}(1000 \text{ GeV}) \equiv \mathcal{O}(\text{TeV})$$

Modelo  
Estándar

Gravedad  
Cuántica



200 GeV

$M_P$

Energía

≡ tiempo

**¿Qué nueva física?**

**Supersimetría**

**Technicolor**

**Dimensiones  
extras**

**...**

# Supersimetría

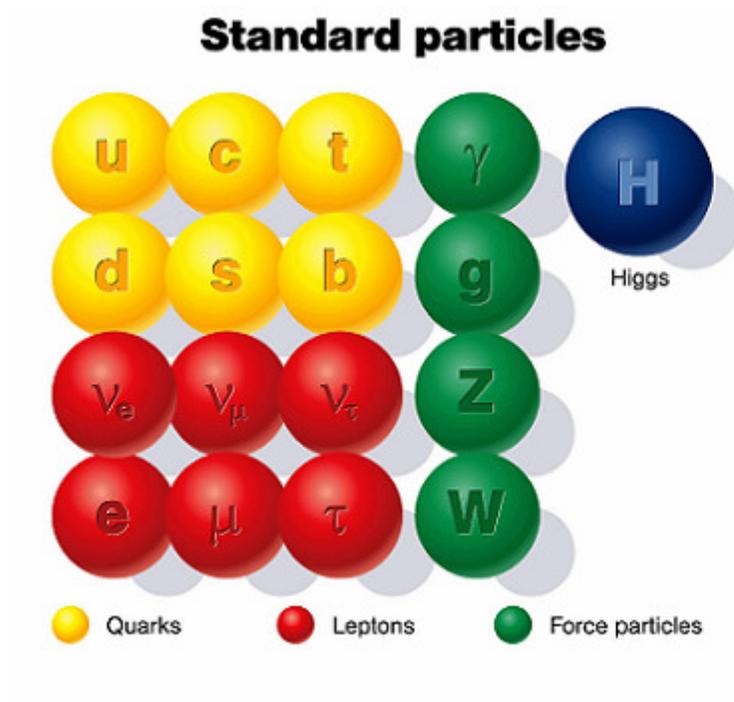
Simetría que relaciona partículas con distinto espín:

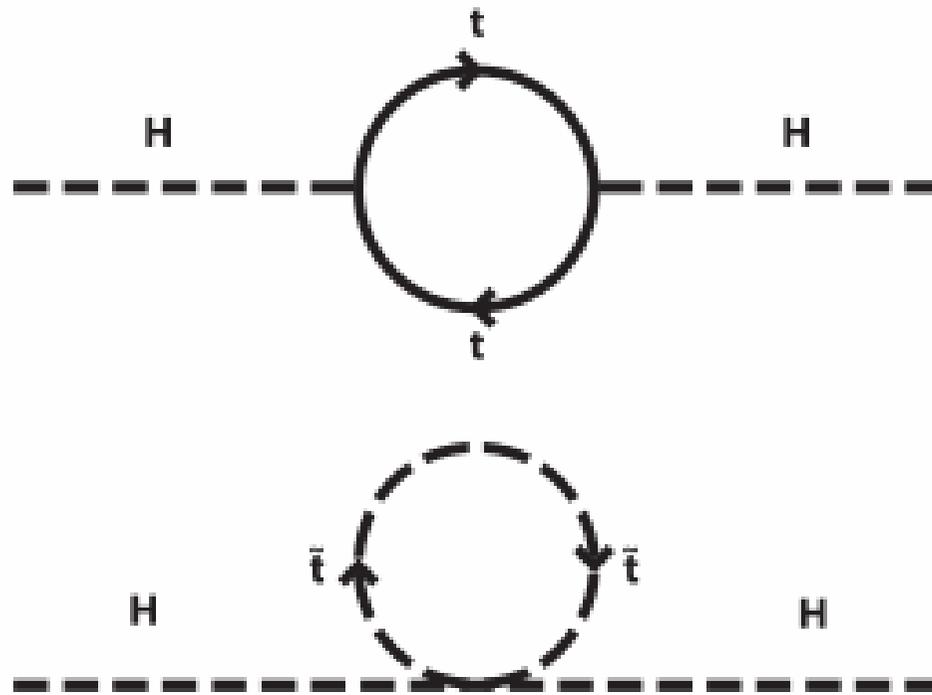
$$e \longrightarrow \tilde{e}$$

La situación recuerda a la predicción de las antipartículas que realizó Dirac en 1928

