

Física más allá del Modelo Estándar y el LHC

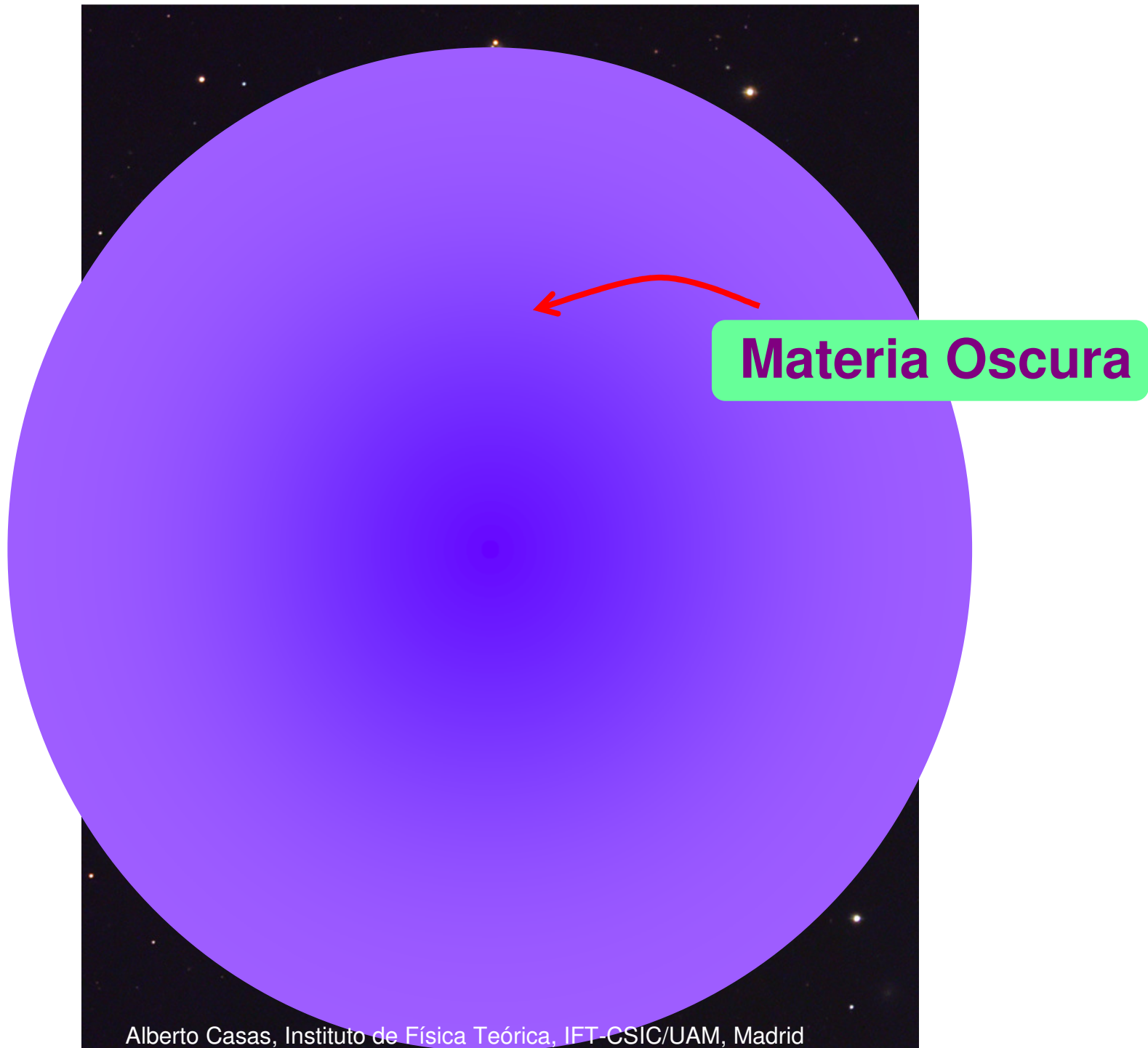
CRIF Las Acacias

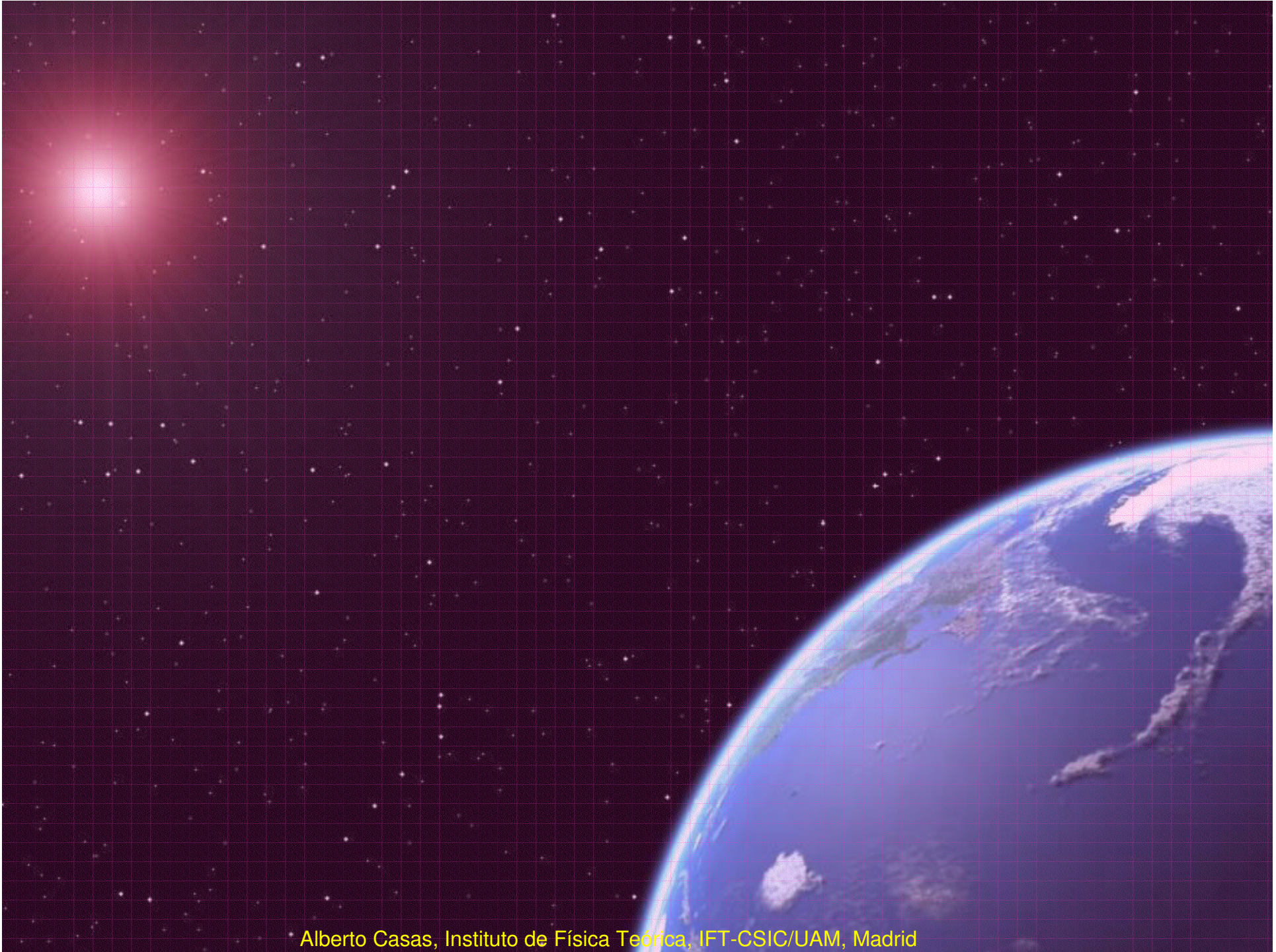
2013

Alberto Casas
(IFT-CSIC/UAM, Madrid)

