

---

¿Qué es la Materia Oscura?

---





---

Cómo sentimos la Materia Oscura?

---

**¿Qué sentimos?**

## ¿Qué sentimos?

- Luz
- Sonidos
- Temperatura, tacto, presión, dolor, frío, humedad
- Equilibrio, vértigo



## ¿Qué sentimos?

- Luz
- Sonidos
- Temperatura, tacto, presión, dolor, frío, humedad
- Equilibrio, vértigo

## ¿Cómo sentimos?

Por medio de las interacciones (fuerzas) en la naturaleza

- Electromagnéticas (fotón, conductividad térmica, incompresibilidad de sólidos y presión en gases)
- Gravedad

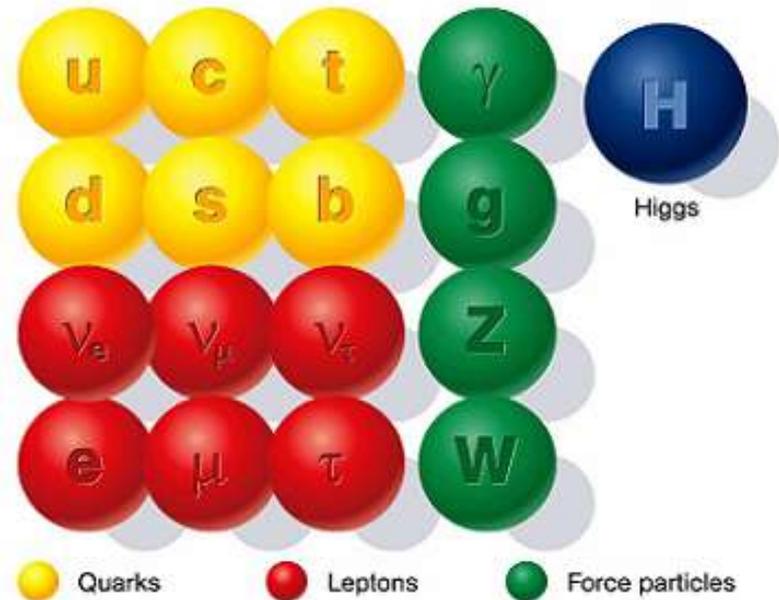
# Modelo Estándar de Partículas elementales

Ingredientes:

Relatividad General  
+  
Mecánica Cuántica

Descripción unificada de tres  
de las cuatro fuerzas  
fundamentales

- Interacción electromagnética
- Interacción débil
- Interacción fuerte



## ¿Qué limita nuestra percepción?

- “Ruido”
- Limitaciones en la vista/oido
- Señales tenues o fuera del rango que podemos sentir (luz ultravioleta o infrarroja, ultrasonidos...)

## ¿Qué limita nuestra percepción?

- “Ruido”
- Limitaciones en la vista/oido
- Señales tenues o fuera del rango que podemos sentir (luz ultravioleta o infrarroja, ultrasonidos...)

## ¿Cómo resolvemos estas limitaciones?

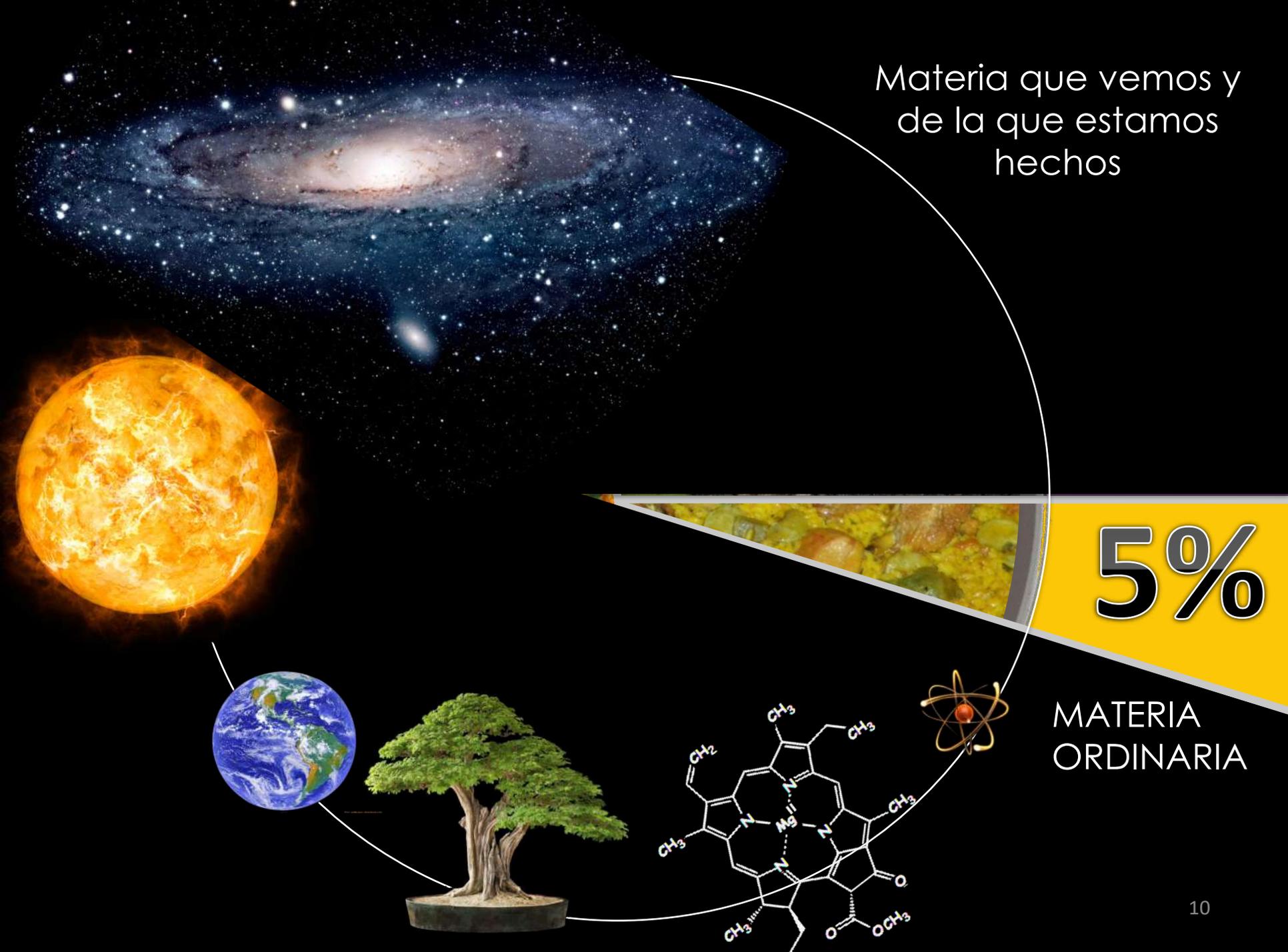
- Actuando sobre el entorno (disminuyendo el ruido)
- Utilizando aparatos



