

La luz y el Universo

- ¿De qué color es el Universo?

Interacting Galaxies Arp 273



Hubble
Heritage

La luz y el Universo

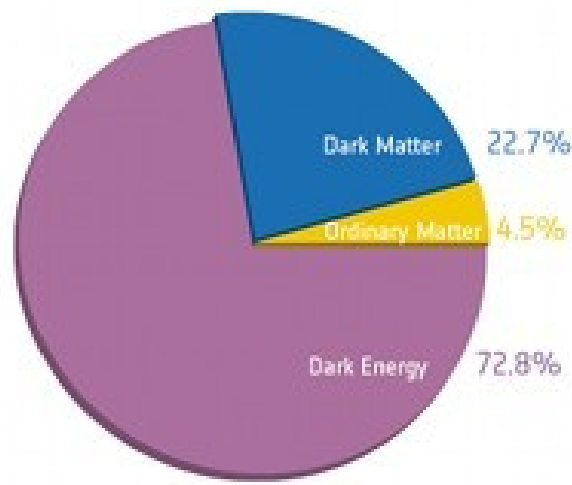
¿Azul?

¿Blanco?

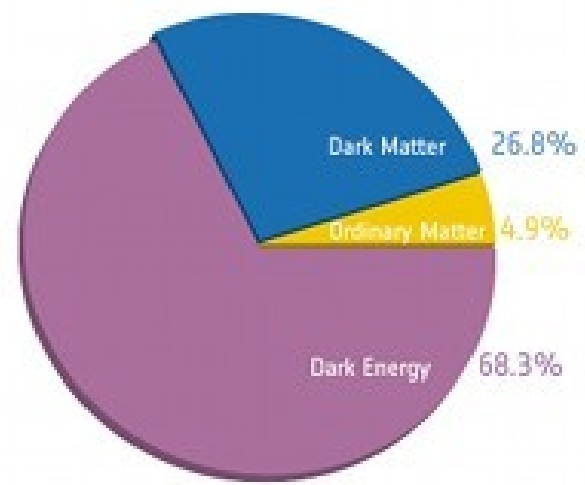
¿Muchos colores?

¿Negro?

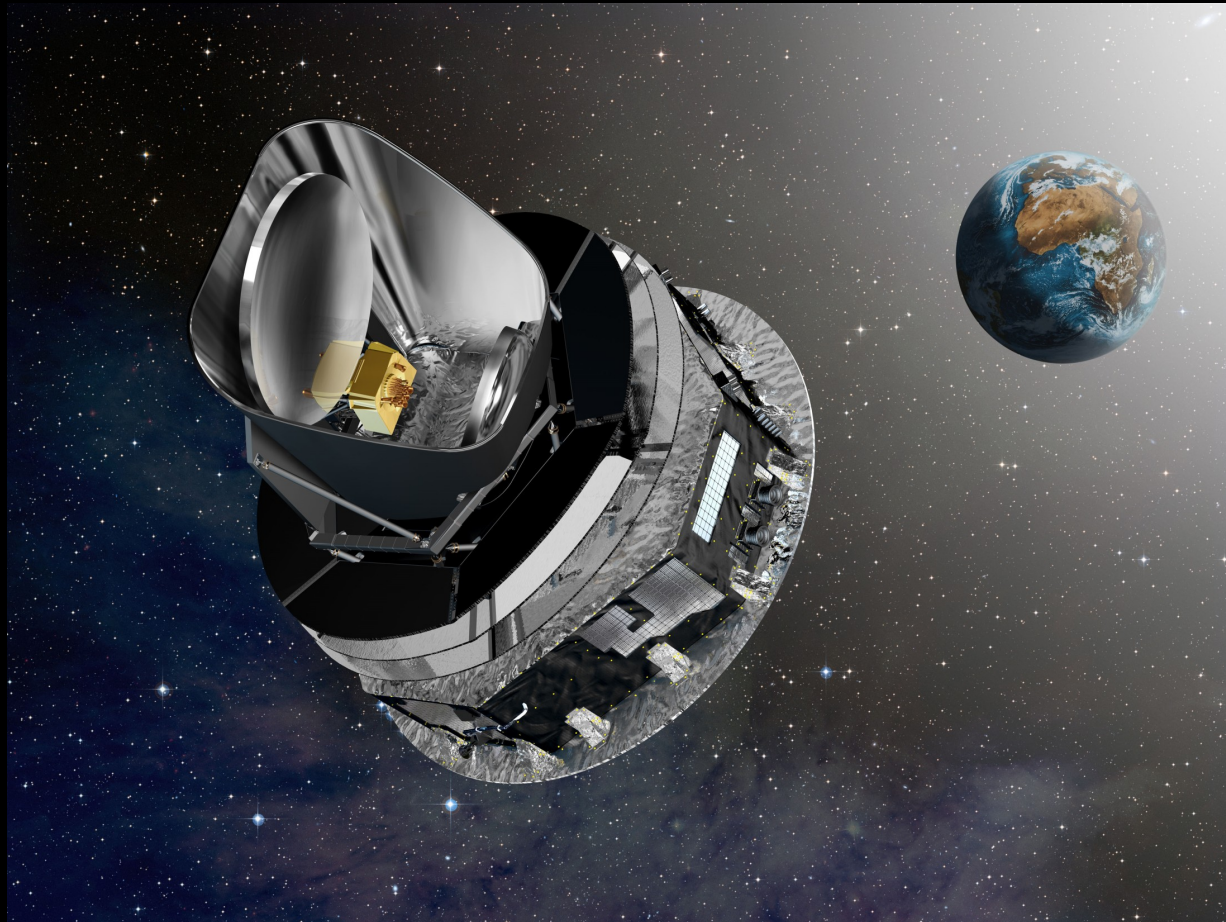
¿1 milímetro?



Before Planck



After Planck



La luz y el Universo



planck



DTU Space
National Space Institute



National Research Council of Italy



MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACION



Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.