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

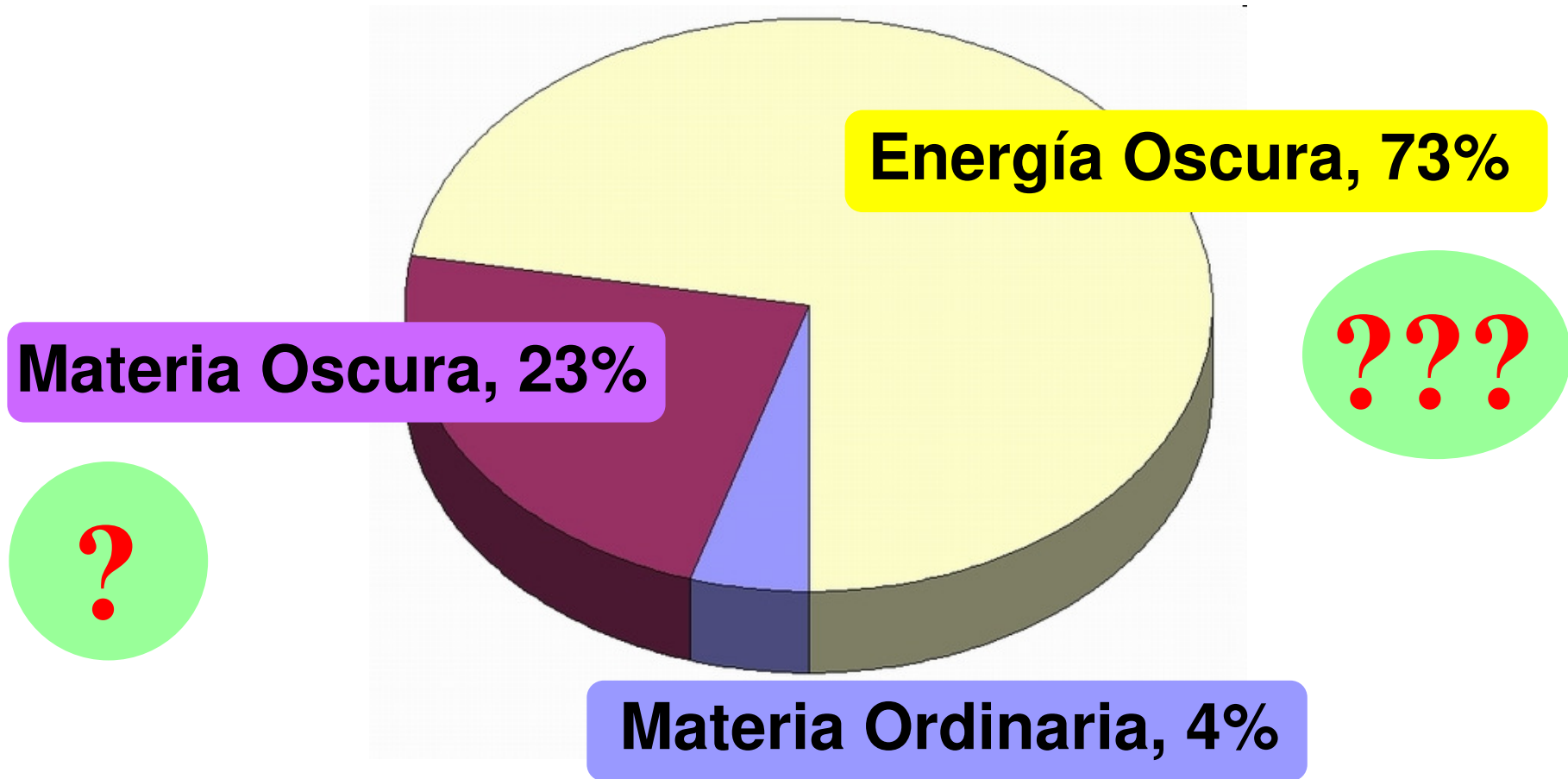
**Qué hay de malo con
el Mod. Est.?**





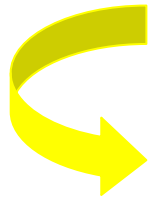
Alberto Casas, Instituto de Física Teórica, IFT-CSIC/UAM, Madrid

Composición del Universo



Problemas teóricos

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



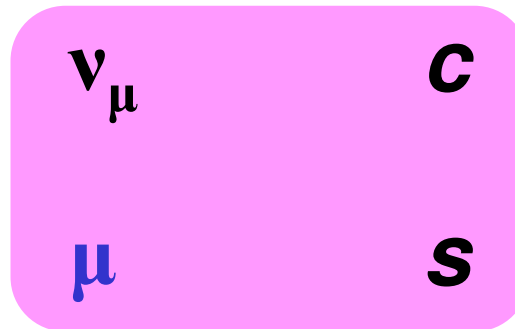
Teorías de cuerdas

Problemas estéticos

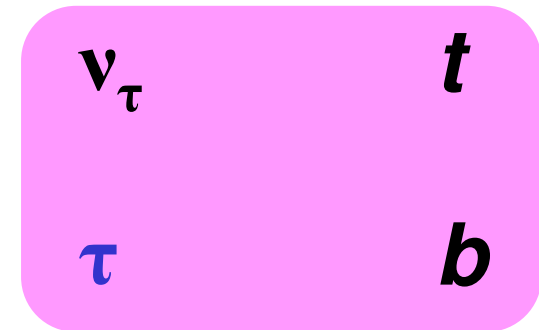
Recordar...



1^a familia



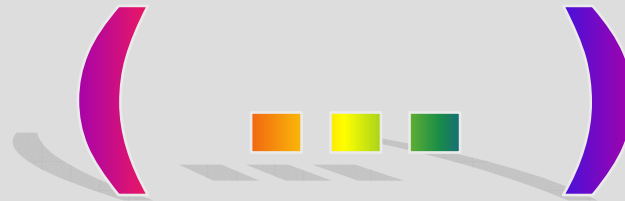
2^a familia



3^a familia

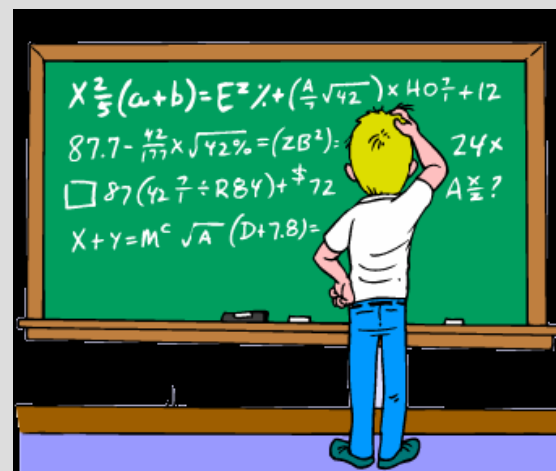


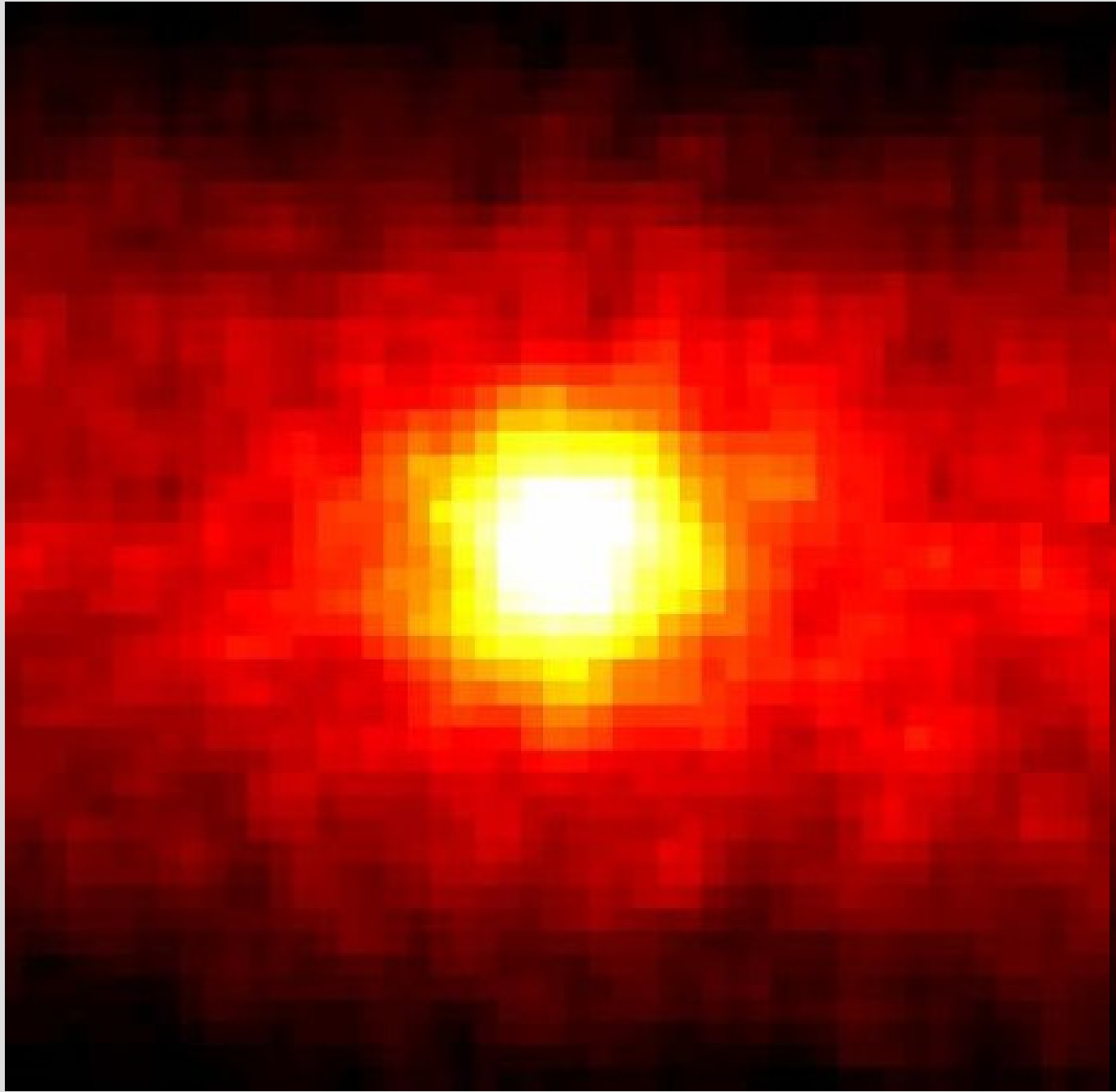
Aquí hacemos un paréntesis...