Materia que vemos y de la que estamos hechos

5%

MATERIA ORDINARIA



MATERIA OSCURA

27%

Una NUEVA forma de materia que no emite ni absorbe luz

Sólo hemos observado sus efectos GRAVITACIONALES

Podría deberse a una (o varias) nuevas PARTÍCULAS



5%

MATERIA ORDINARIA

ENERGÍA OSCURA  
**68%**

MATERIA OSCURA  
**27%**

**5%**

MATERIA  
ORDINARIA

Design by Roberto Lineros  
IFIC, Valencia

ENERGÍA OSCURA  
**68%**

MATERIA OSCURA  
**27%**

**5%**

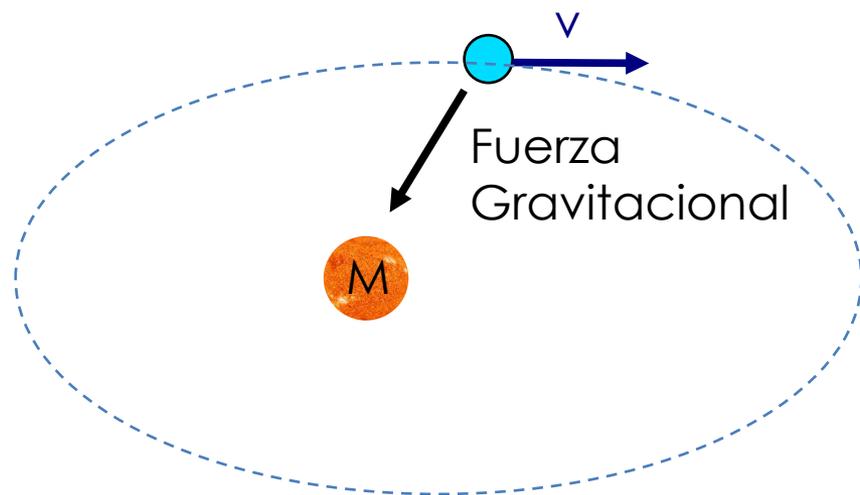
**DESCONOCEMOS LA  
NATURALEZA DEL 95%  
DEL UNIVERSO**

MATERIA  
ORDINARIA

## ¿Qué es la materia oscura?

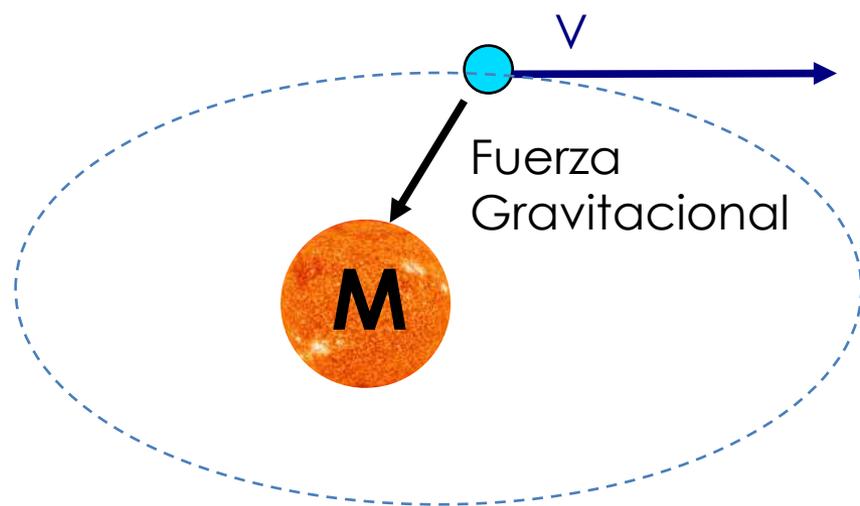
- No lo sabemos
- Una nueva forma de materia (partículas) muy abundante
- No emite ni absorbe luz
- No se desintegra
- Forma estructuras a escalas galácticas y cosmológicas

La Ley de Gravitación Universal explica el movimiento de los planetas en el Sistema Solar



La velocidad de rotación de los planetas ( $v$ ) es función de la masa de la estrella ( $M$ ) y distancia a ella.

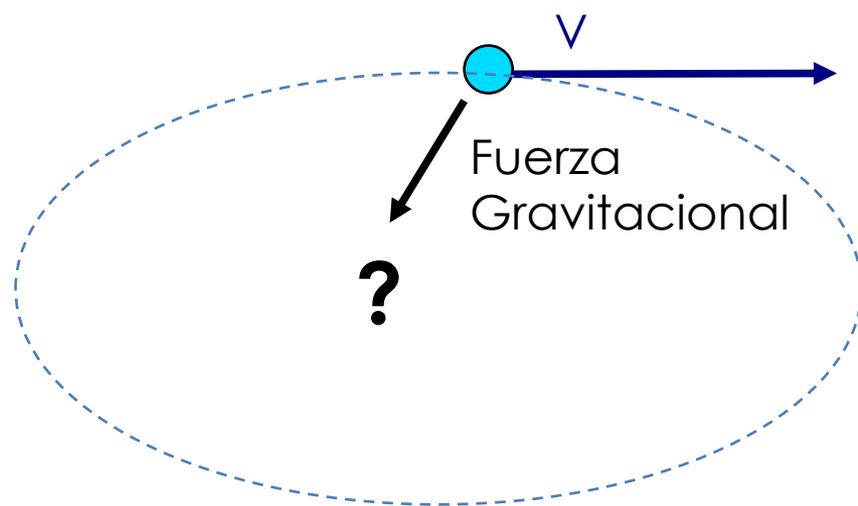
## La Ley de Gravitación Universal explica el movimiento de los planetas en el Sistema Solar



La velocidad de rotación de los planetas ( $v$ ) es función de la masa de la estrella ( $M$ ) y distancia a ella.

Si la masa de la estrella aumenta, también lo hace la velocidad.