La luz y el Universo

Materia oscura

Energía oscura

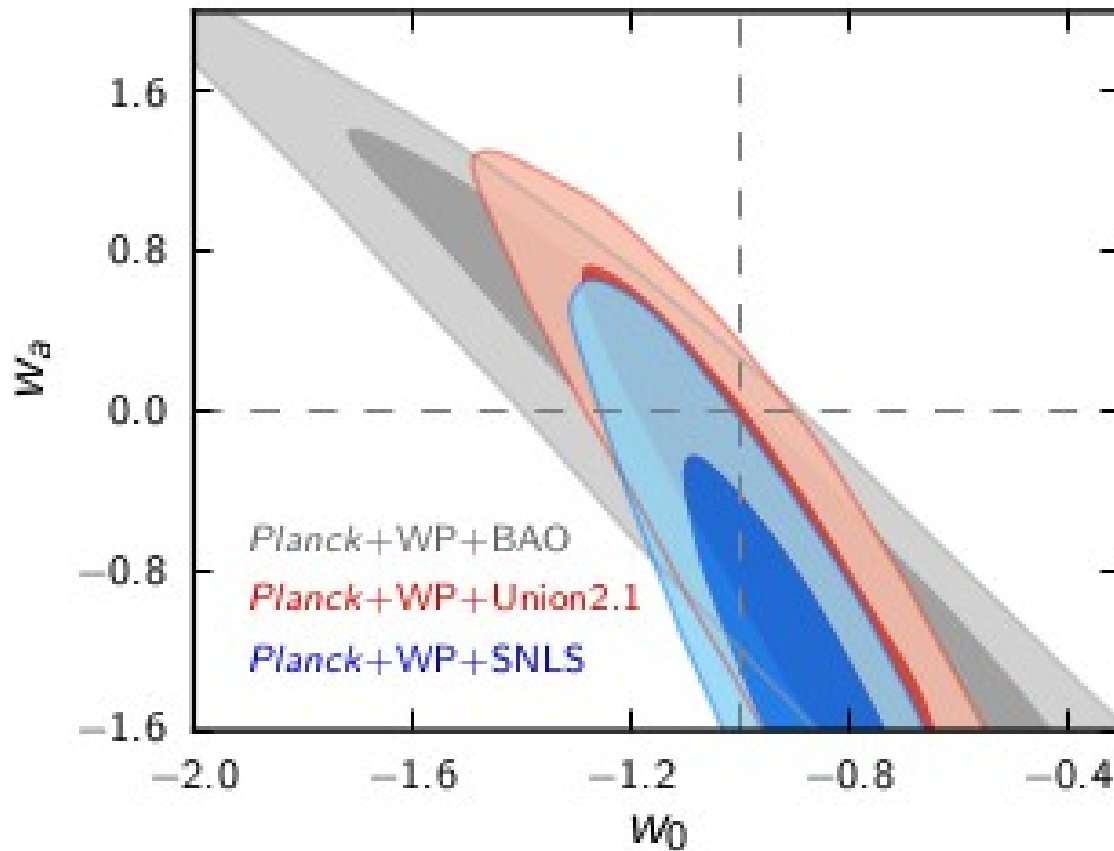
Agujero negro

Cuerpo negro

Dark energy

Equation of barotropy
w barotropic index

$$P = w\varepsilon$$



$W = -1?$

CMB

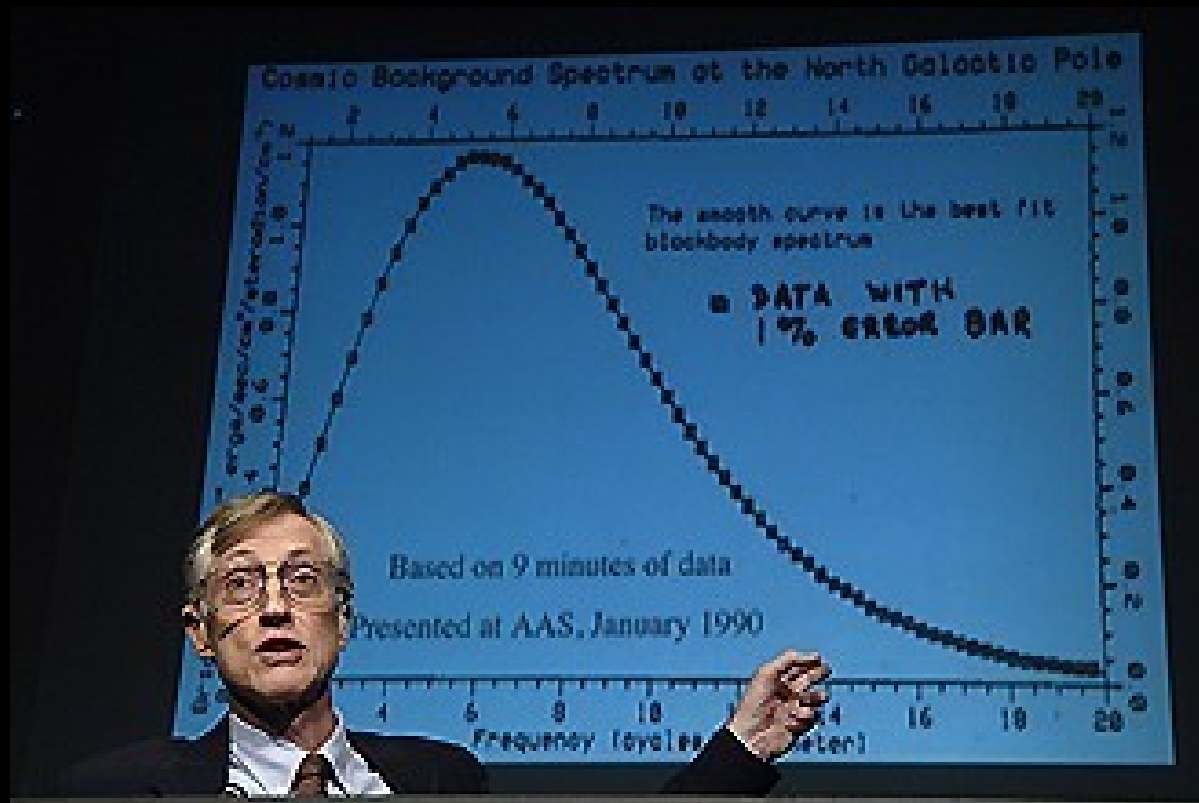
Cosmic Microwave Background

Fondo cósmico de microondas

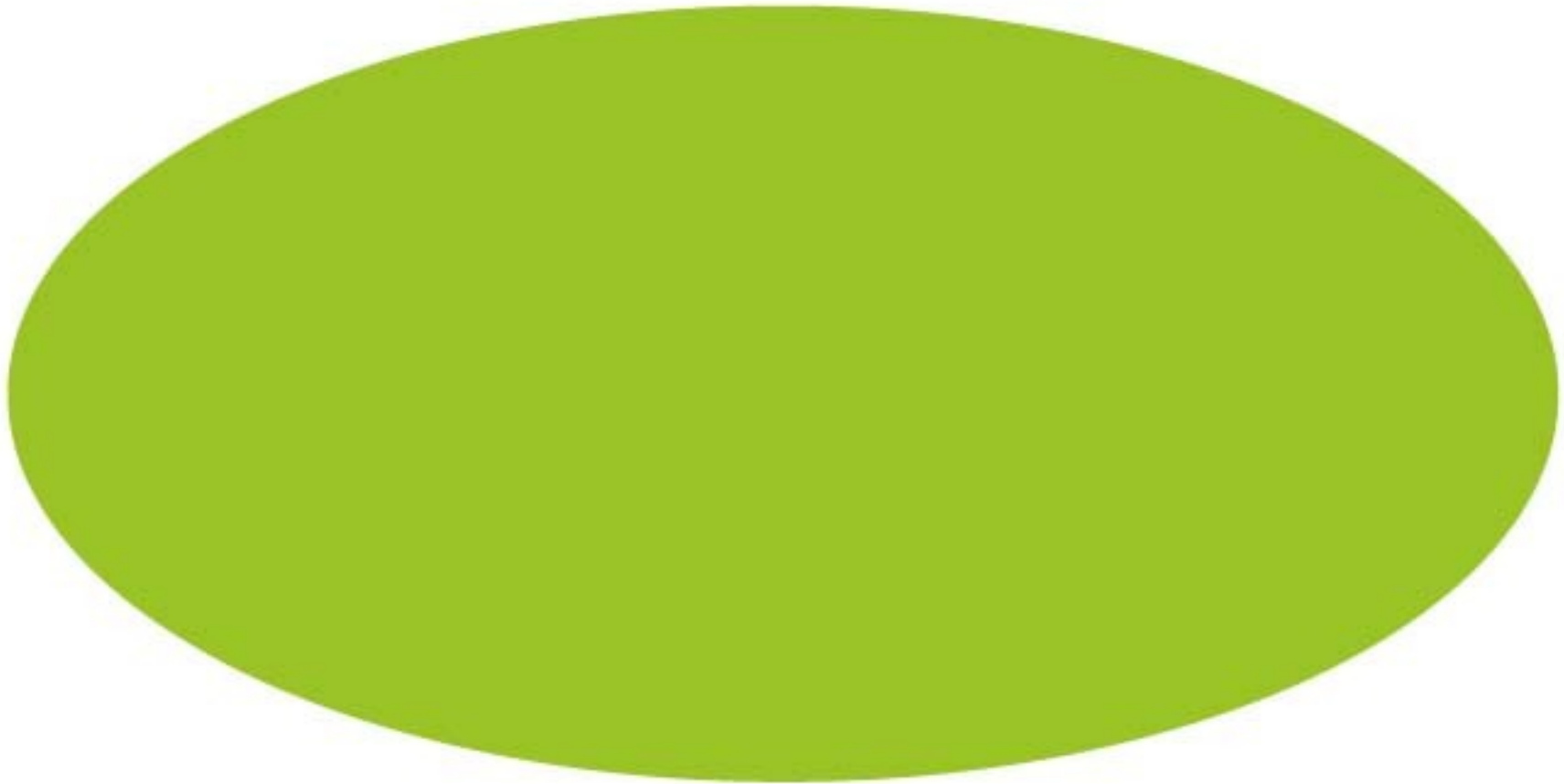
380 000 años tras el Big-Bang

$z=1100$

La luz y el Universo

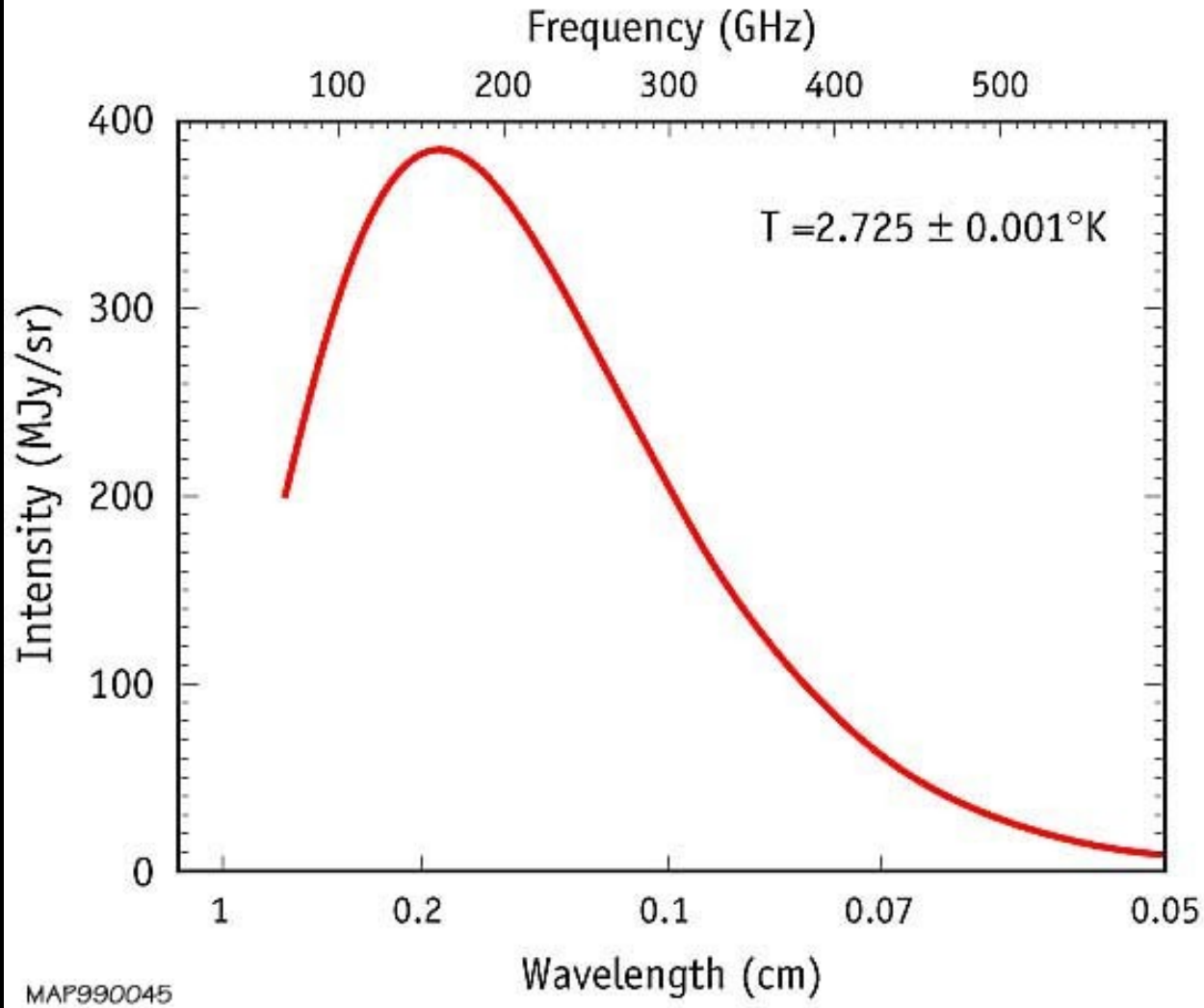


ISOTROPY OF THE COSMIC MICROWAVE BACKGROUND

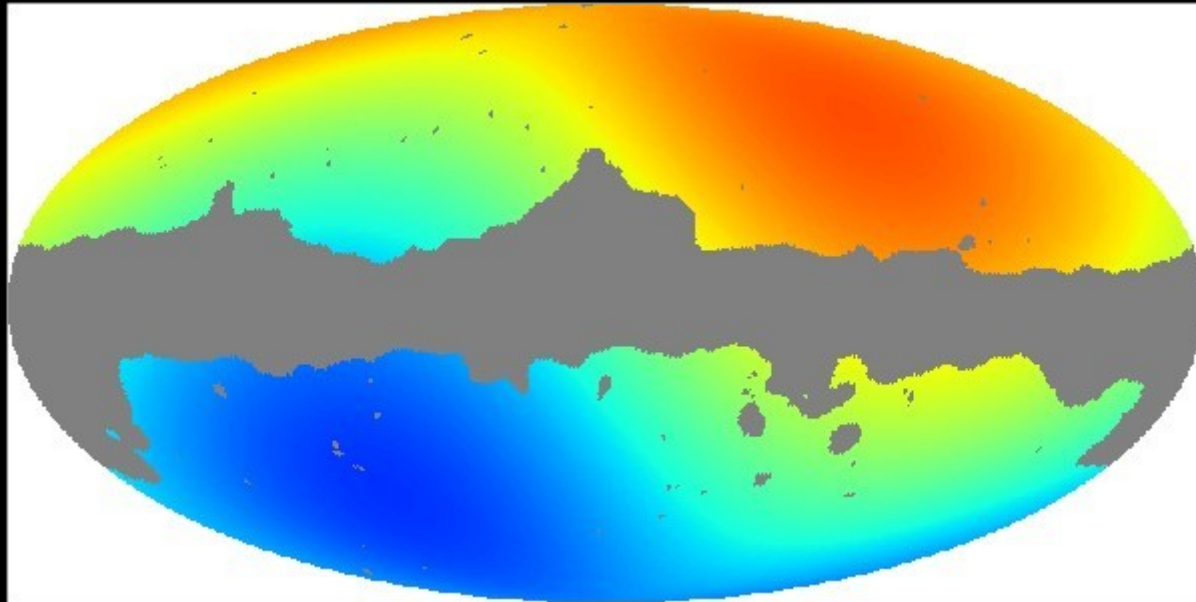


MAP990004

SPECTRUM OF THE COSMIC MICROWAVE BACKGROUND

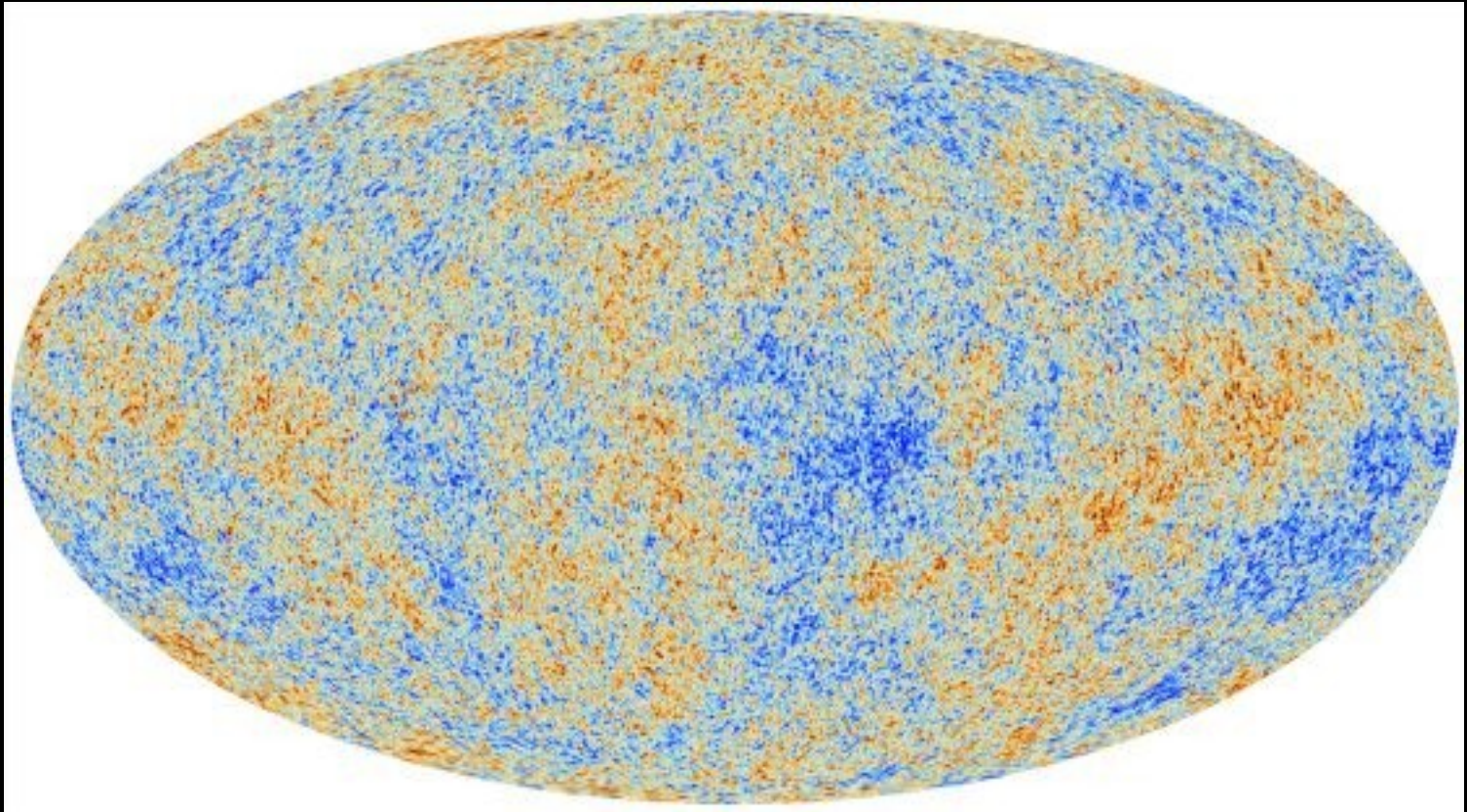


El color del cielo
es 1 milímetro



La luz y el Universo

La foto más antigua



La luz y el Universo