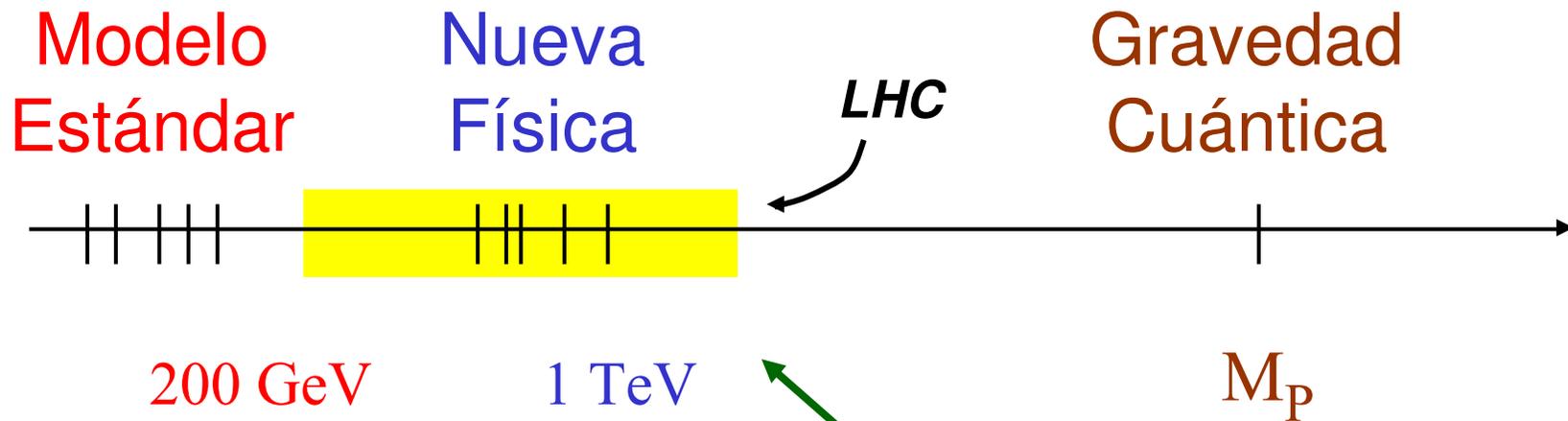
$$e^{-} \longrightarrow e^{+}$$

# Supersimetría





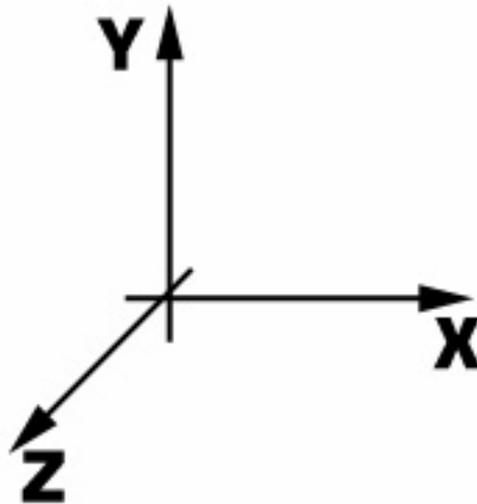
Supersimetría ?



Una de estas partículas podría ser la responsable de la materia oscura

# Dimensiones Extras

El espacio que percibimos con nuestros sentidos posee tres dimensiones espaciales:



En 1917 Kaluza y Klein conjeturaron la existencia de dimensiones extras **compactas** (invisibles)