## La Ley de Gravitación Universal explica el movimiento de los planetas en el Sistema Solar



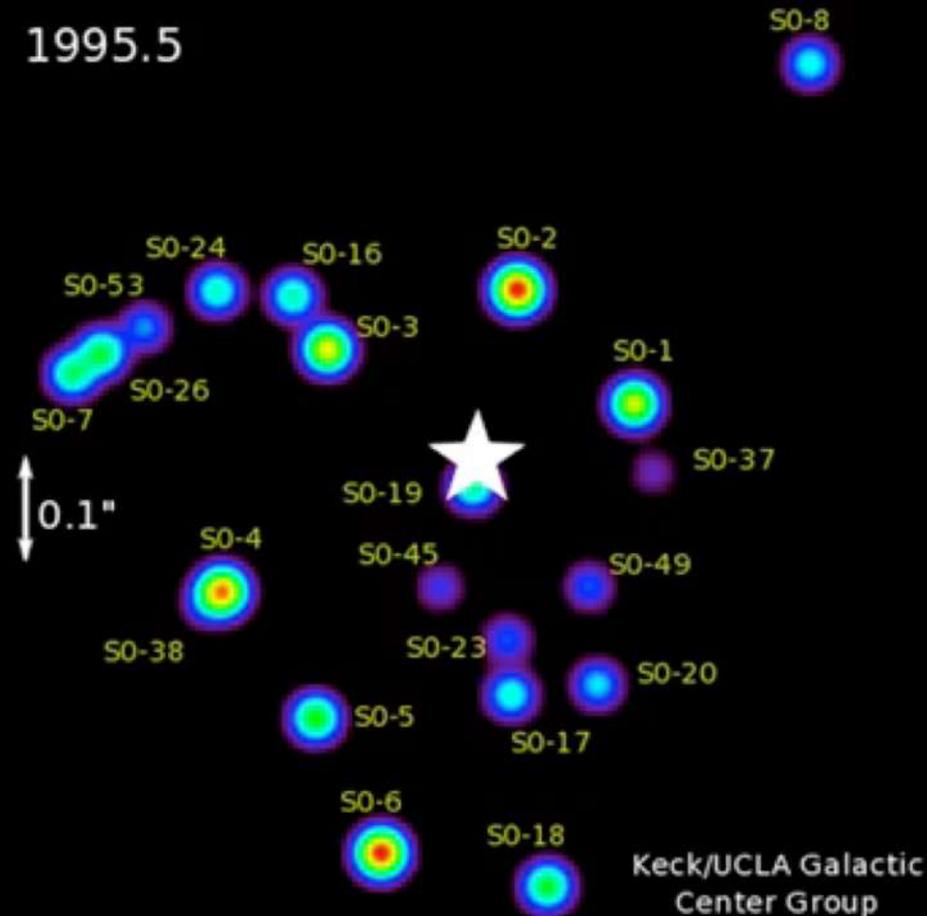
La velocidad de rotación de los planetas ( $v$ ) es función de la masa de la estrella ( $M$ ) y distancia a ella.

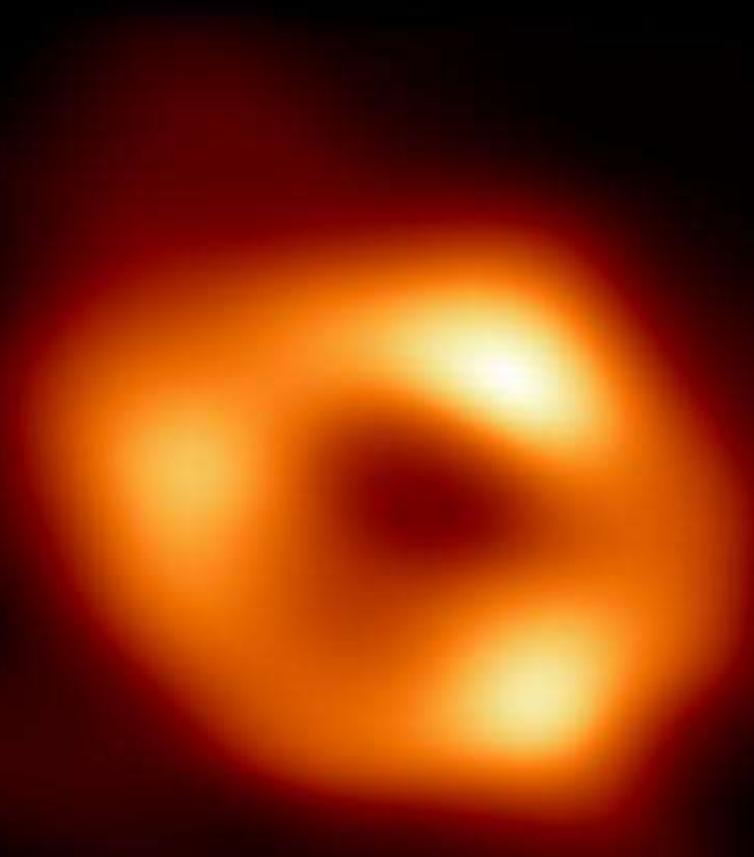
Si la masa de la estrella aumenta, también lo hace la velocidad.

Podemos “pesar” estrellas mediante el movimiento de los planetas.

También vale para “objetos” invisibles

Usando esta técnica se demostró la existencia de un **agujero negro** en el centro de la Vía Láctea con la masa de 4.1 millones de soles

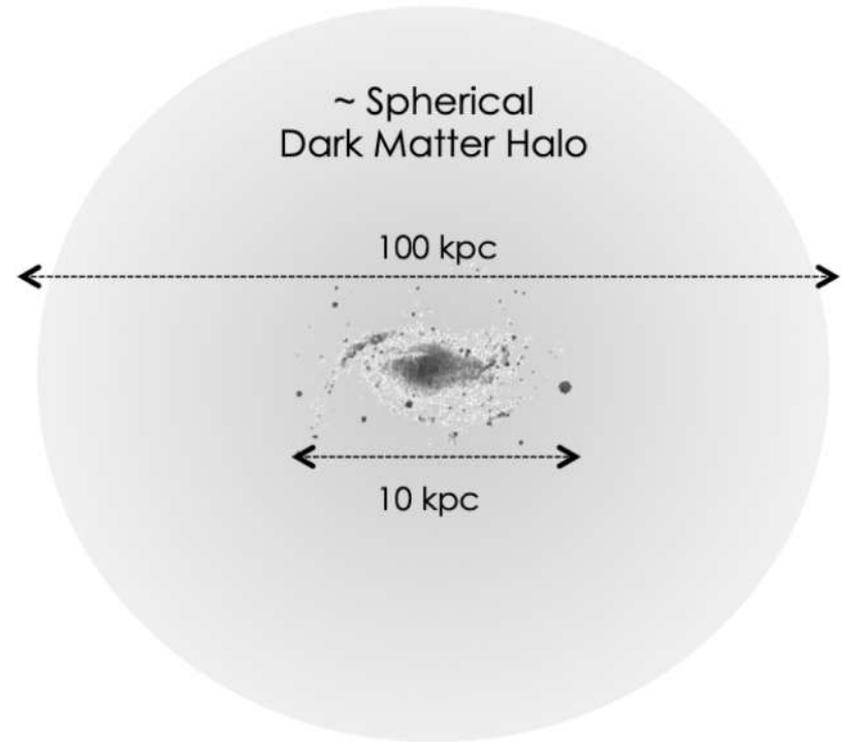




Agujero negro del centro galáctico (Event Horizon)

# Las galaxias están rodeadas de “halos” de Materia Oscura

Simulaciones numéricas con superordenadores para entender sus propiedades.