...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?

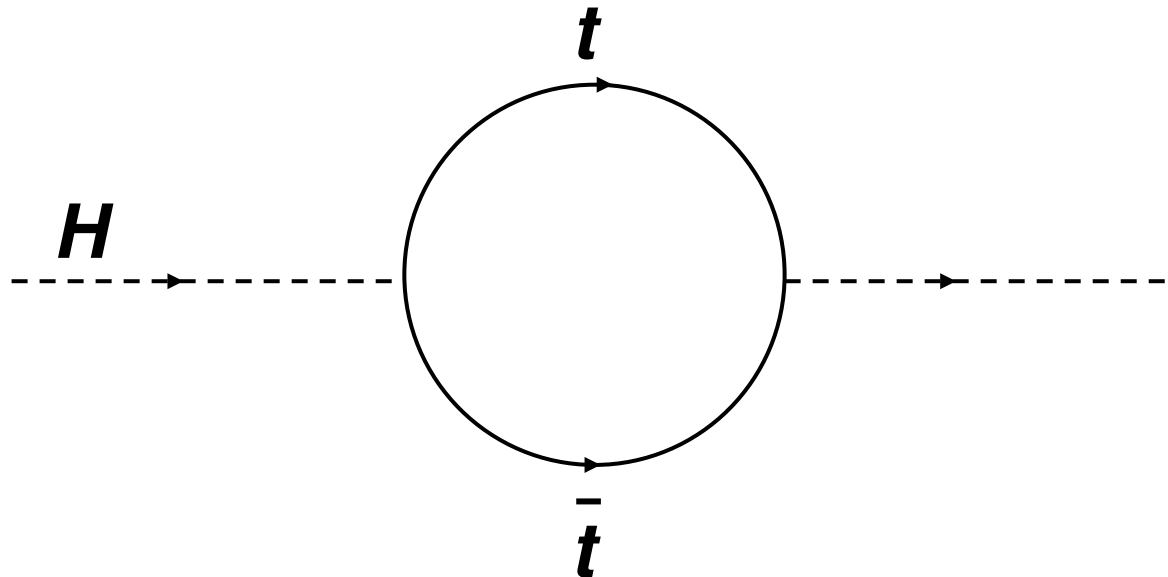
¿Y no son, por ejemplo, un millón de veces más pesadas?

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



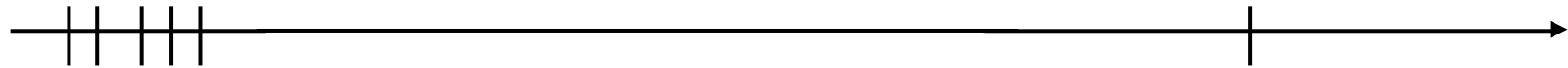
Contribuciones cuánticas a la masa del Higgs:

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

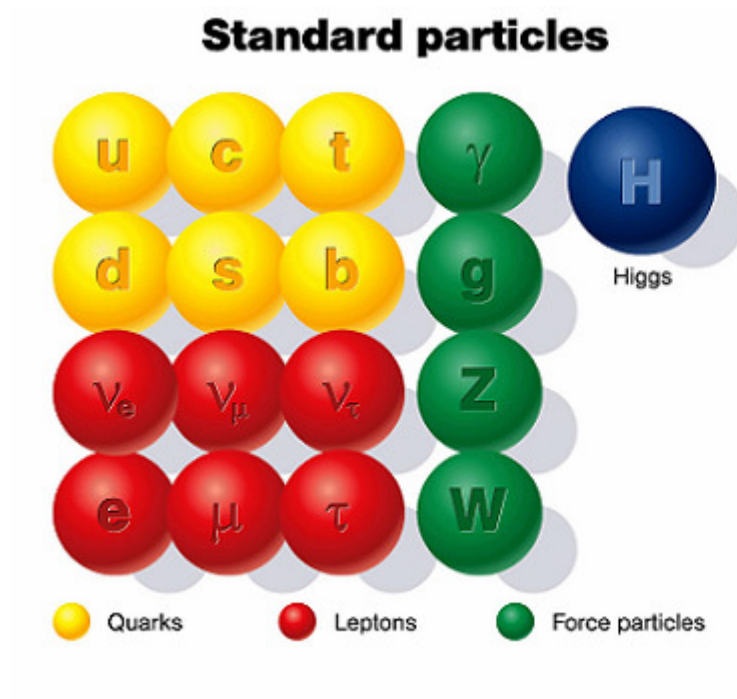
Simetría que relaciona partículas con distinto espín:

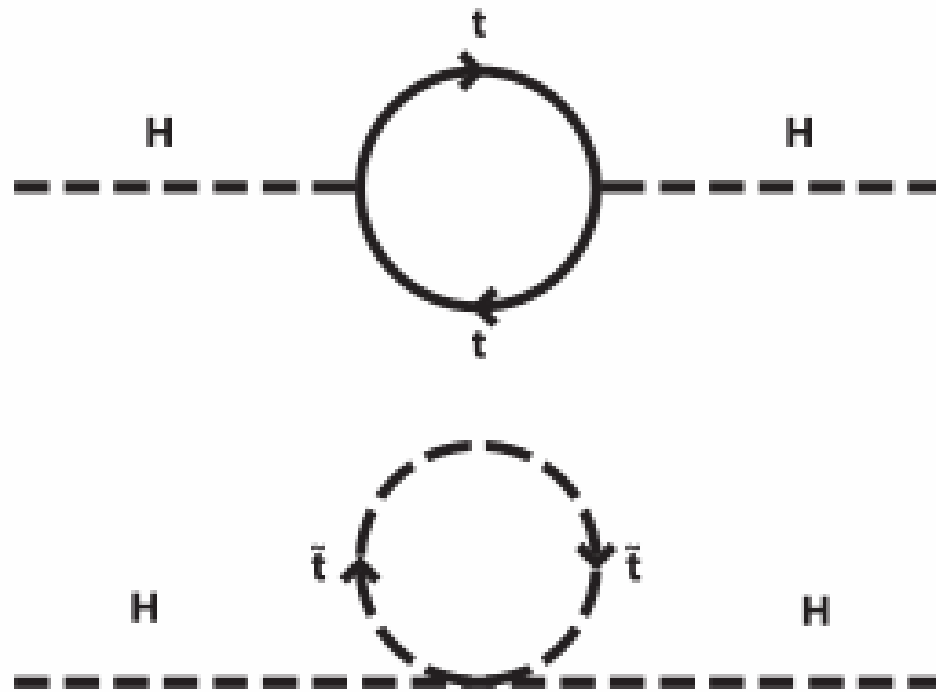
$$e \longrightarrow \tilde{e}$$

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

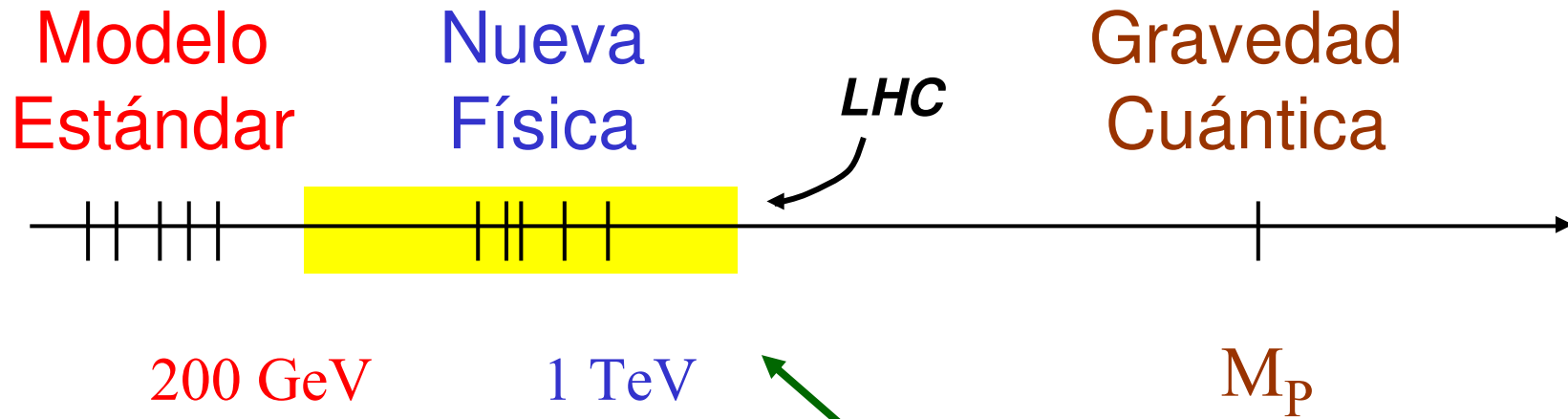
$$e^{-} \longrightarrow e^{+}$$

Supersimetría





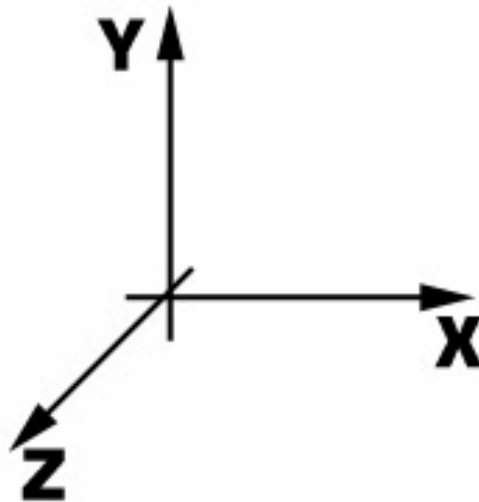
Supersimetría ?