El Big-Bang

- Nada había antes del Universo. De repente, la creación apareció como una minúscula partícula del tamaño de un grano de mostaza, que contenía toda la sustancia origen de todo lo demás. Esa sustancia inmateral se expandió para convertirse en la materia tal como la conocemos. Una vez que ésta se ha formado de aquella es cuando el tiempo, que ya estaba creado, se hace perceptible.

Nahmán

Mosé ben Nahmán (Nahmánides)

Gerona 1194 – Acre (Palestina) 1270

Filósofo, poeta, cabalista. Expulsado de Gerona emigró a Jerusalén.

Líder de los pietistas, opuestos a Maimónides (aunque éste es anterior). Defendía la revelación frente a la razón.

Personaje en “El astrónomo y el templario”

El Principio Cosmológico

- Vivimos en un punto cualquiera del Universo porque todos los puntos son un punto cualquiera

Bruno

El ardiente
astrónomo



El espectro de anisotropías angulares

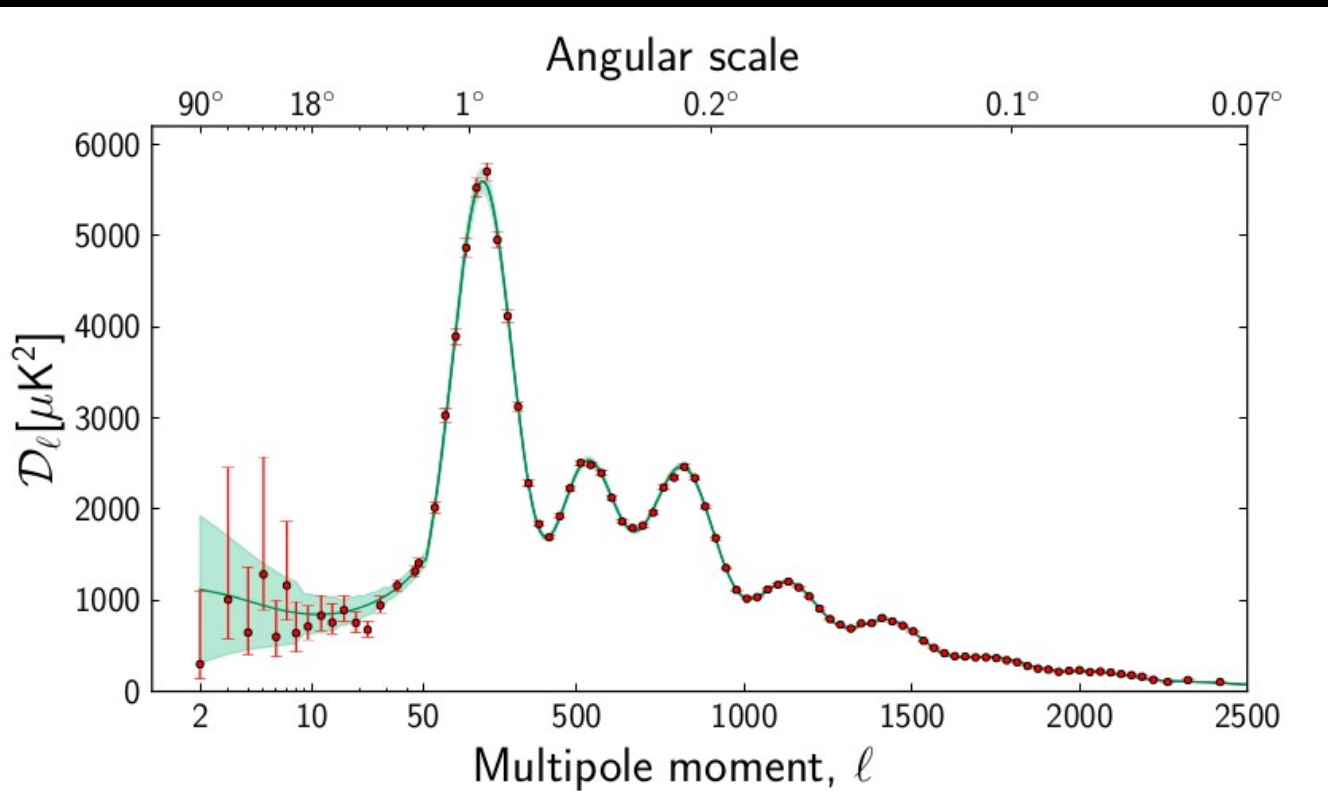


Figure 37. The 2013 *Planck* CMB temperature angular power spectrum. The error bars include cosmic variance, whose magnitude is indicated by the green shaded area around the best fit model. The low- ℓ values are plotted at 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.5, 11.5, 13.5, 16, 19, 22.5, 27, 34.5, and 44.5.

Región de Sachs-Wolfe

0.0000.....32 ceros.....1 segundo tras el Big-Bang

Condiciones iniciales

Período de “Inflación”

El sonido

Para escalas menores de 1°
para escalas sub-horizonte

Procesos físicos causales

Sonido

¿Ruido?