Au-18

t: 0.0 Gyr z: 127.0

10 kpc

# The AURIGA project

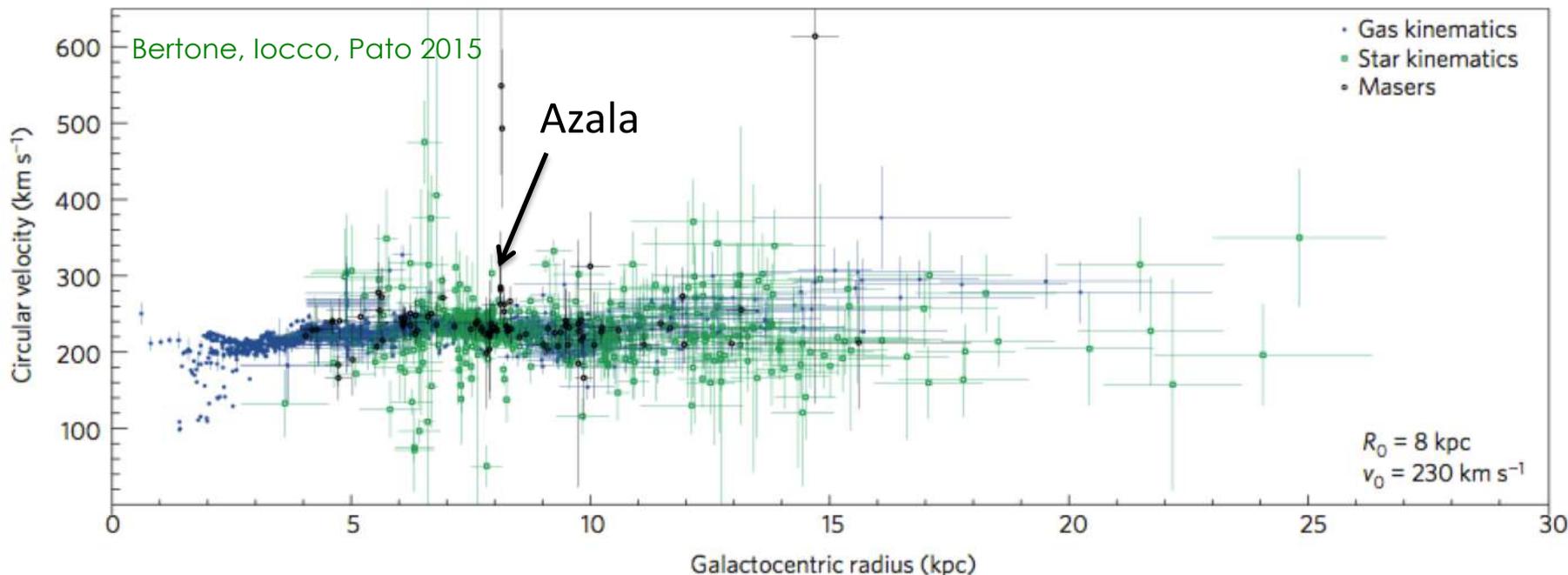
Dark matter

Gas density

Stellar light



# Curva de Rotación de la Vía Láctea



En nuestra posición de la Galaxia, la densidad de la materia oscura es aproximadamente **0.00000000000000000000000005** veces la densidad del agua