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)

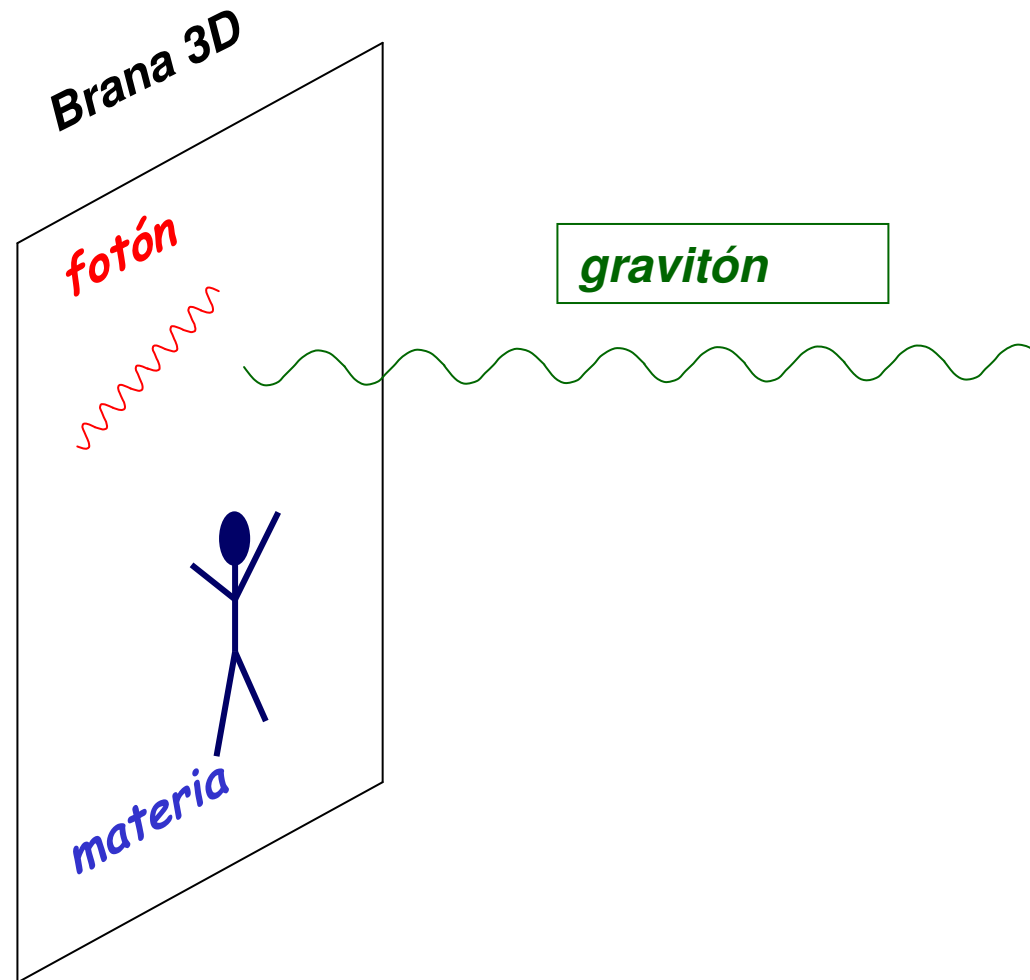
Dimensiones Extras Compactas

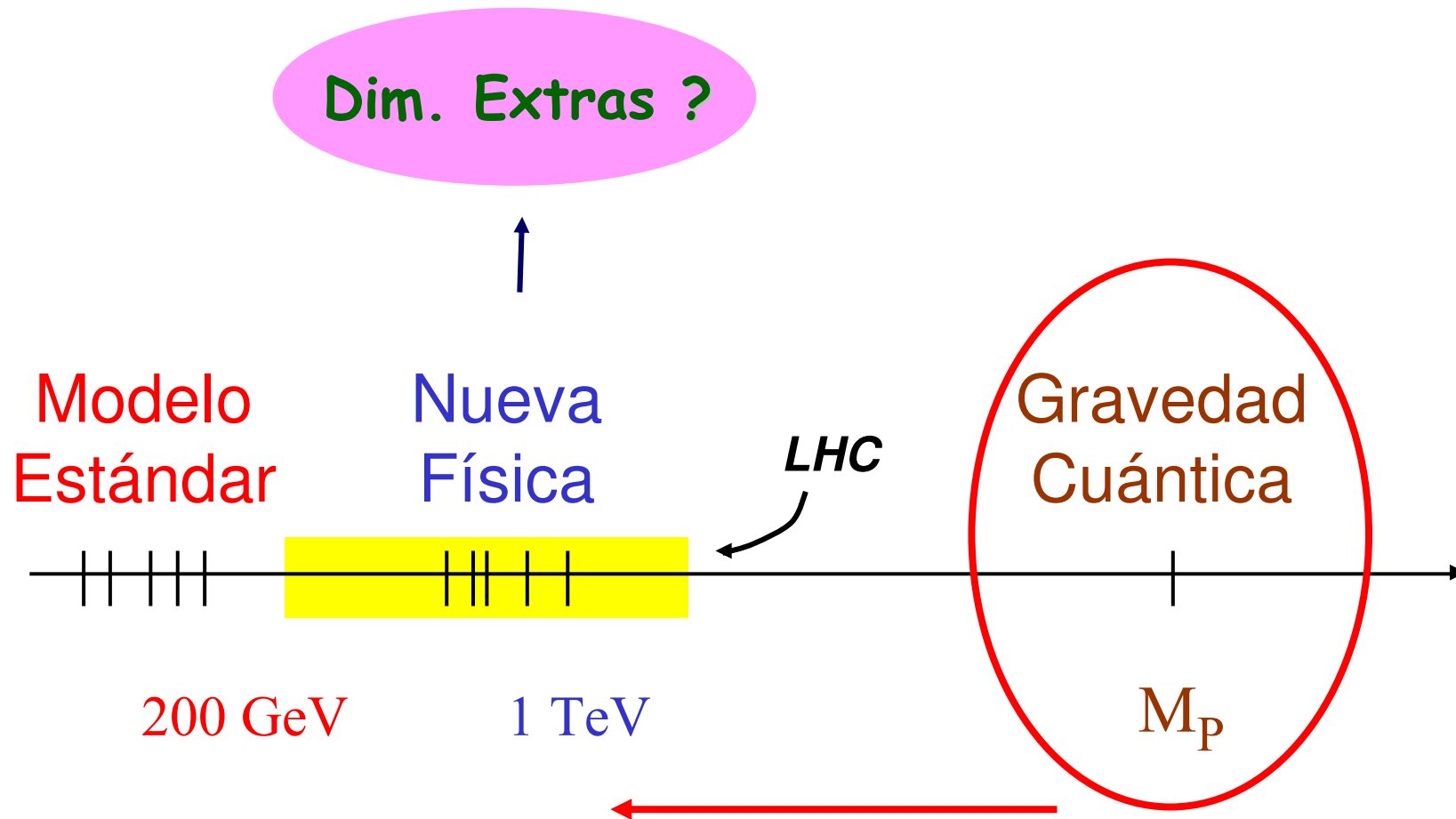


¿Tendría esta dimensión extra alguna influencia en nuestra vida?

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

Un escenario distinto





Existe otra posibilidad...