Los picos Doppler

Es música

El Universo luminoso

Entre $z=10^{10}$

y $z=1100$

El Universo estuvo dominado por la radiación.

La presión y la densidad de energía eran radiativas

Porque...

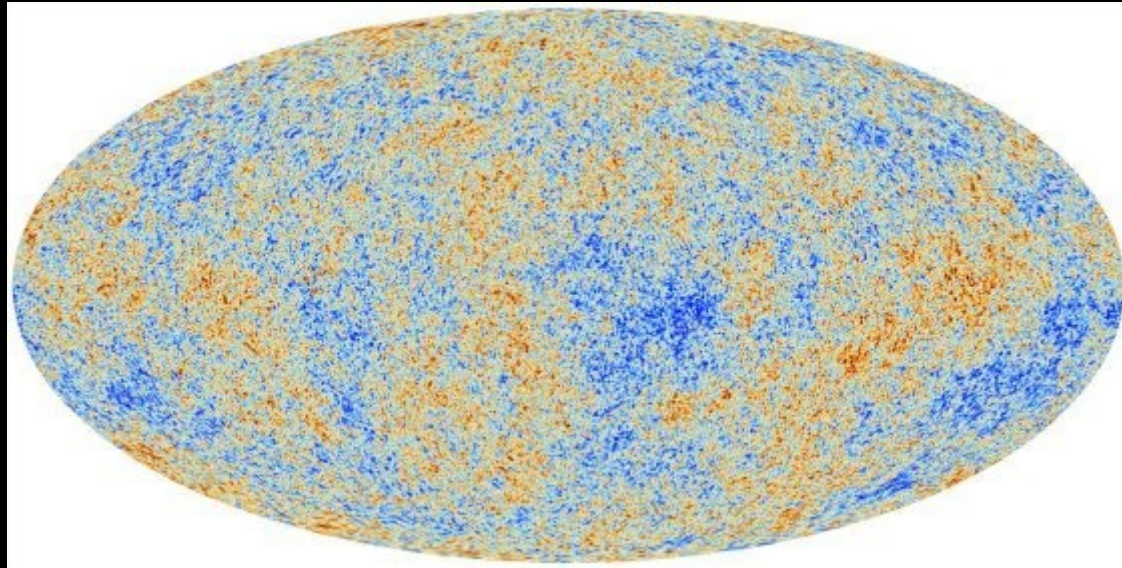
El Universo se expande y se enfría

La radiación depende de T^4

Antes hubo aniquilación de electrones y positrones

Es música de la luz

Vemos música



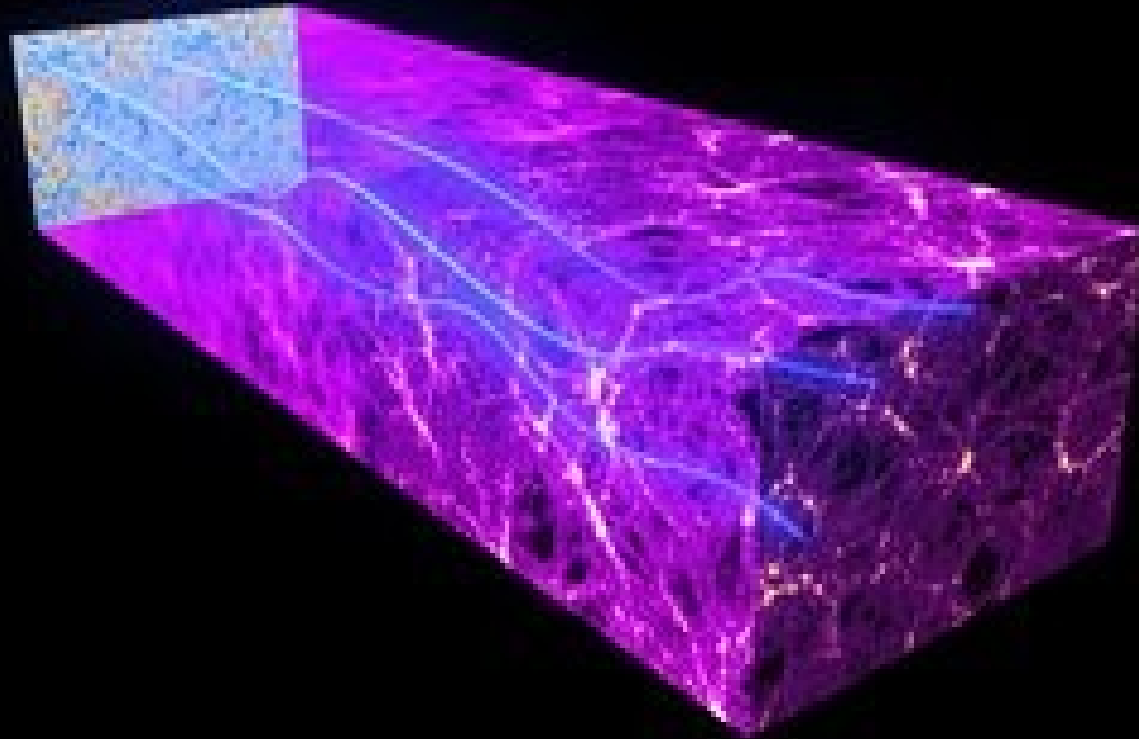
La luz y el Universo

Efecto de lente gravitacional

Los fotones del CMB modifican su trayectoria al atravesar un bosque de cúmulos de galaxias.

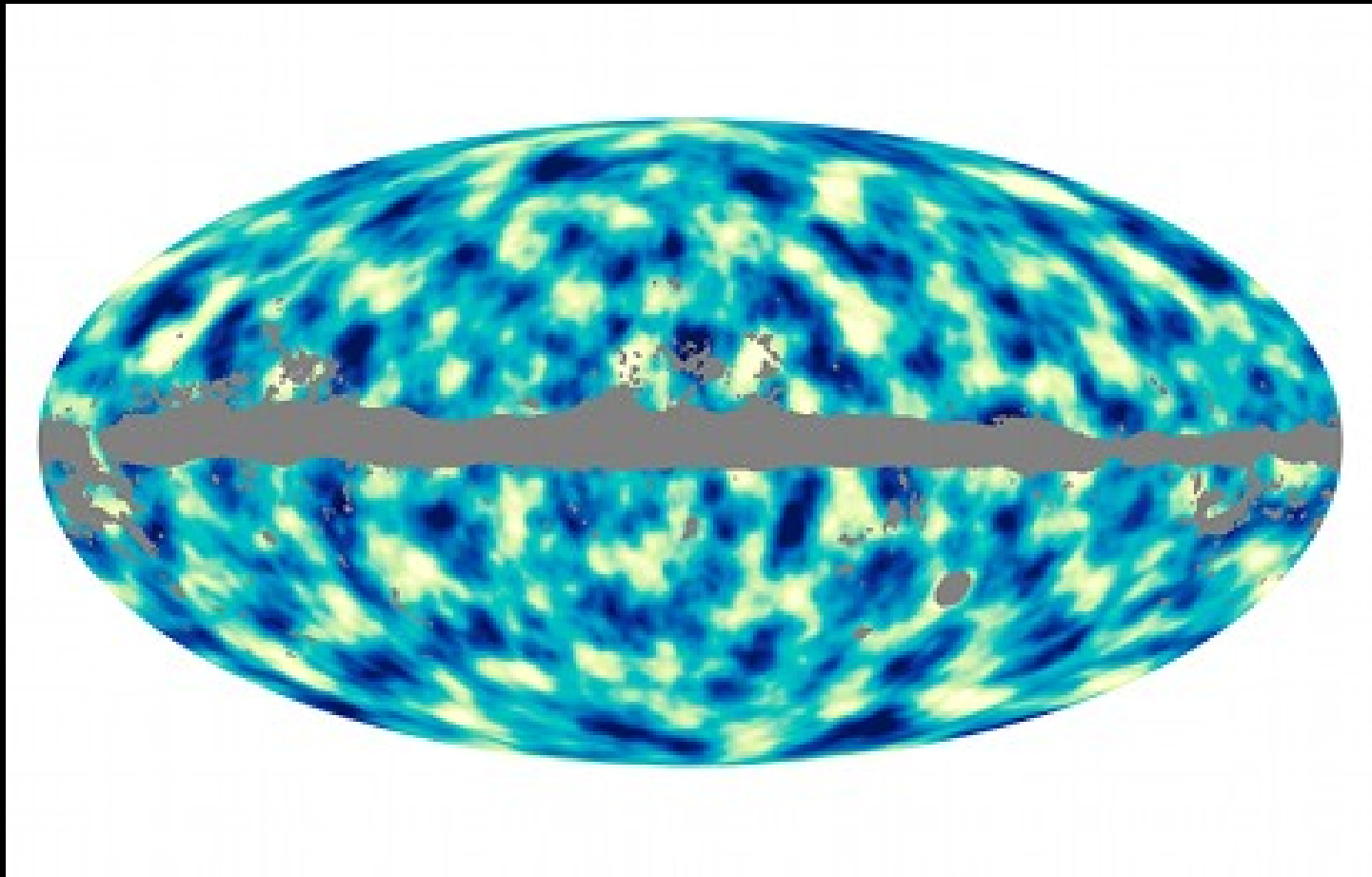
Solo se desvían unos pocos minutos de arco