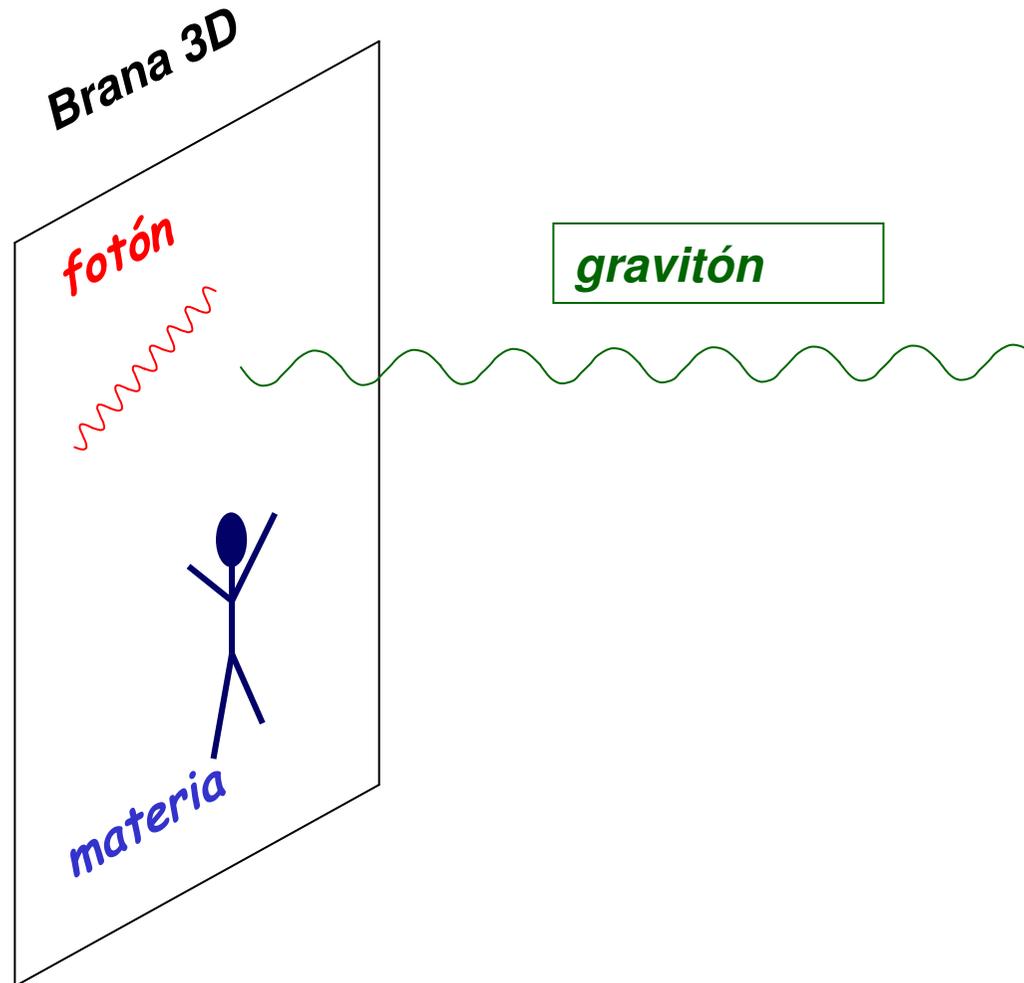
# Dimensiones Extras Compactas

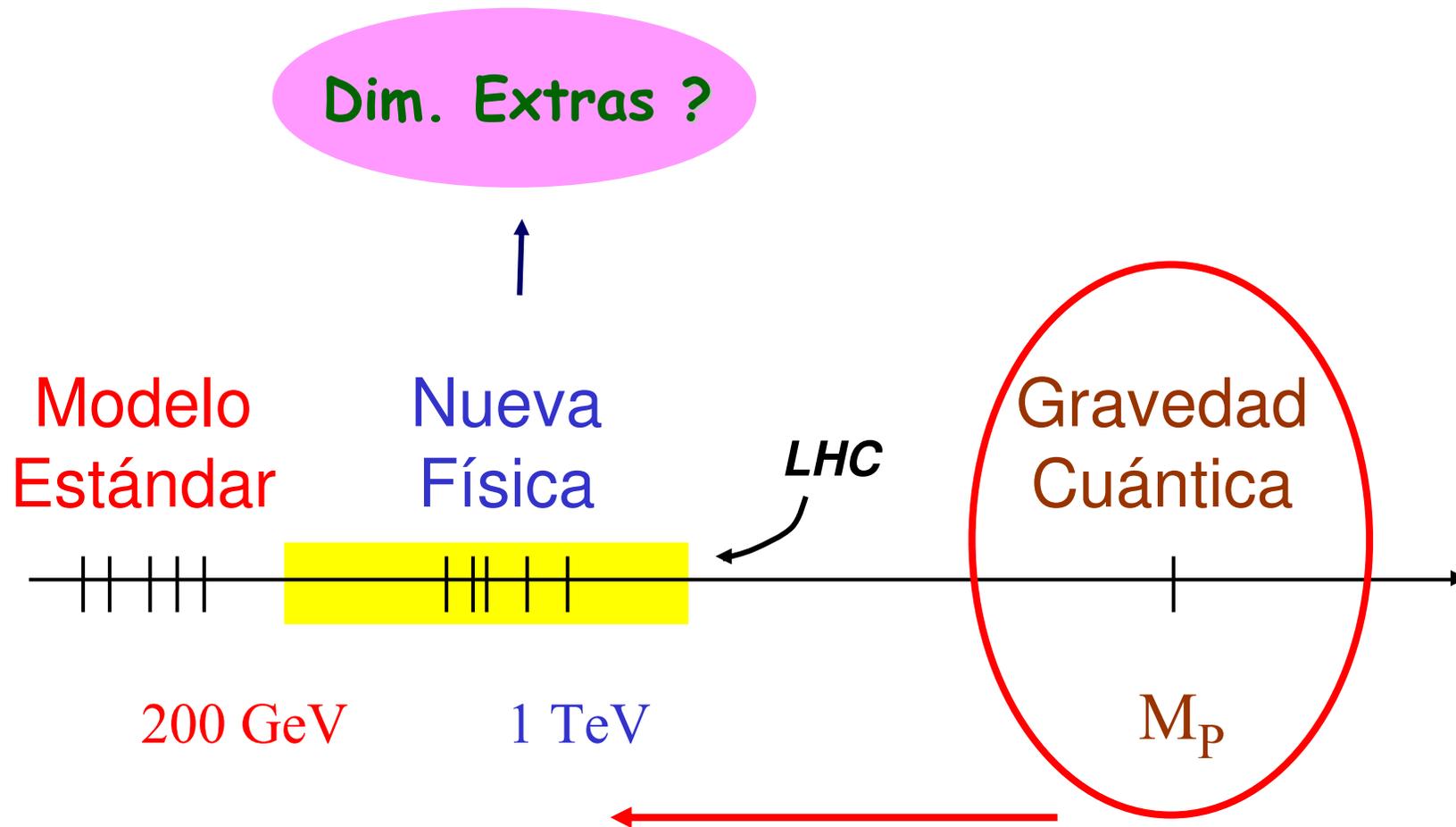


¿Tendría esta dimensión extra alguna influencia en nuestra vida?

**¿Podrían resolver las  
dimensiones extras el  
problema de la  
jerarquía?**

# Un escenario distinto





**Existe otra posibilidad...**

**... que estemos  
completamente  
equivocados**

**¡Y ésta podría ser la  
situación más excitante!**

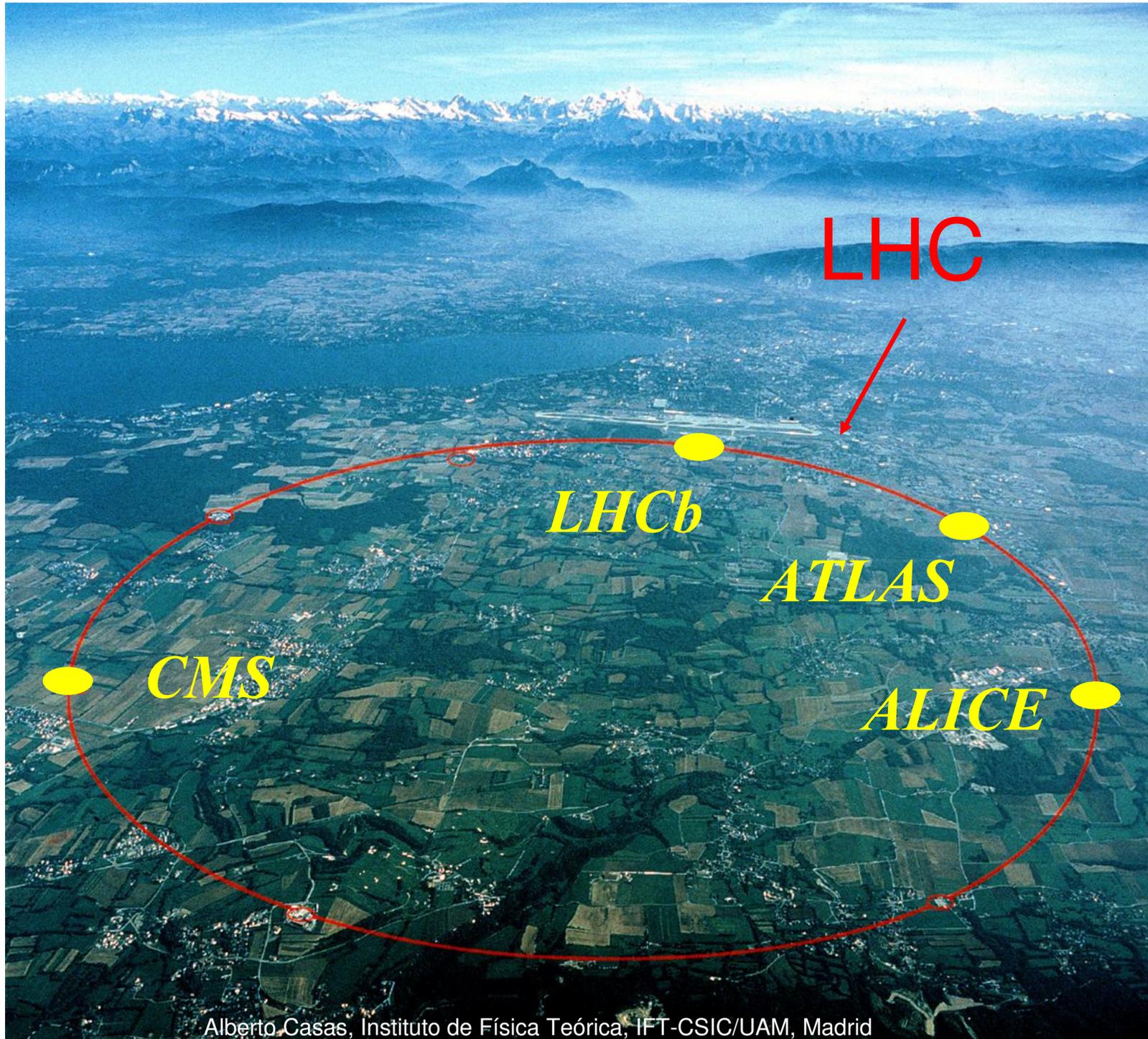
Para acceder a esa nueva física necesitamos una máquina que permita acelerar las partículas hasta esas energías ....