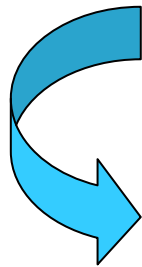
**... que estemos
completamente
equivocados**

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

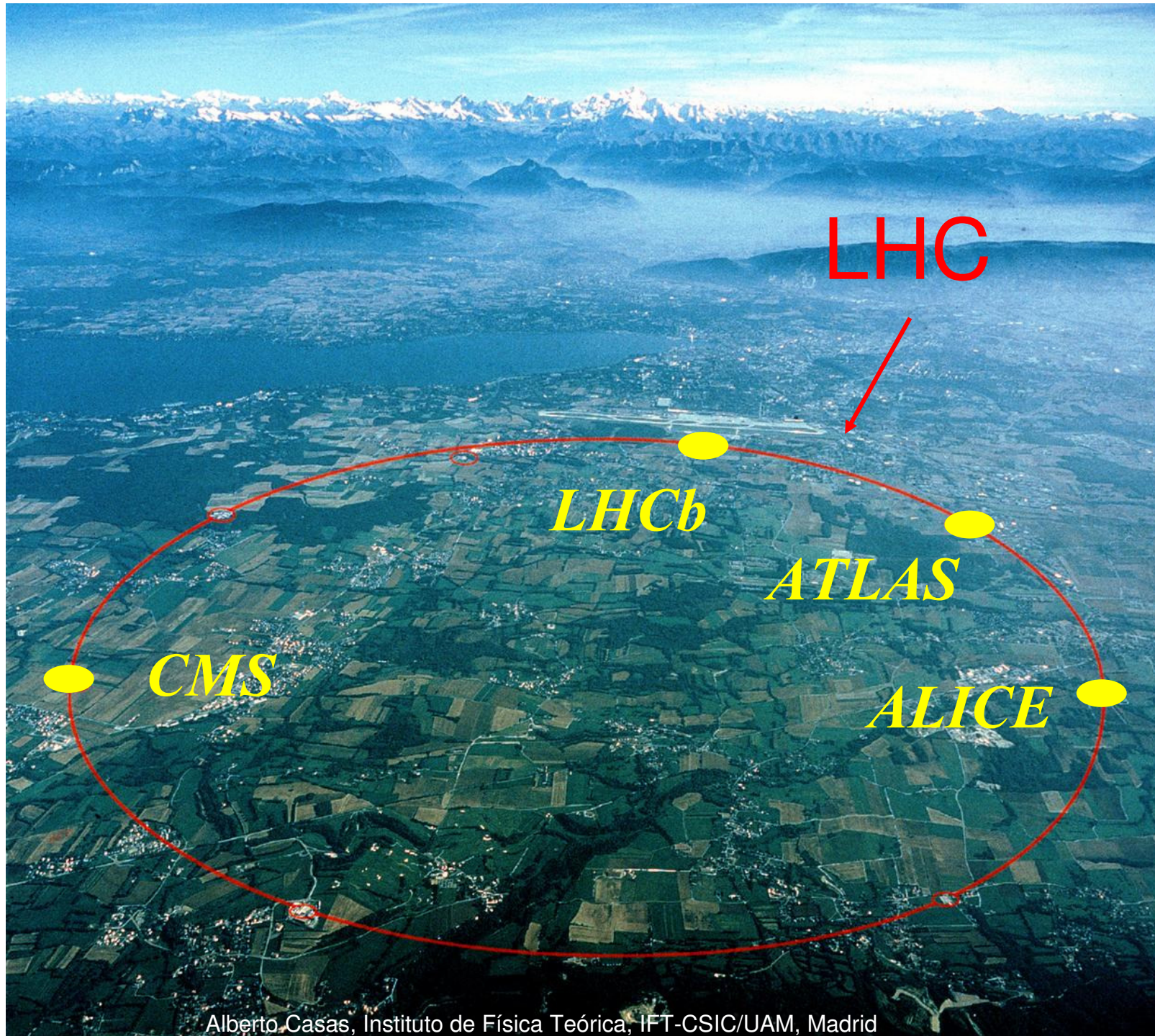
Para acceder a esa nueva física necesitamos una máquina que permita acelerar las partículas hasta esas energías



¡ y hacerlas chocar !



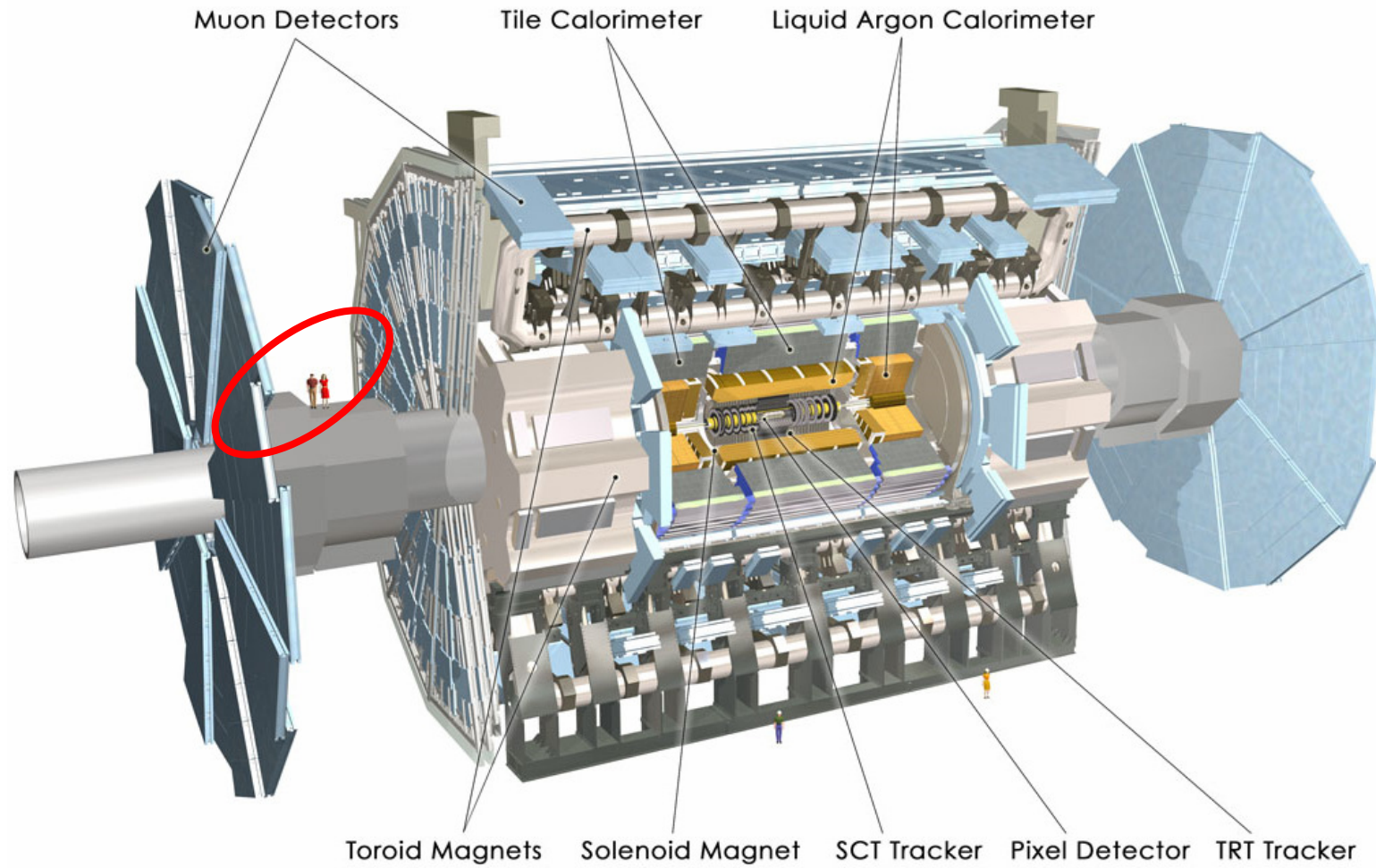
LHC





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

Detector ATLAS



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

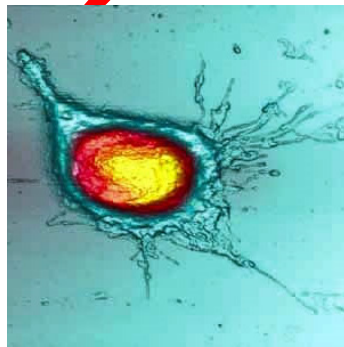
La energía cinética de cada protón es
más de 7.000 veces su propia masa

Esta es una energía inimaginable...