Acceso observacional a la distribución de
materia oscura



La luz y el Universo

Imagen de la materia oscura



La luz y el Universo

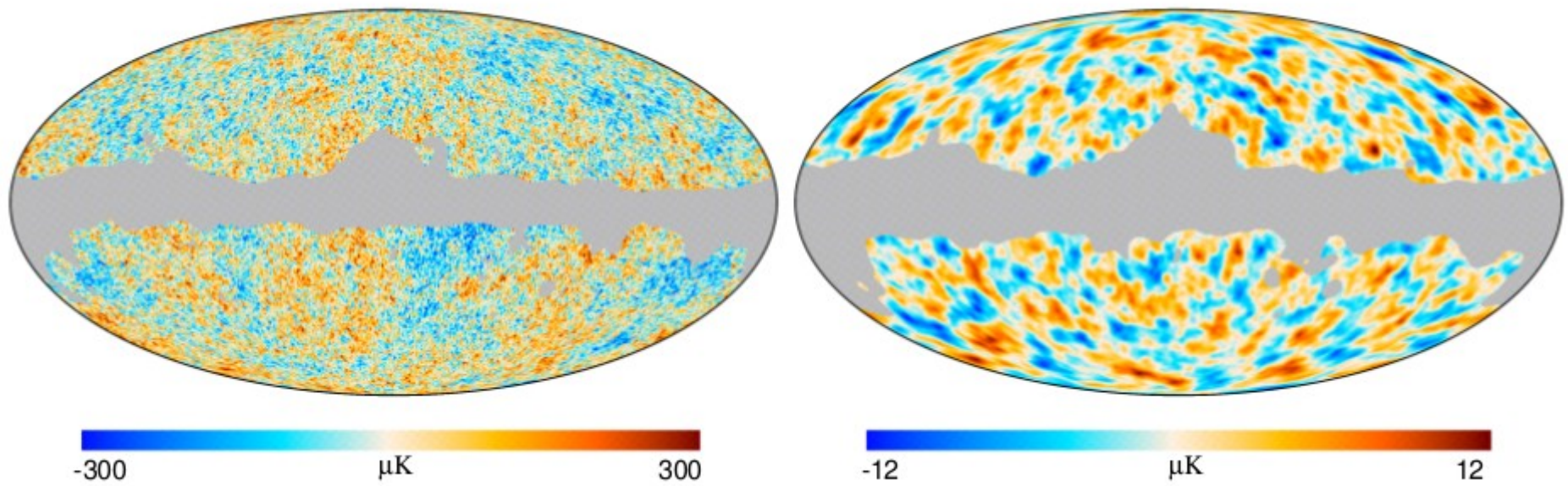
Sachs-Wolfe integrado

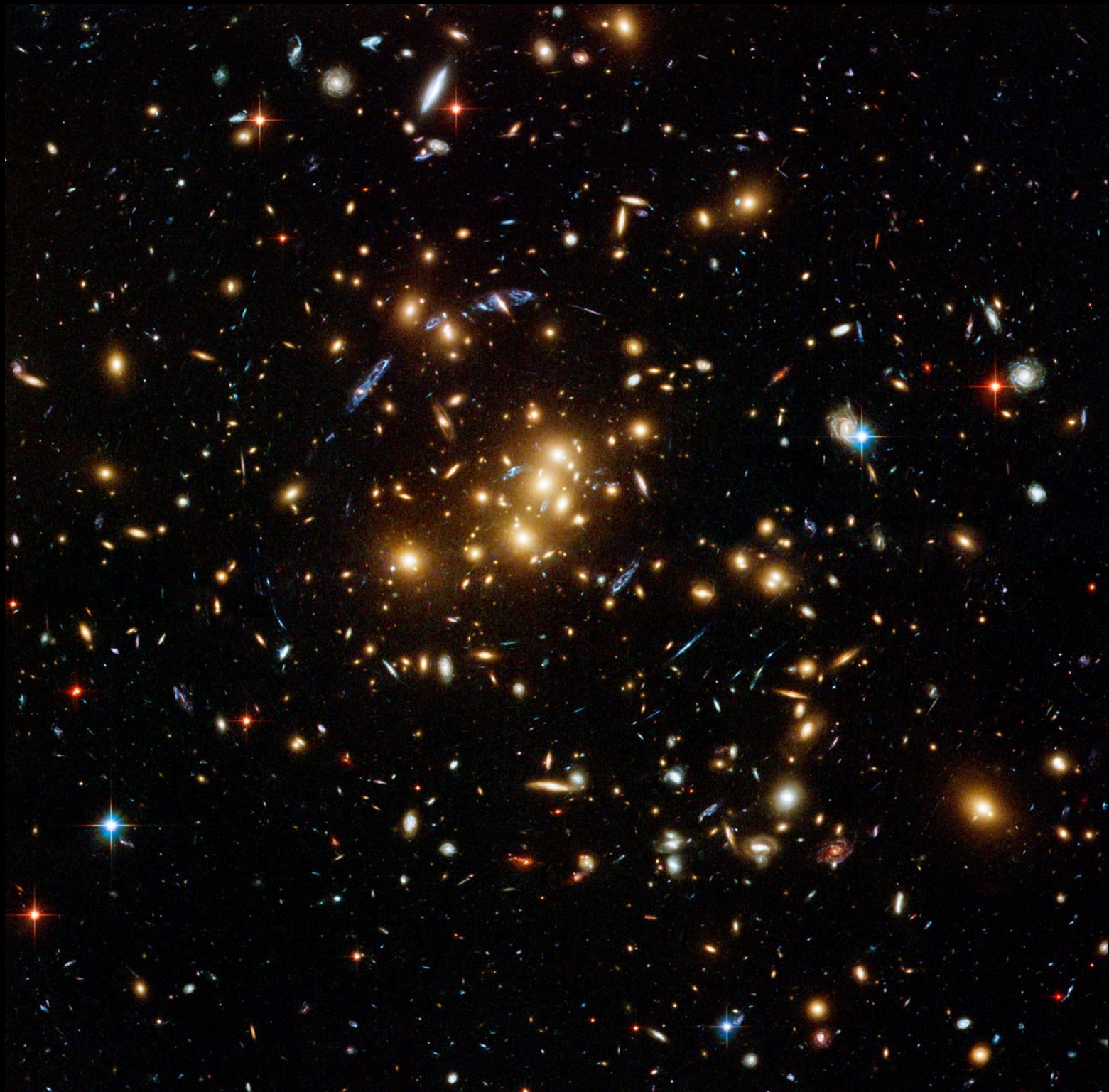
Los fotones se enrojecen al caer en el
pozo de potencial de un cúmulo de
galaxias