**¡ y hacerlas chocar !**



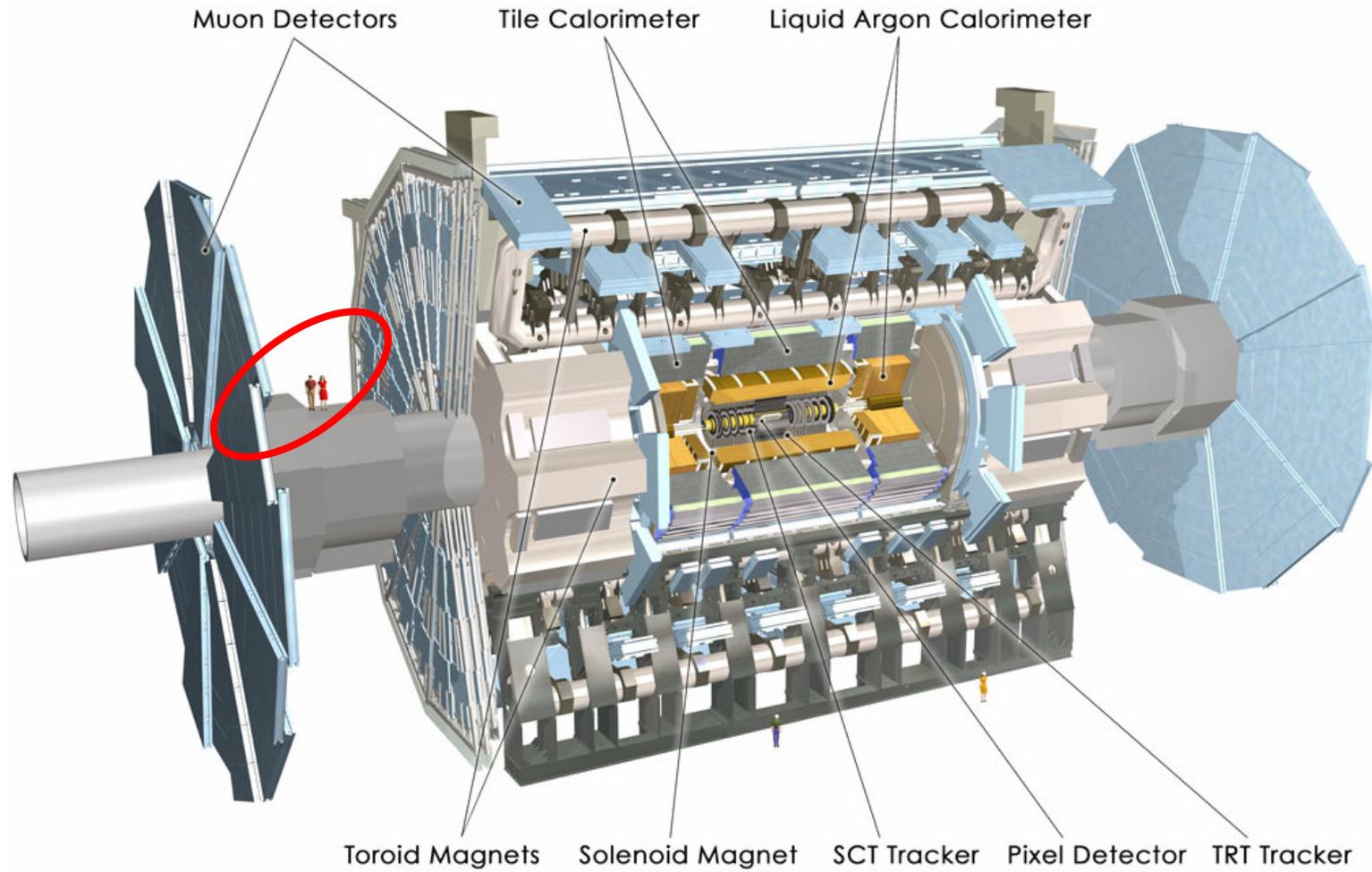
**LHC**





Alberto Casas, Instituto de Física Teórica, IFT-CSIC/UAM, Madrid

# Detector ATLAS



EL LHC acelera a los protones  
hasta energías de **7 TeV**

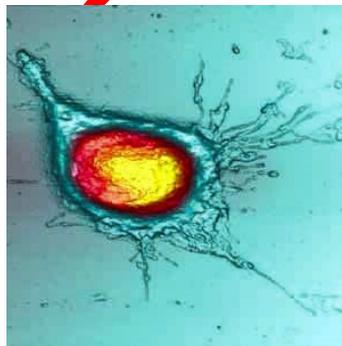
La energía cinética de cada protón es  
más de 7.000 veces su propia masa

Esta es una energía inimaginable...

En cada momento hay en el anillo del LHC 300 billones de protones circulando en cada sentido

...Su energía cinética es como la de un tren de 400 Ton. a 150 Km/h

...pesan tanto como una célula del cuerpo humano



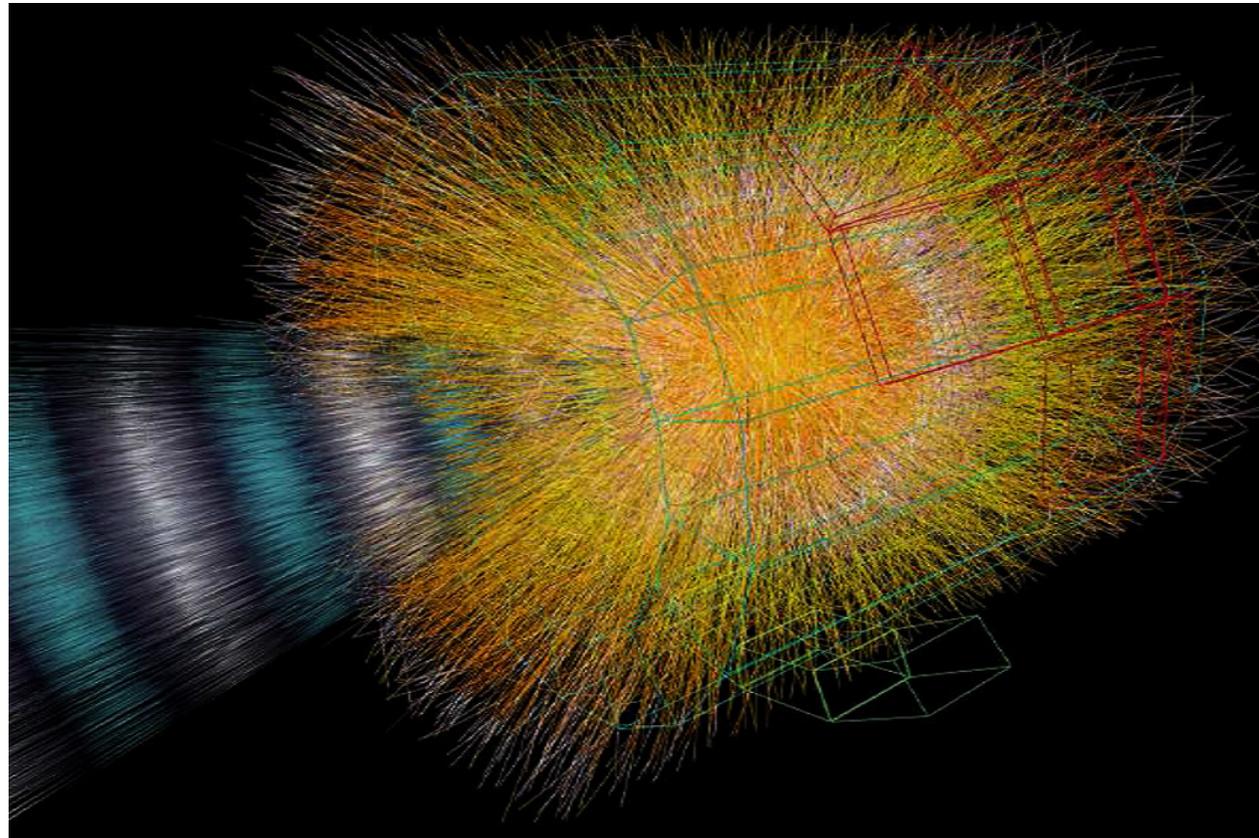
Para conseguir esta proeza el LHC tiene que superar retos tecnológicos sin precedentes