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

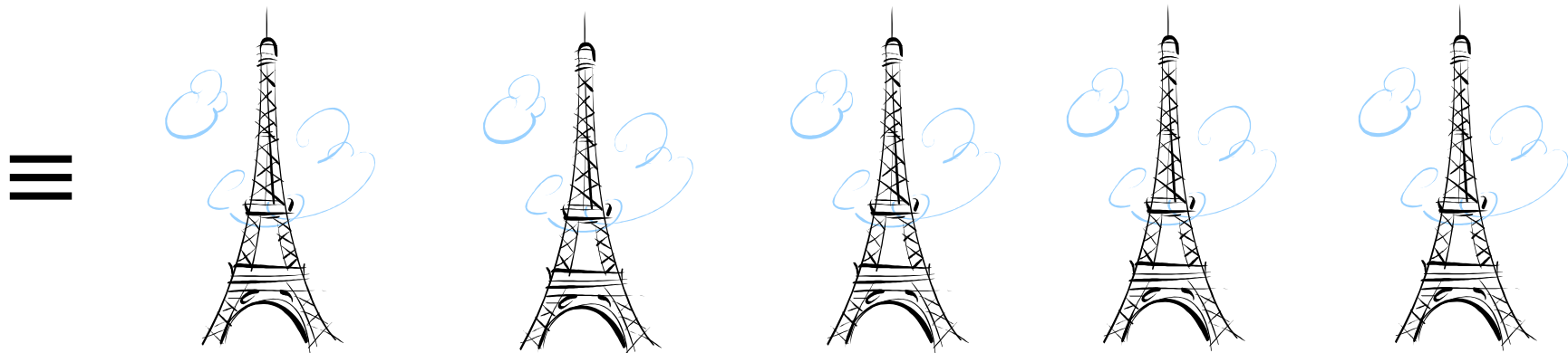
...Su energía cinética es como la de un tren de 400 Ton. a 150 Km/h

...pesan tanto como una célula del cuerpo humano



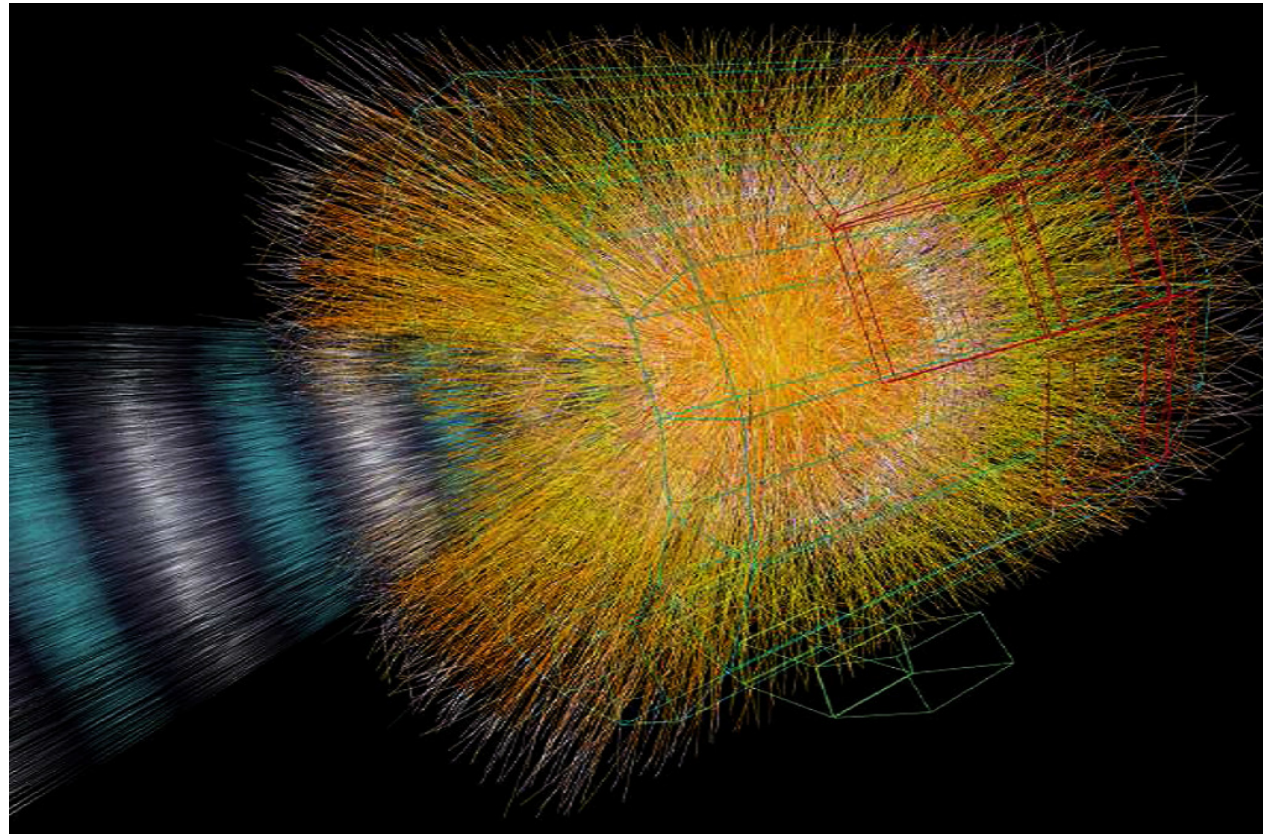
Para conseguir esta proeza el LHC tiene que superar retos tecnológicos sin precedentes

El LHC es el mayor congelador del mundo

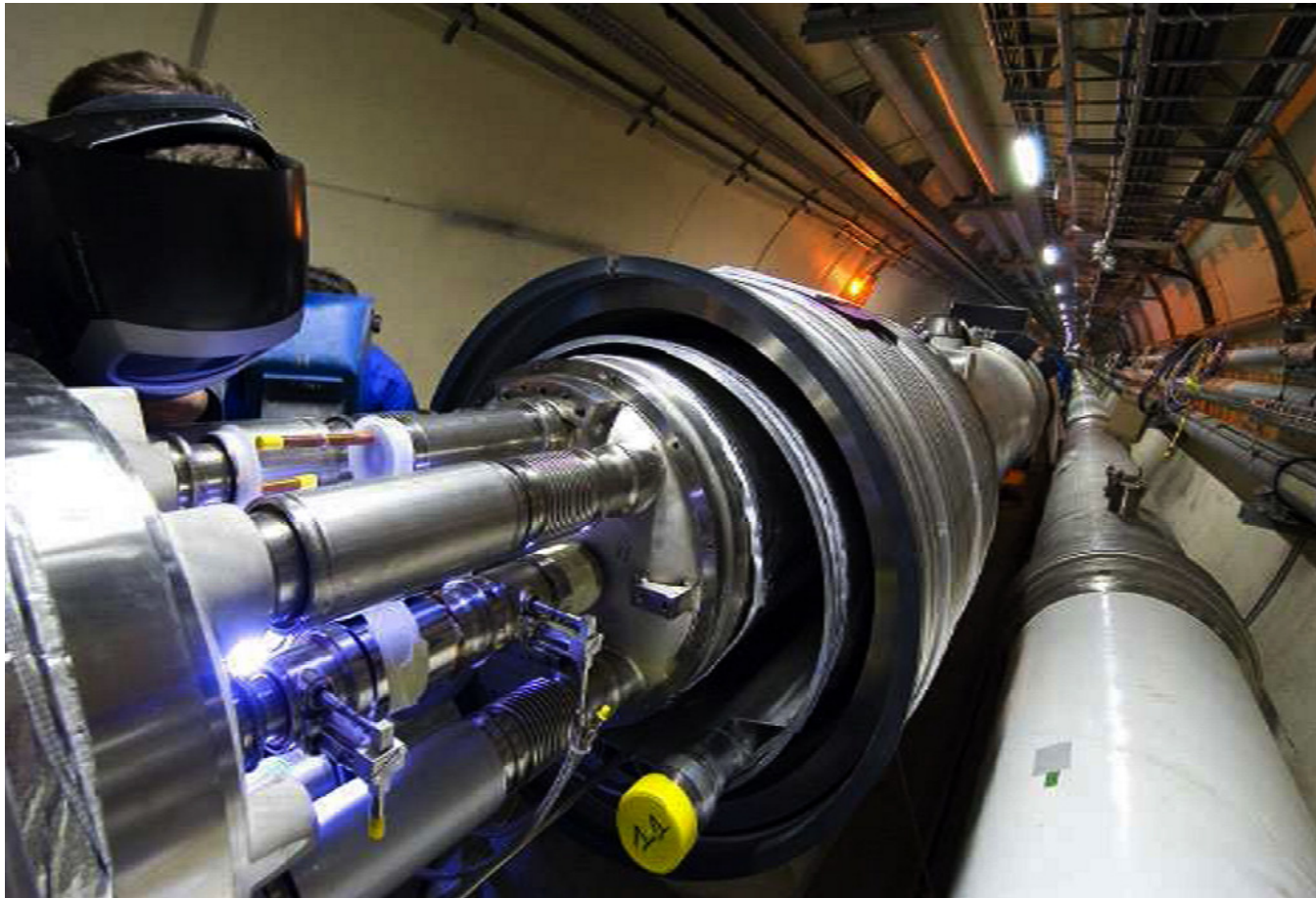


a $271,3^{\circ}\text{C}$ bajo cero... el LHC es uno de los lugares más frío del Universo