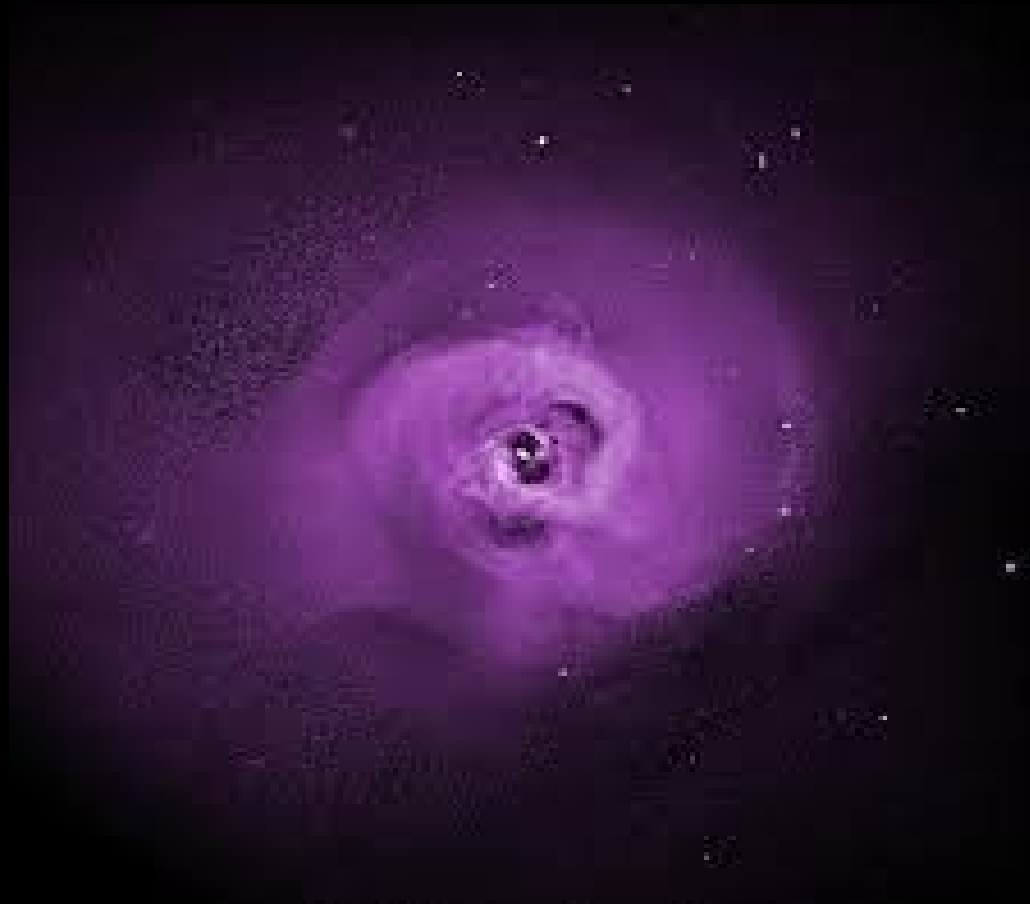
Al salir se azulean

No se compensa si el cúmulo de galaxias
evoluciona

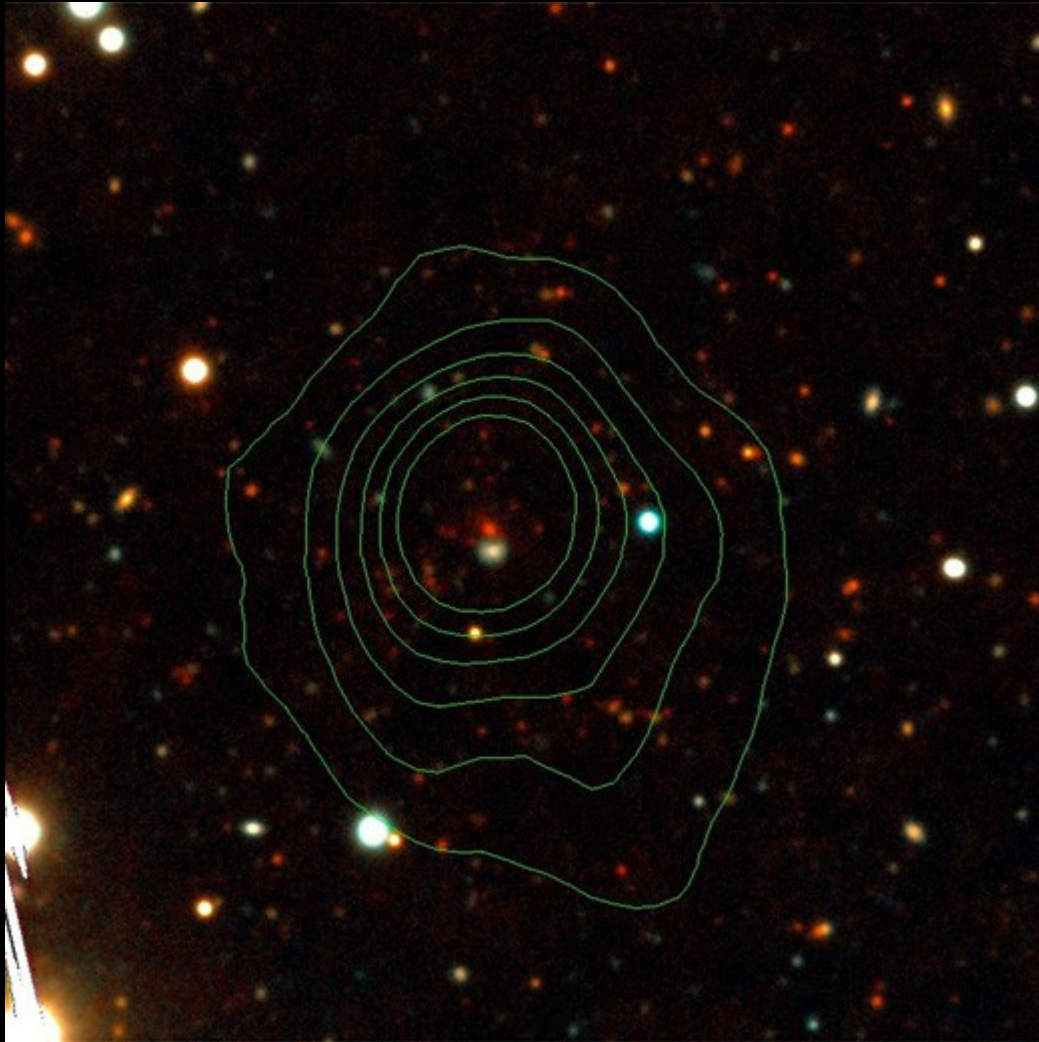
Planck Collaboration: The ISW effect with *Planck*







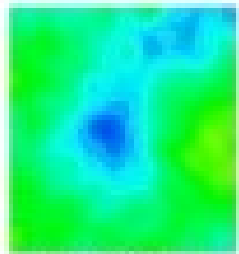
La luz y el Universo



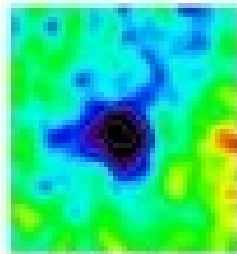
La luz y el Universo

Efecto Sunyaev-Zeldovich

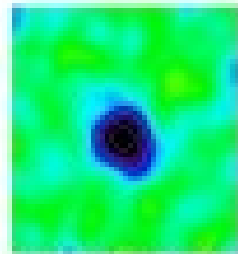
- Los fotones del CMB interaccionan con los electrones de un cúmulo de galaxias
- Se modifica el espectro del cuerpo negro
- Otra forma de observar cúmulos de galaxias