El LHC es el mayor congelador del mundo

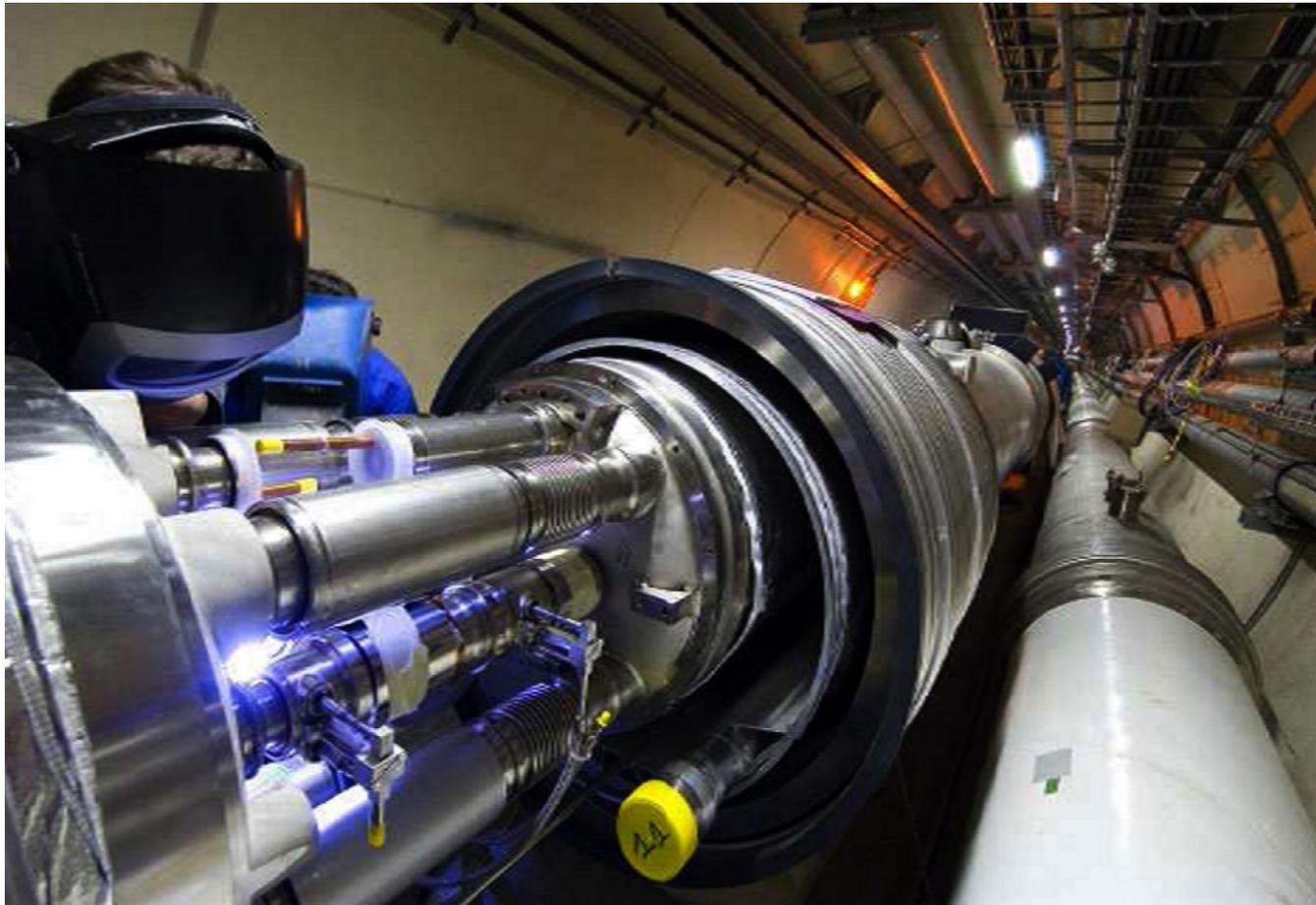


a  $271,3^{\circ}\text{C}$  bajo cero... el LHC es uno de los lugares más frío del Universo