$$\rho = 5 \times 10^{-24} \text{ g/cm}^3$$



## Agua mineral (enriquecida con reliquias cosmológicas)

Agua (500 g)  $170 \times 10^{24}$  moléculas de agua

Bicarbonatos ( $\text{CO}_3\text{H}$ ) 80 mg

Cloro (Cl) 7.1 mg

Sulfatos ( $\text{SO}_4$ ) 0.85 mg

Flúor (F) 0.25 mg

Calcio (Ca) 3.9 mg

Magnesio (Mg) 2.8 mg

Sodio (Na) 25 mg

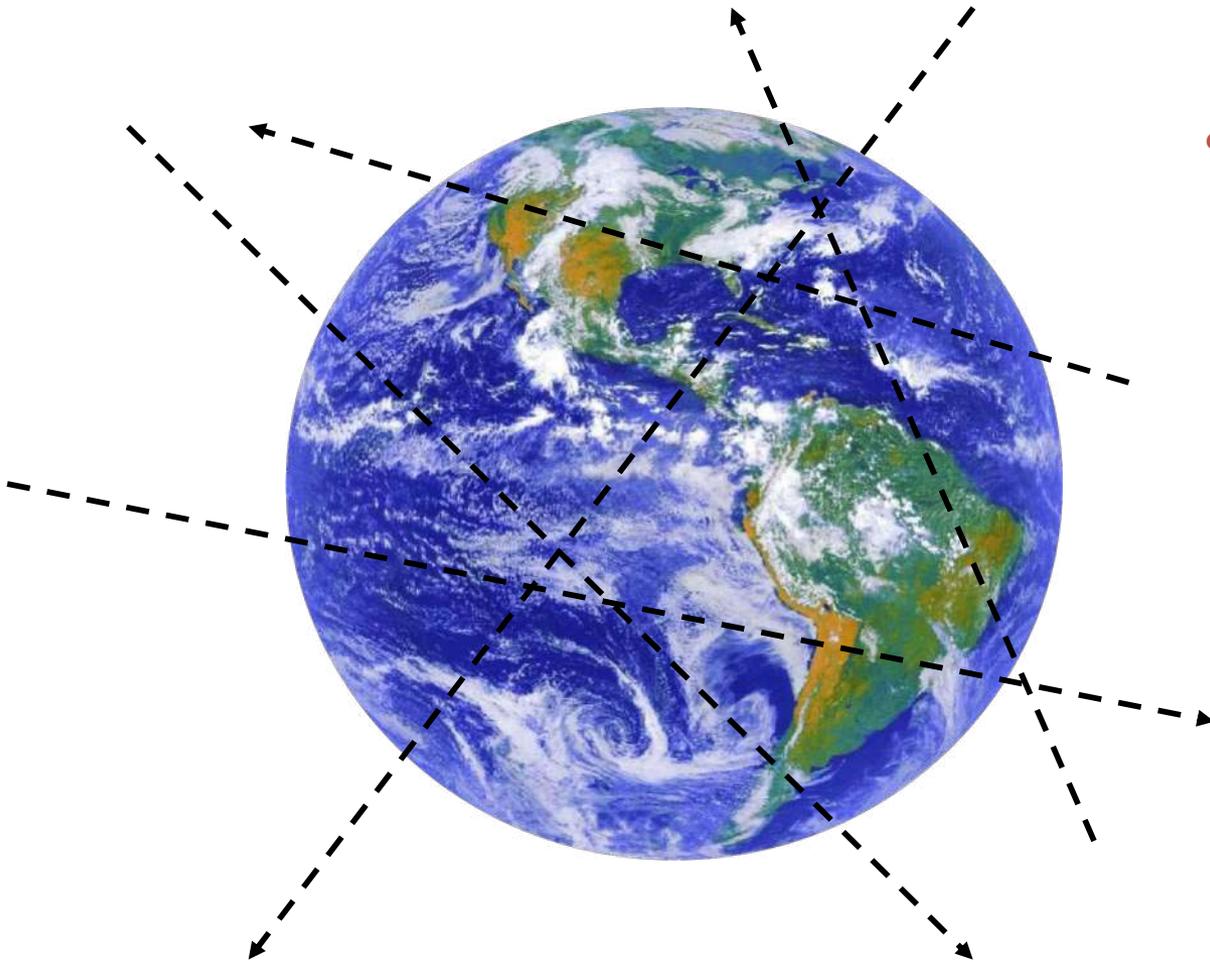
Potasio (K) 2.5 mg

$10^{27}$  protones,  
neutrones y electrones

~50 000 neutrinos cósmicos

~1 partícula de materia oscura (con masa  $100 m_p$ )

Las partículas de Materia oscura están atravesando la Tierra (y a nosotros) constantemente



¿Por qué no las sentimos?

Quizás no haya muchas

O interaccionan muy débilmente

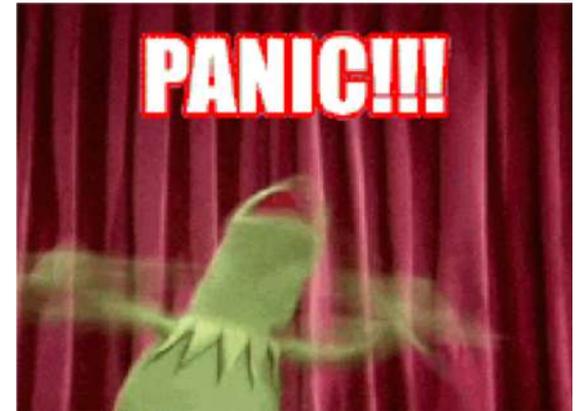
¿Cuánta materia oscura hay “dentro” de la Tierra?



Incluso se han encontrado “corrientes de materia oscura” con gran potencial periodístico.

## Un «huracán» de materia oscura se dirige hacia la Tierra a toda velocidad

- Los investigadores creen que se trata de una ocasión única para que los instrumentos logren detectarla



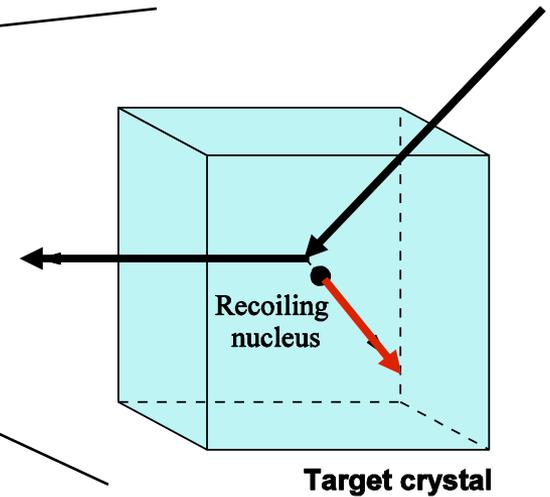
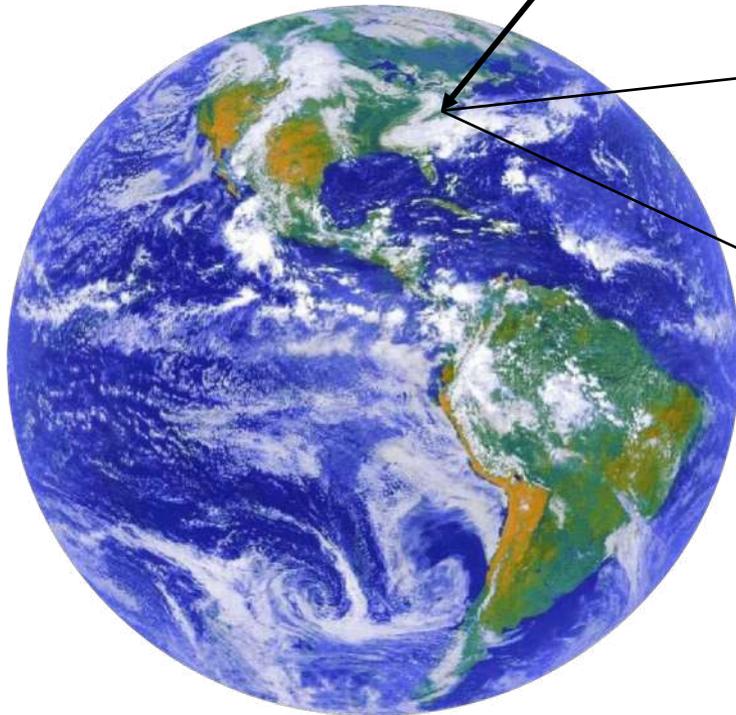
CNN Opinión +