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



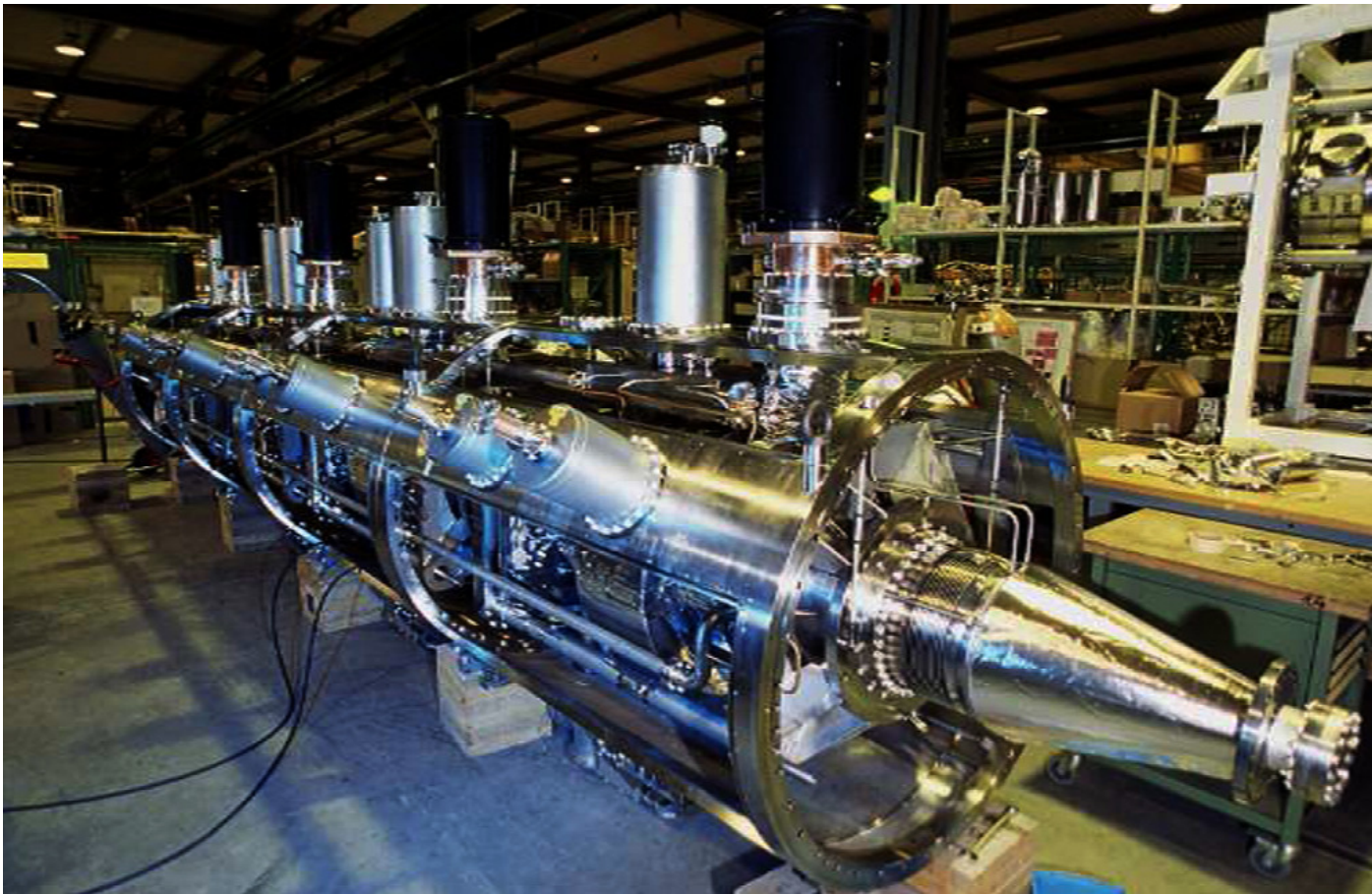
La cavidad circular por donde circulan los protones es uno de los lugares más vacíos del sistema solar



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**



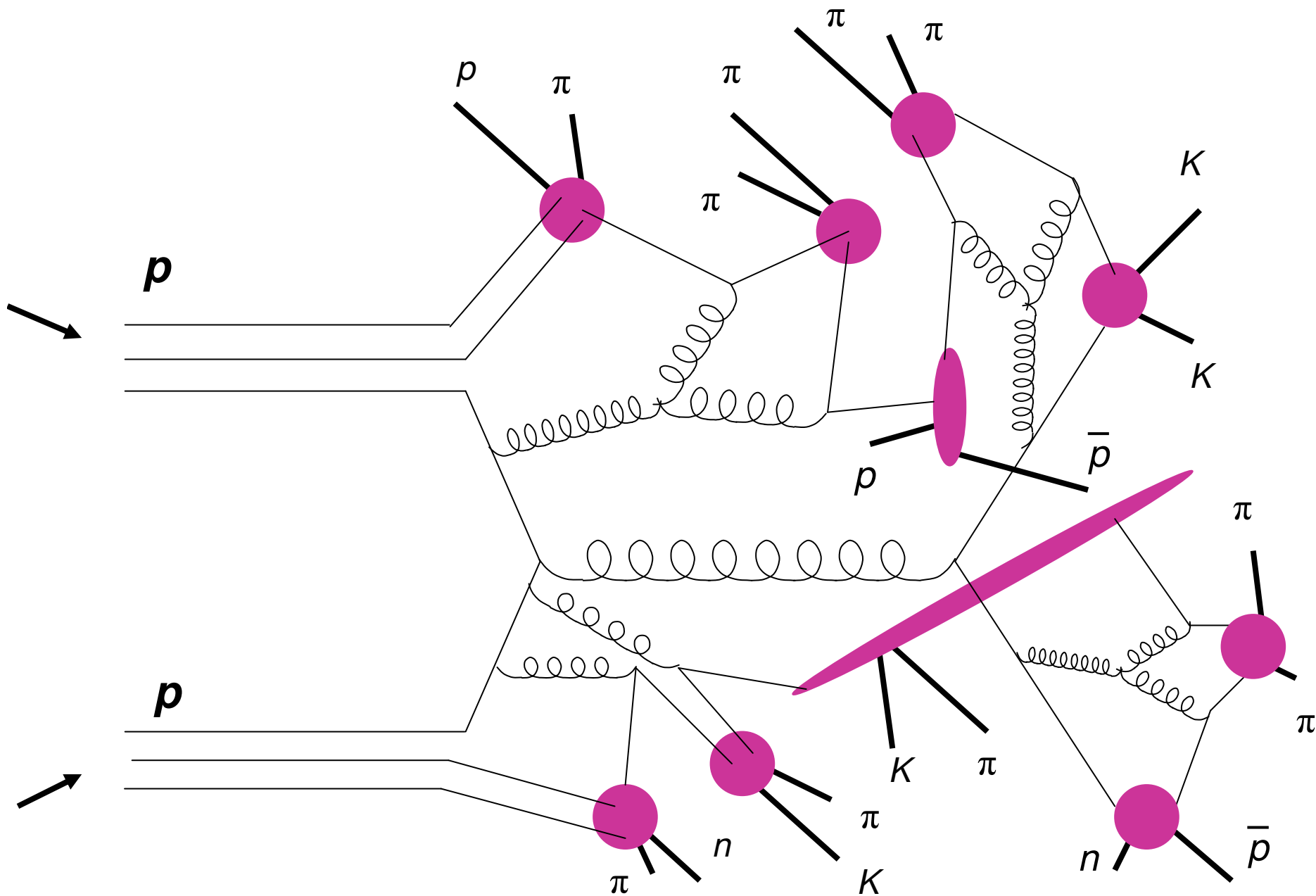
Alberto Casas, Instituto de Física Teórica, IFT-CSIC/UAM, Madrid