Y en él se producen los lugares más calientes de nuestra galaxia



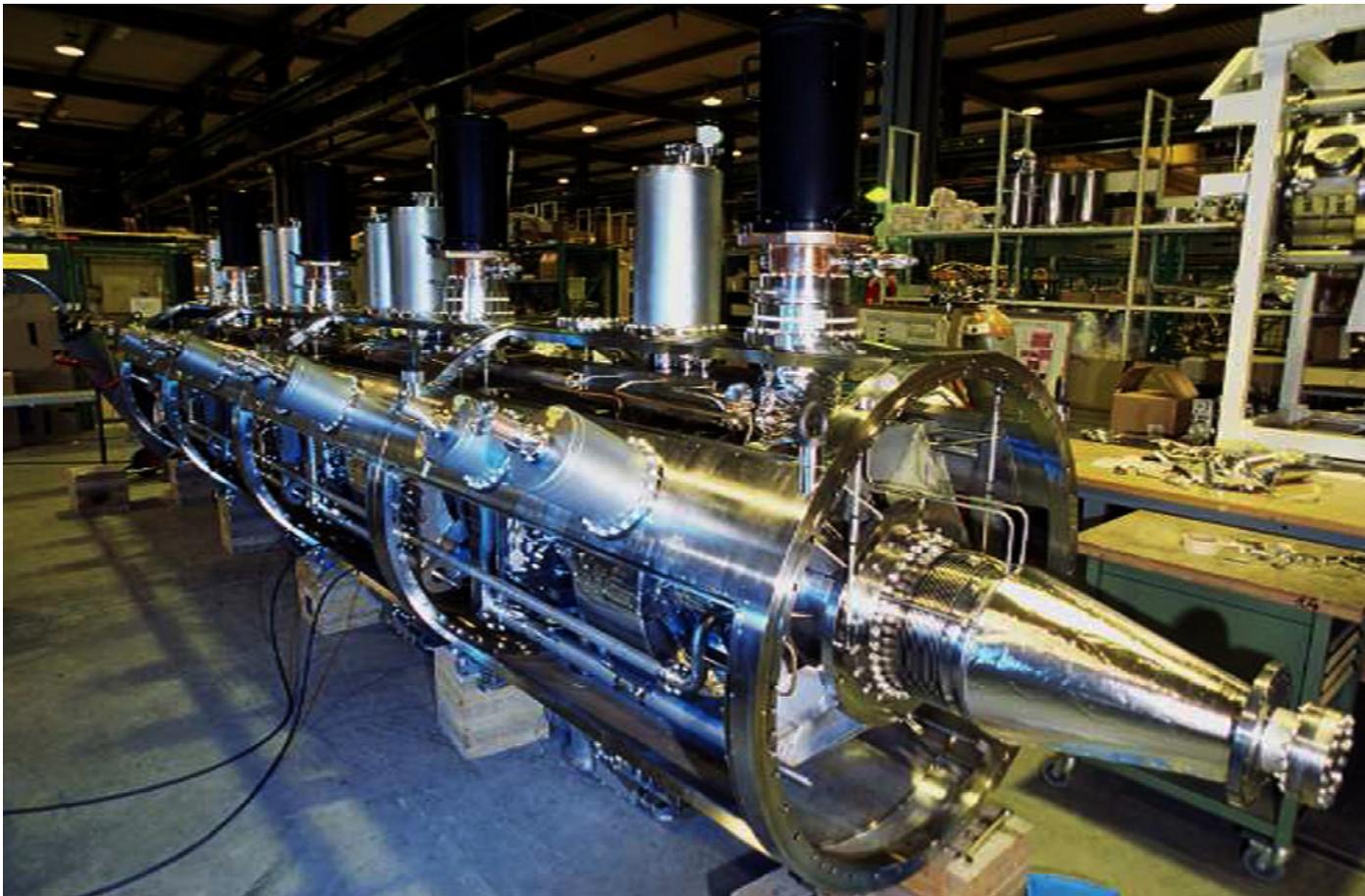
La cavidad circular por donde circulan los protones es uno de los lugares más vacíos del sistema solar



# Los elementos principales del anillo son:

- ★ Las cavidades
- ★ Los electroimanes

La **cavidades** de radiofrecuencia (5 millones de voltios por metro) son las que producen la **aceleración**



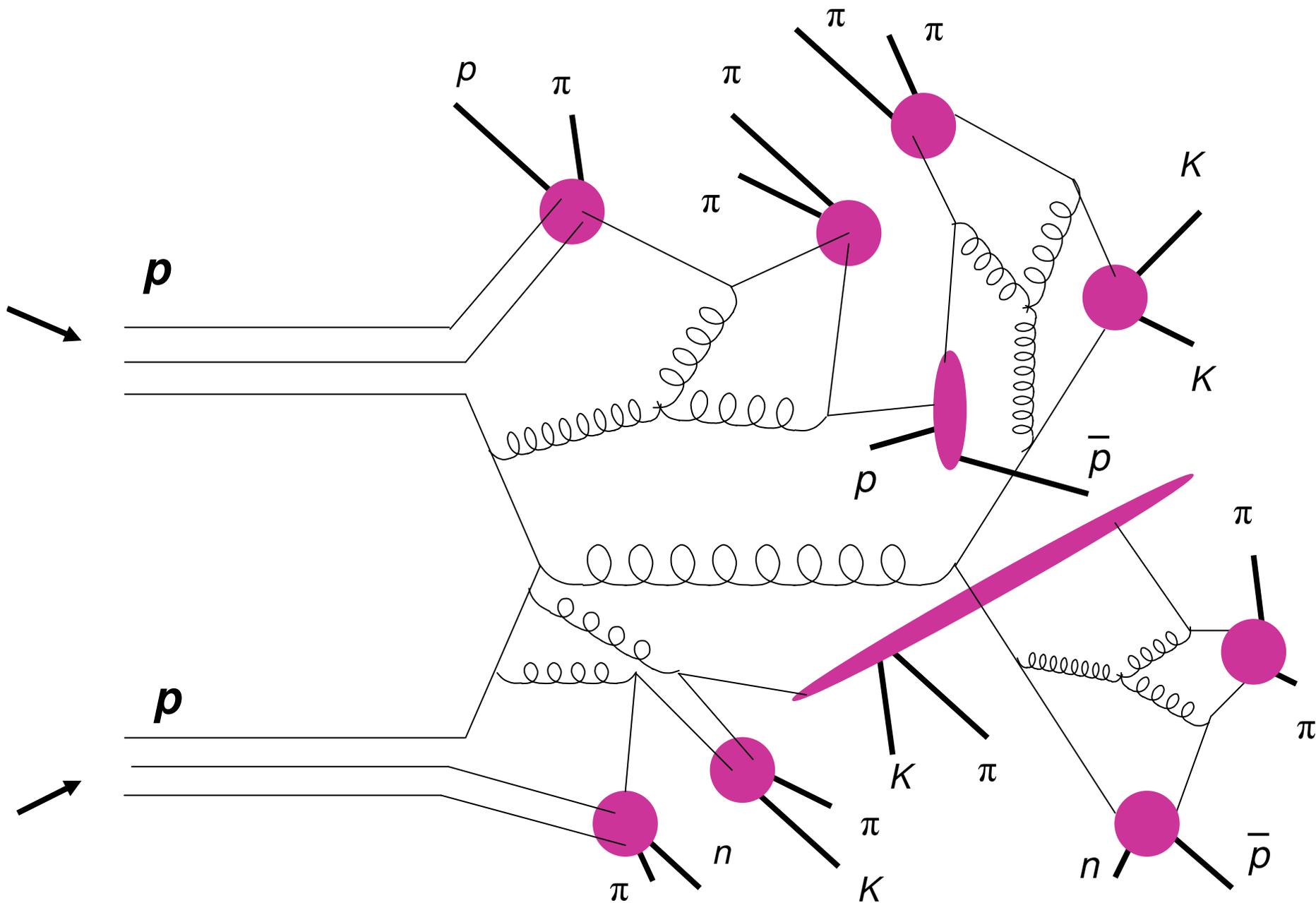
Alberto Casas, Instituto de Física Teórica, IFT-CSIC/UAM, Madrid