CIENCIA Y ESPACIO

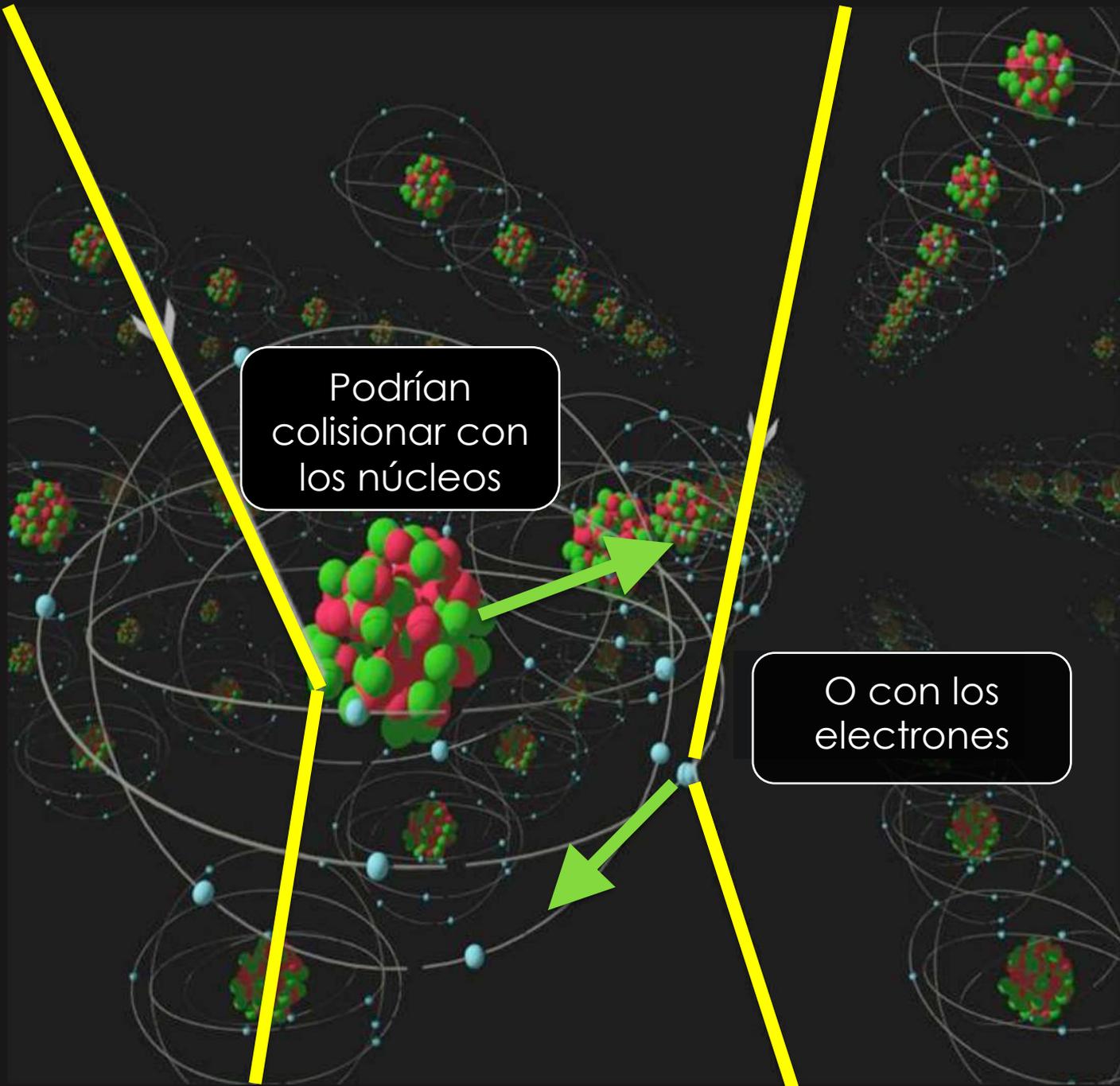
## Un huracán de materia oscura se acerca a nosotros

Necesitamos diseñar detectores muy sensibles para observarlas

Las partículas de materia oscura atraviesan la Tierra y entran en el detector...

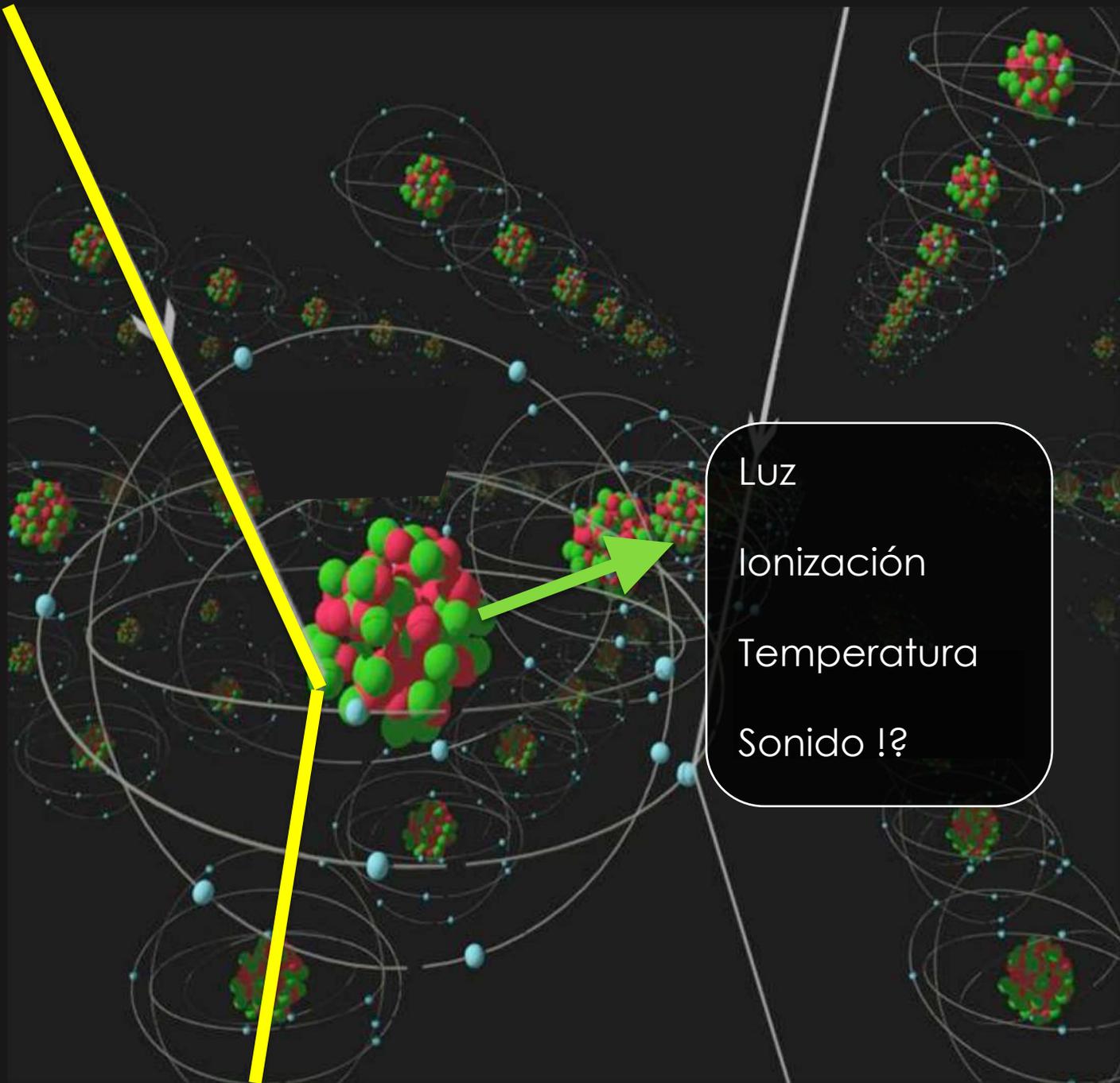


... colisionando con el material del mismo.