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



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

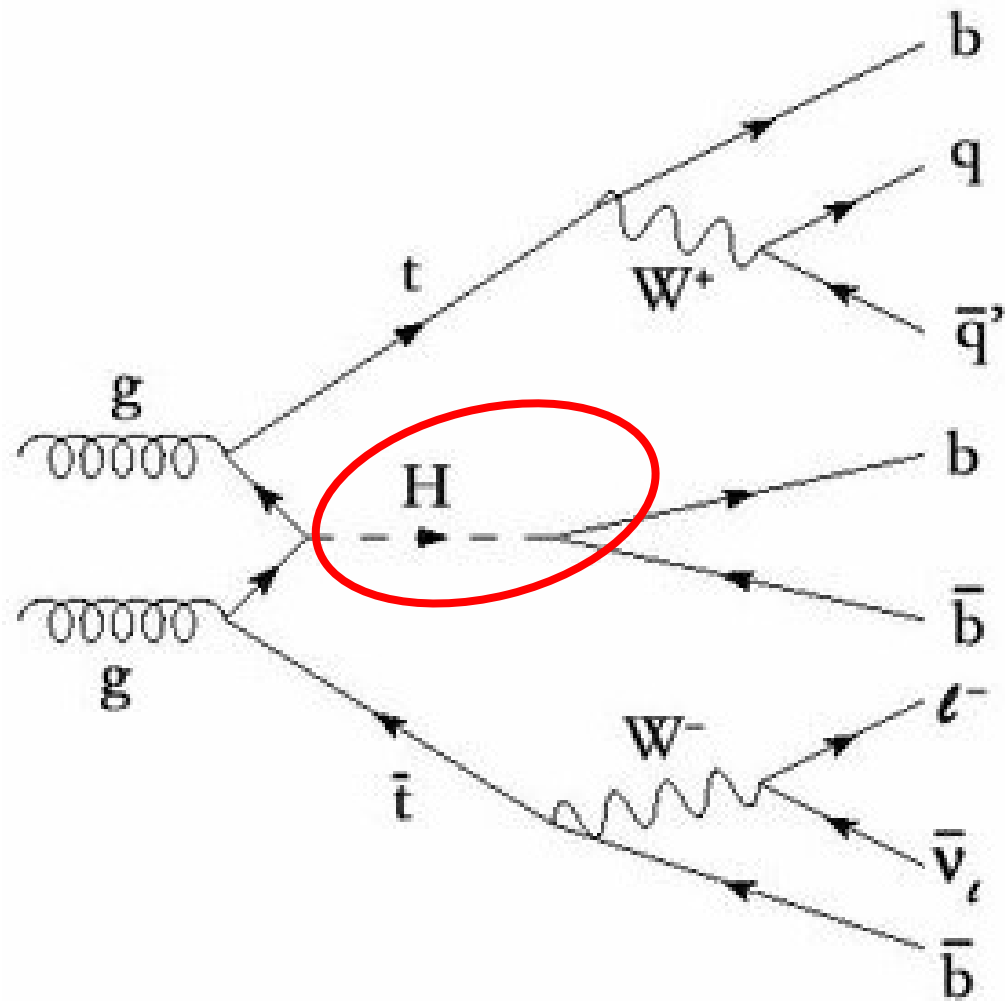


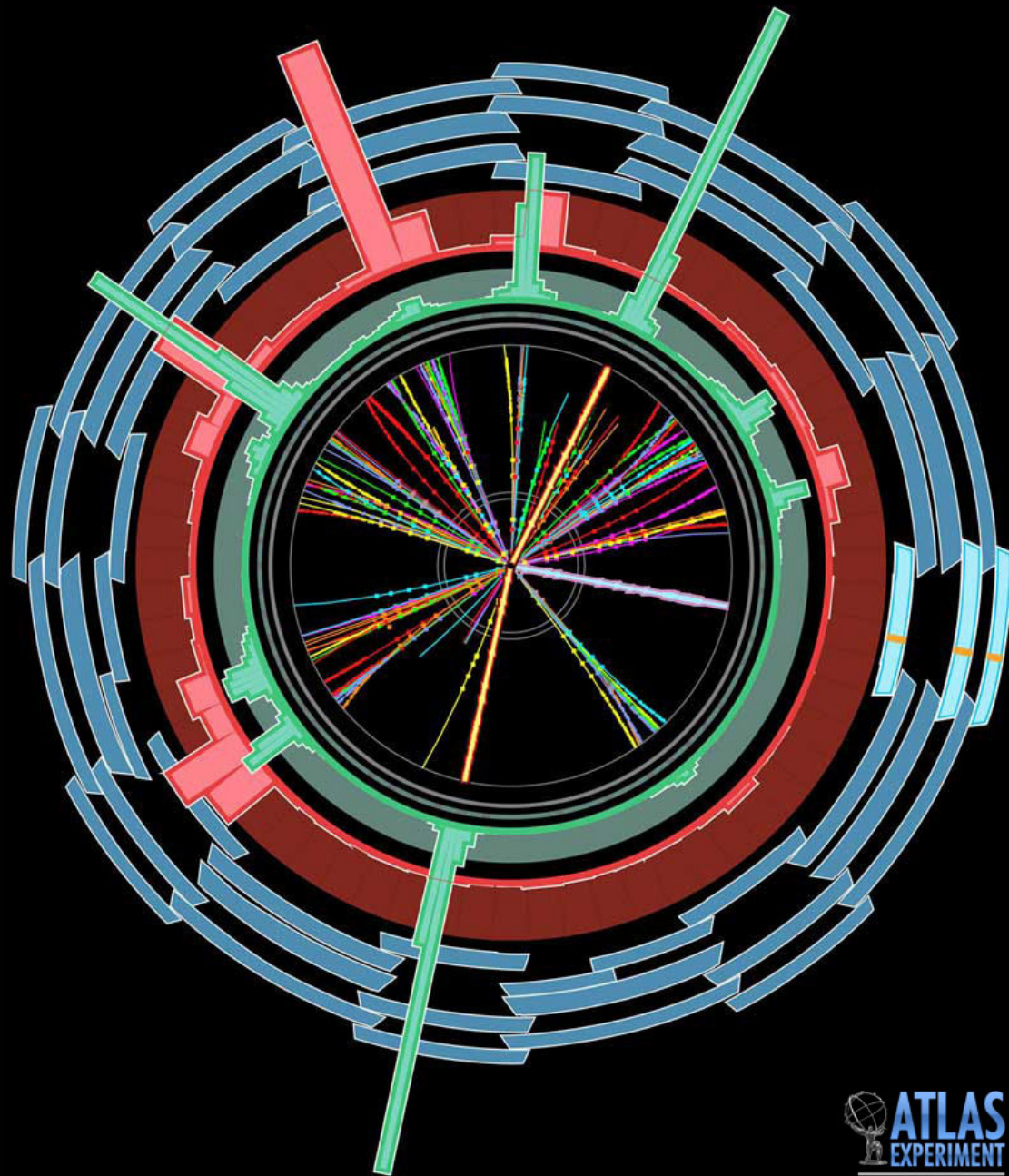


En cada colisión se producen cientos de partículas.

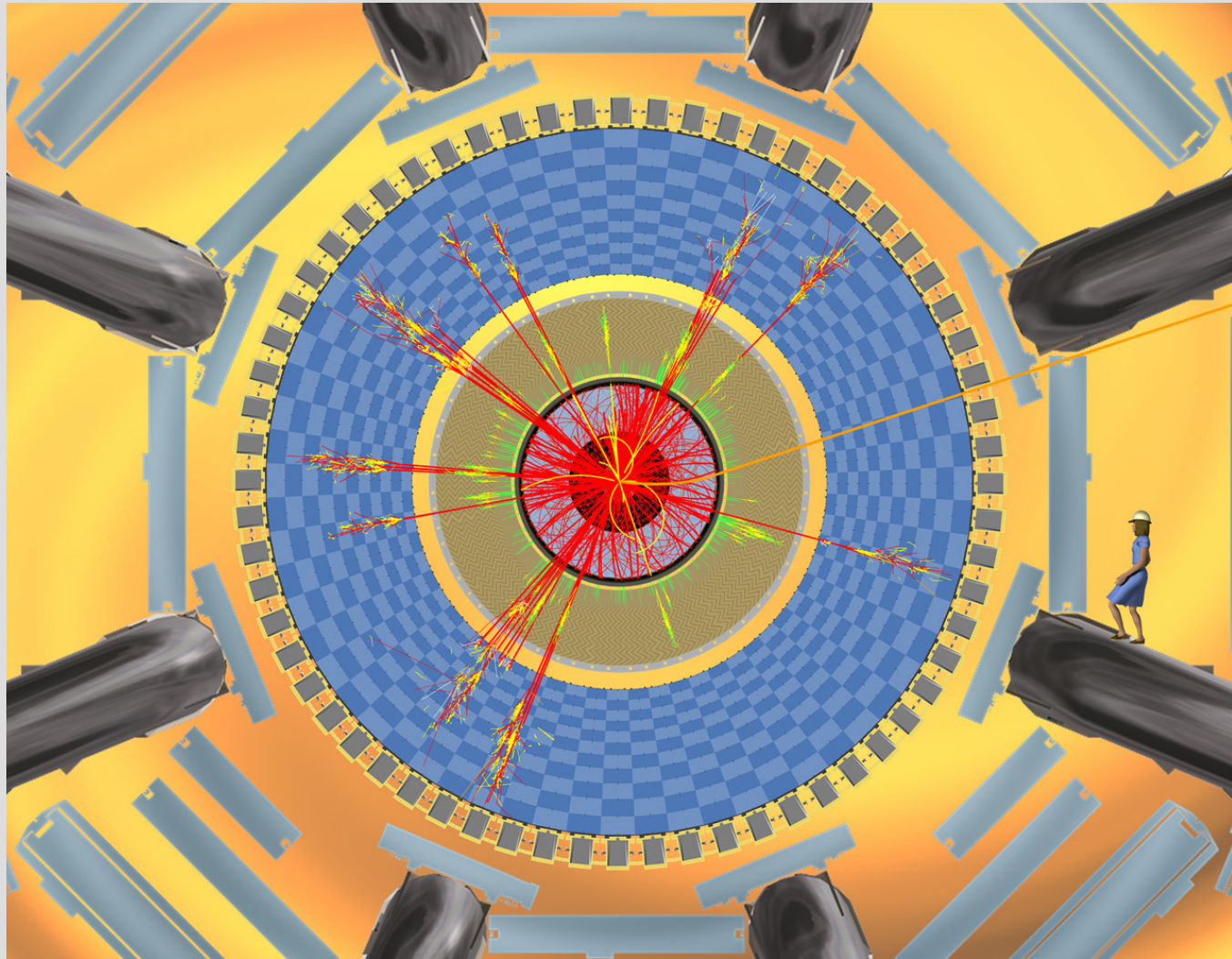


Del estudio de estas partículas se espera inducir la existencia del Higgs y de Nueva Física





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



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