Los **electroimanes** son los encargados de **dirigir** y colimar los haces de protones



Alberto Casas, Instituto de Física Teórica, IFT-CSIC/UAM, Madrid

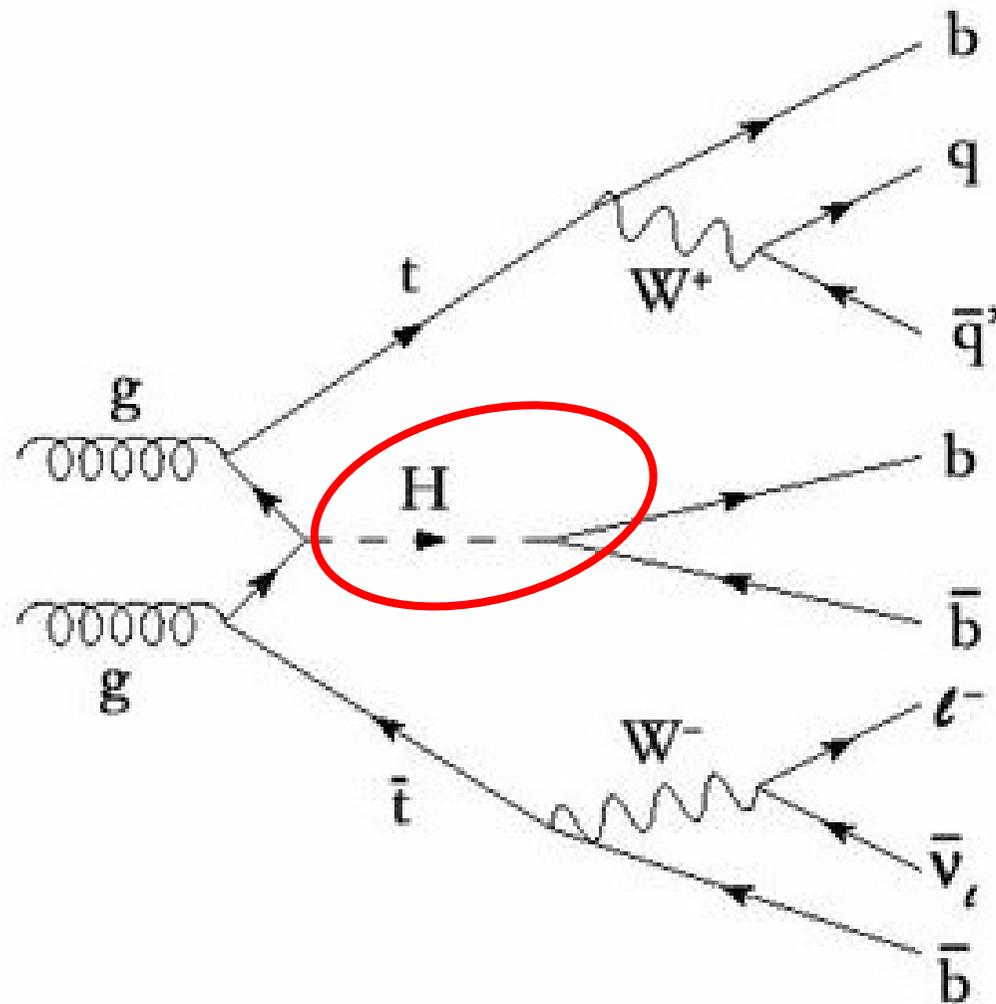


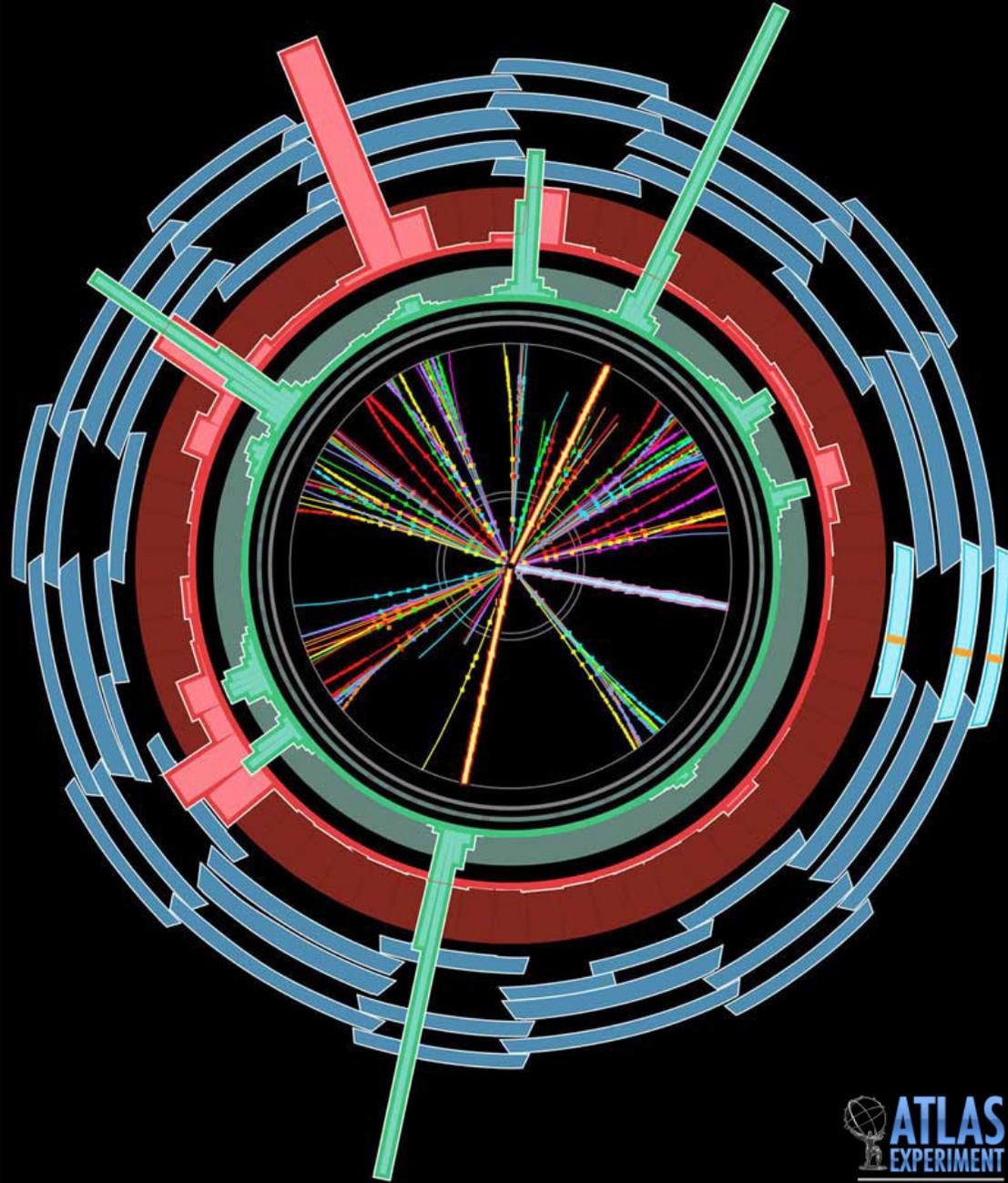


En cada colisión se producen cientos de partículas.

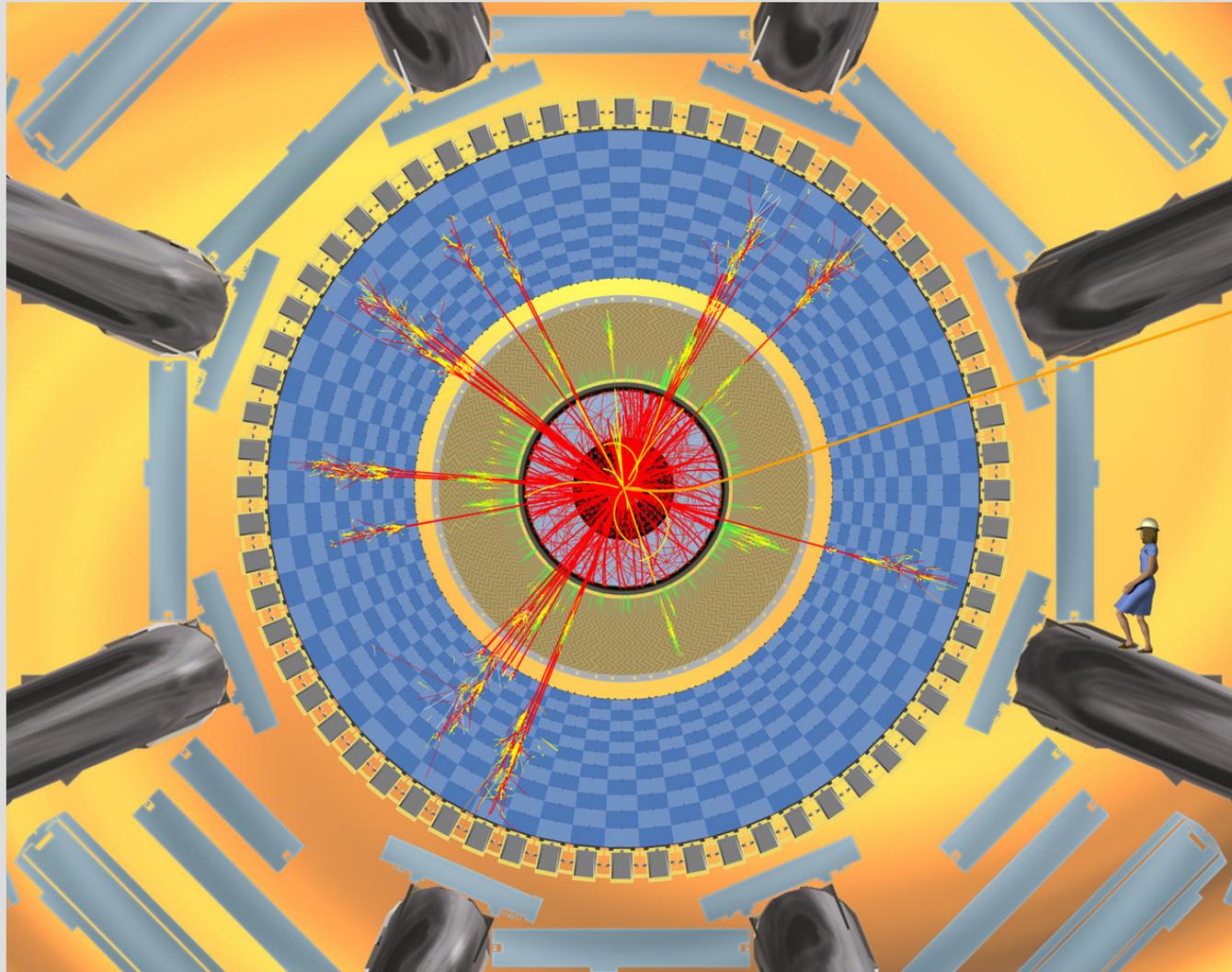


Del estudio de estas partículas se espera inducir la existencia del Higgs y de Nueva Física





Estas colisiones se producirán al ritmo vertiginoso de 600 millones de veces por segundo



Alberto Casas, Instituto de Física Teórica, IFT-CSIC/UAM, Madrid

No se graba toda la información generada.

Aún así, el LHC producirá una cantidad ingente de datos: 15 mil millones de Giga(Bytes) al año:

- ★ Más de un 1% del total de la producción mundial de información
- ★ 15.000 veces la producción anual de libros

Para almacenar y gestionar toda esa información se ha creado el sistema de computación más potente del mundo



# La GRID

**¿Cuál es la utilidad del LHC para la sociedad?**

**La ciencia aplicada se basa en los avances previos en ciencia básica**

**La ciencia básica produce  
numerosos "spin-offs"**



## Terapia de protones

Alberto Casas, Instituto de Física Teórica, IFT-CSIC/UAM, Madrid



**Tim Berners Lee**  
**(1991)**





Alberto Casas, Instituto de Física Teórica, IFT-CSIC/UAM, Madrid



Alberto Casas, Instituto de Física Teórica, IFT-CSIC/UAM, Madrid