Podrían colisionar con los núcleos

O con los electrones



Luz

Ionización

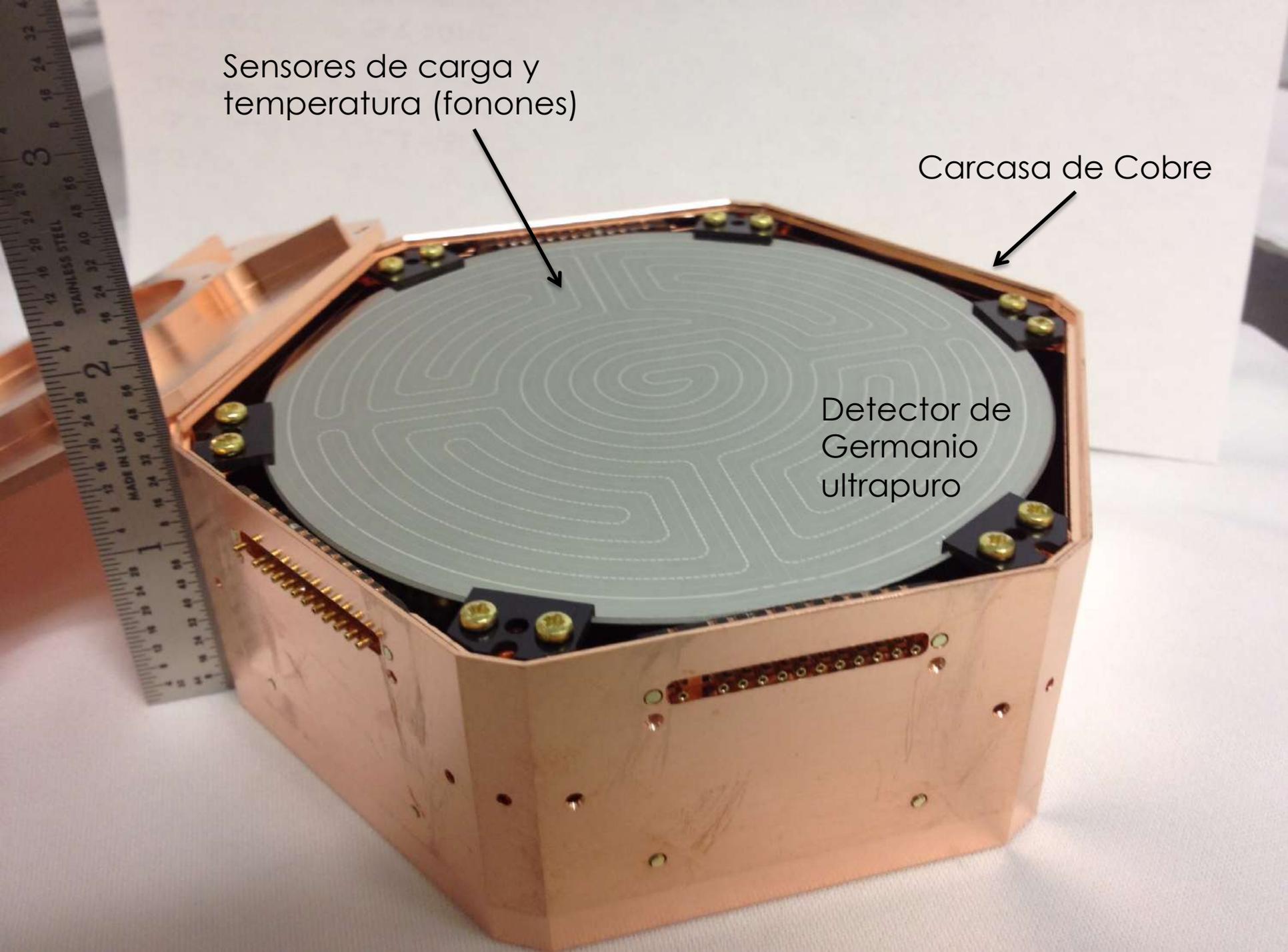
Temperatura

Sonido !?

Sensores de carga y temperatura (fonones)

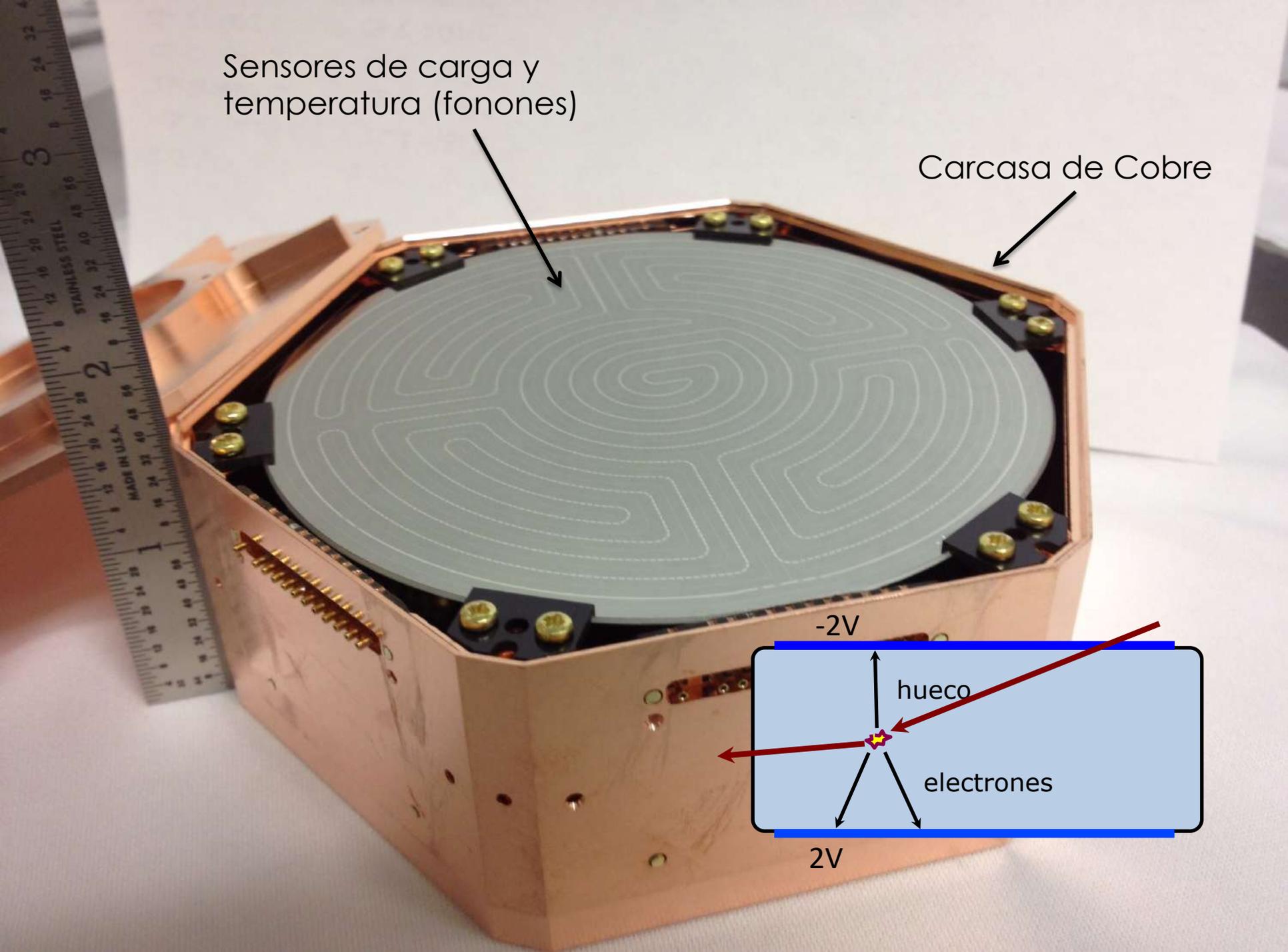
Carcasa de Cobre

Detector de Germanio ultrapuro



Sensores de carga y temperatura (fonones)

Carcasa de Cobre



# El experimento SuperCDMS

Detectores de Germanio ultrapuros



Dispuestos en torres



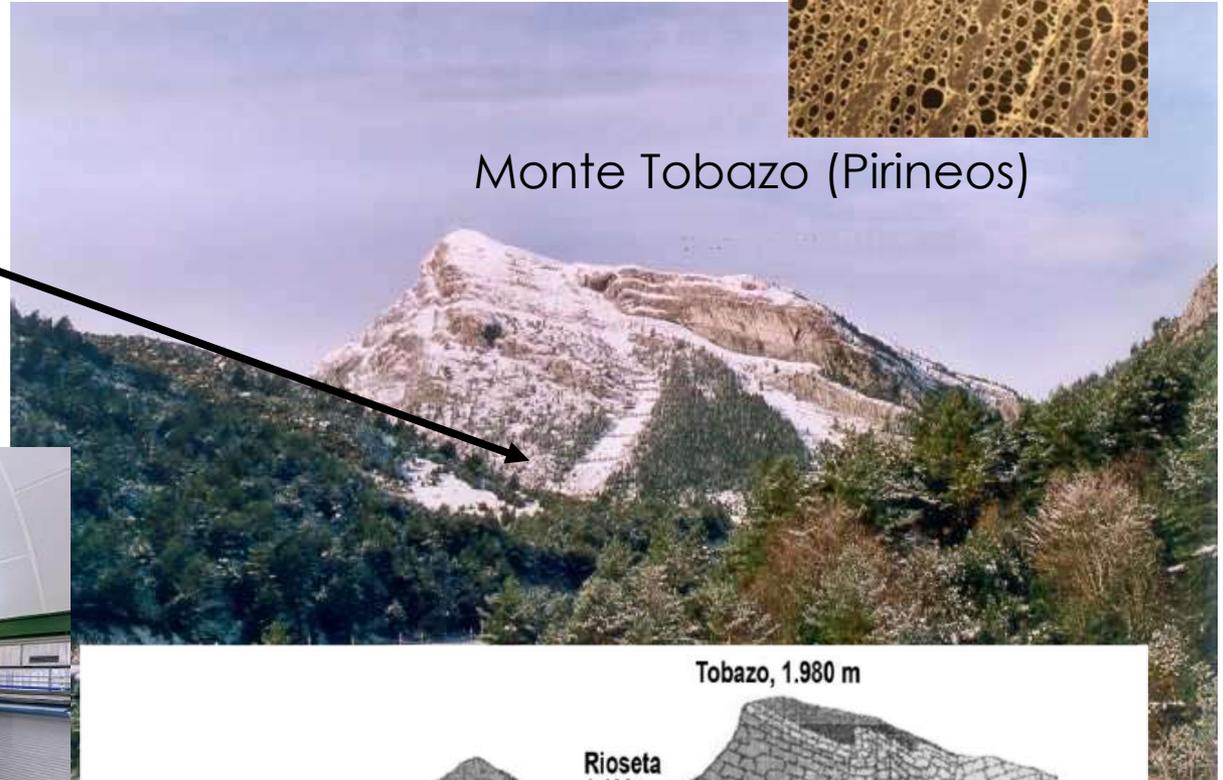
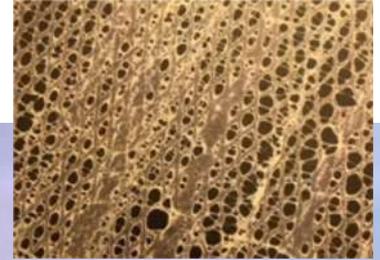
Protegidos por un blindaje ultrapuro



PLOMO  
POLIETILENO

Y un equipo internacional de ~100 científicos de ~30 instituciones distintas.

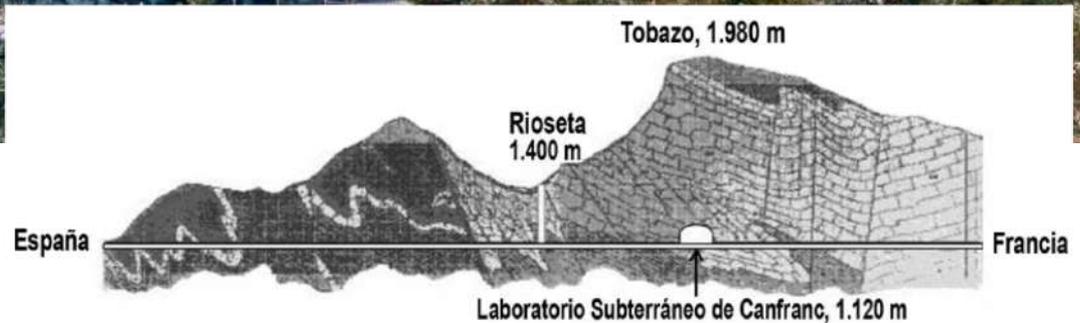
Los detectores se sitúan bajo tierra para apantallarlos de **rayos cósmicos**



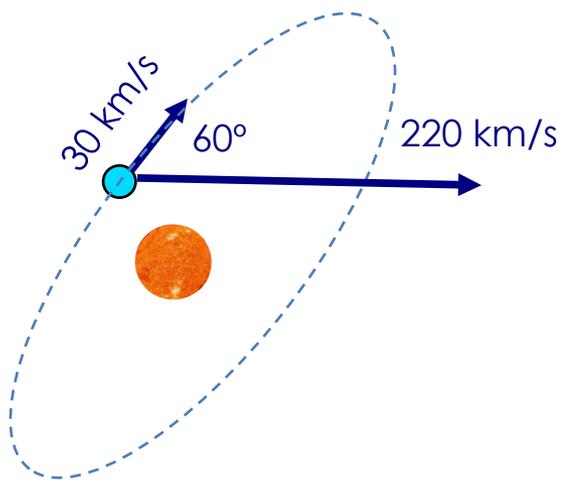
Monte Tobazo (Pirineos)



Foto: #lazaros.com



Los experimentos terrestres se mueven dentro del halo galáctico



Es posible "sentir" un viento de partículas de materia oscura?