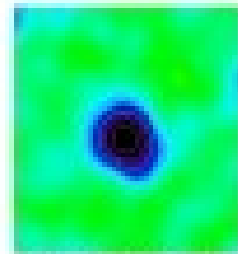
44 GHz



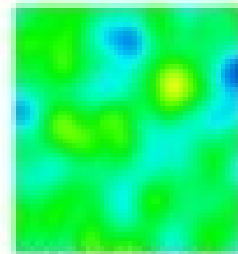
70 GHz



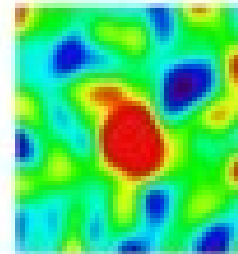
100 GHz



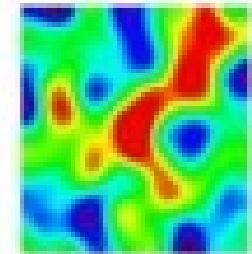
143 GHz



217 GHz

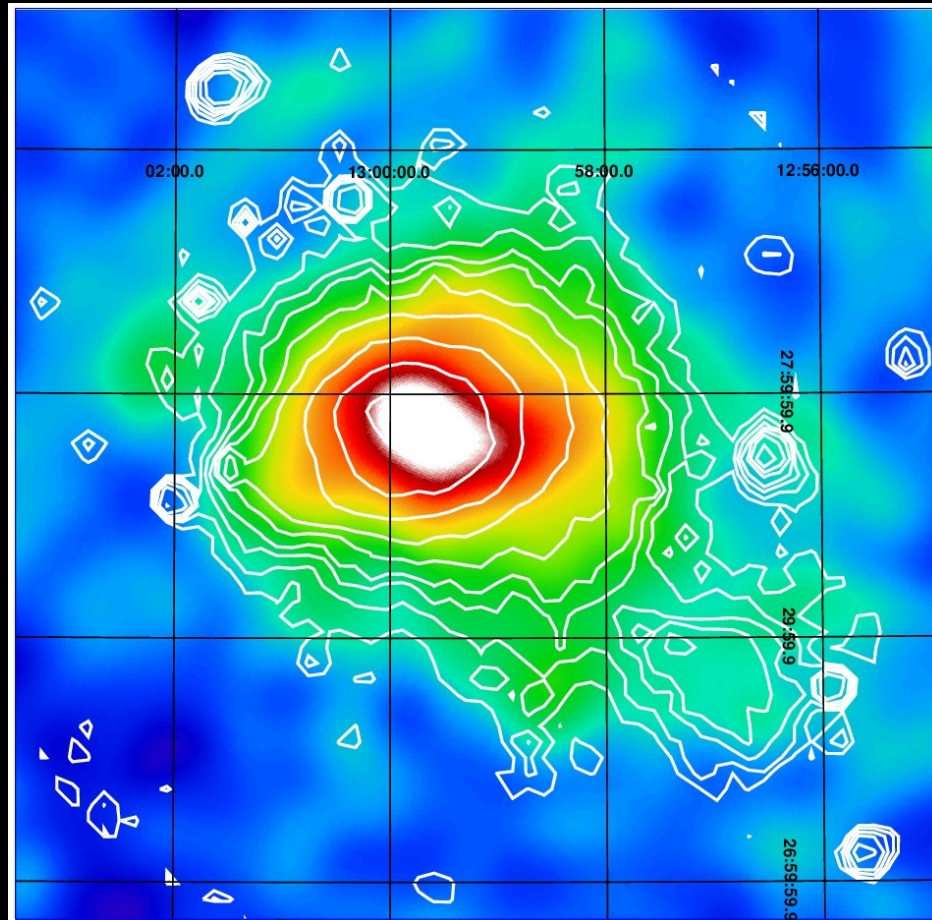


353 GHz

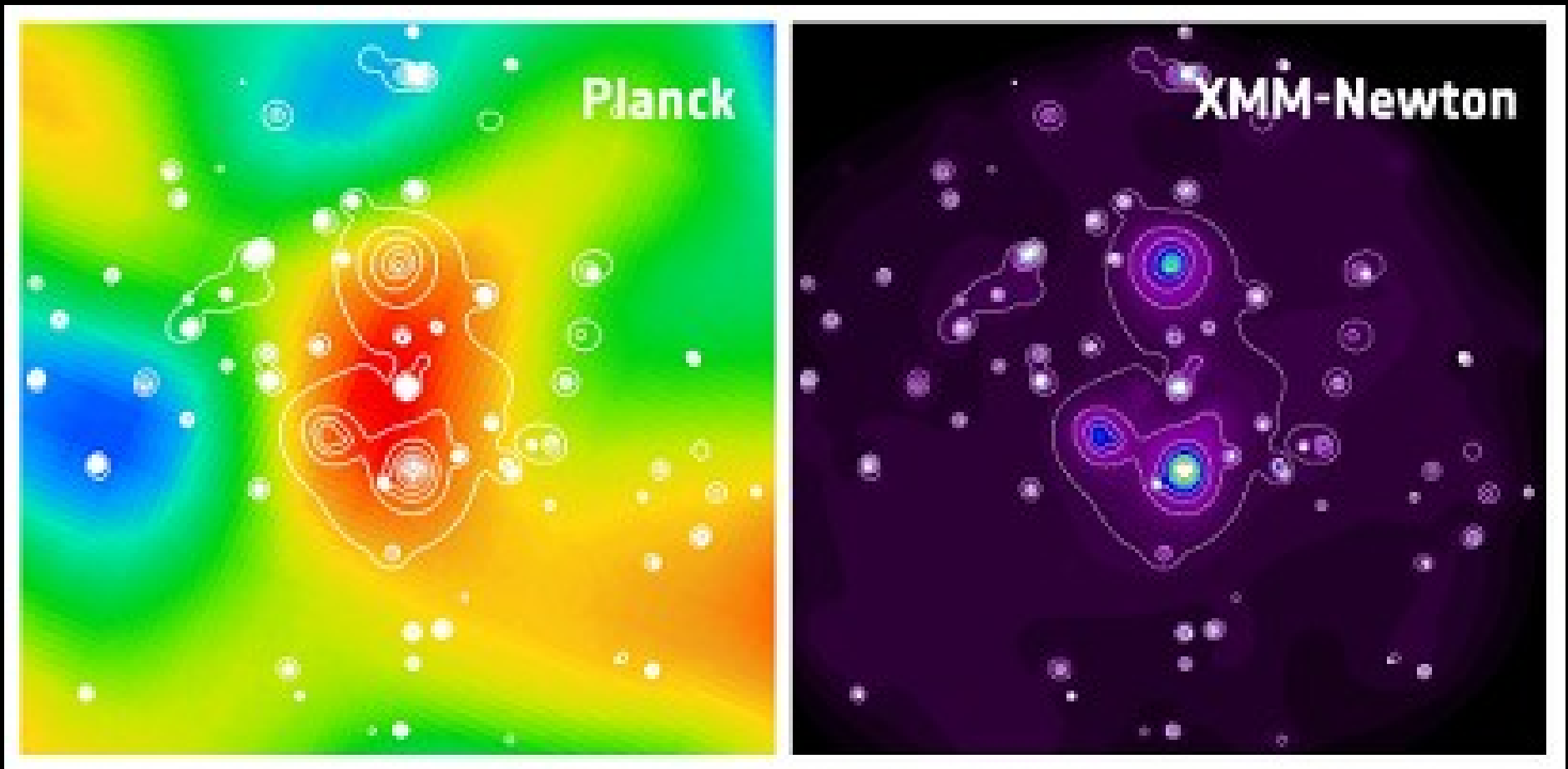


545 GHz

La luz y el Universo

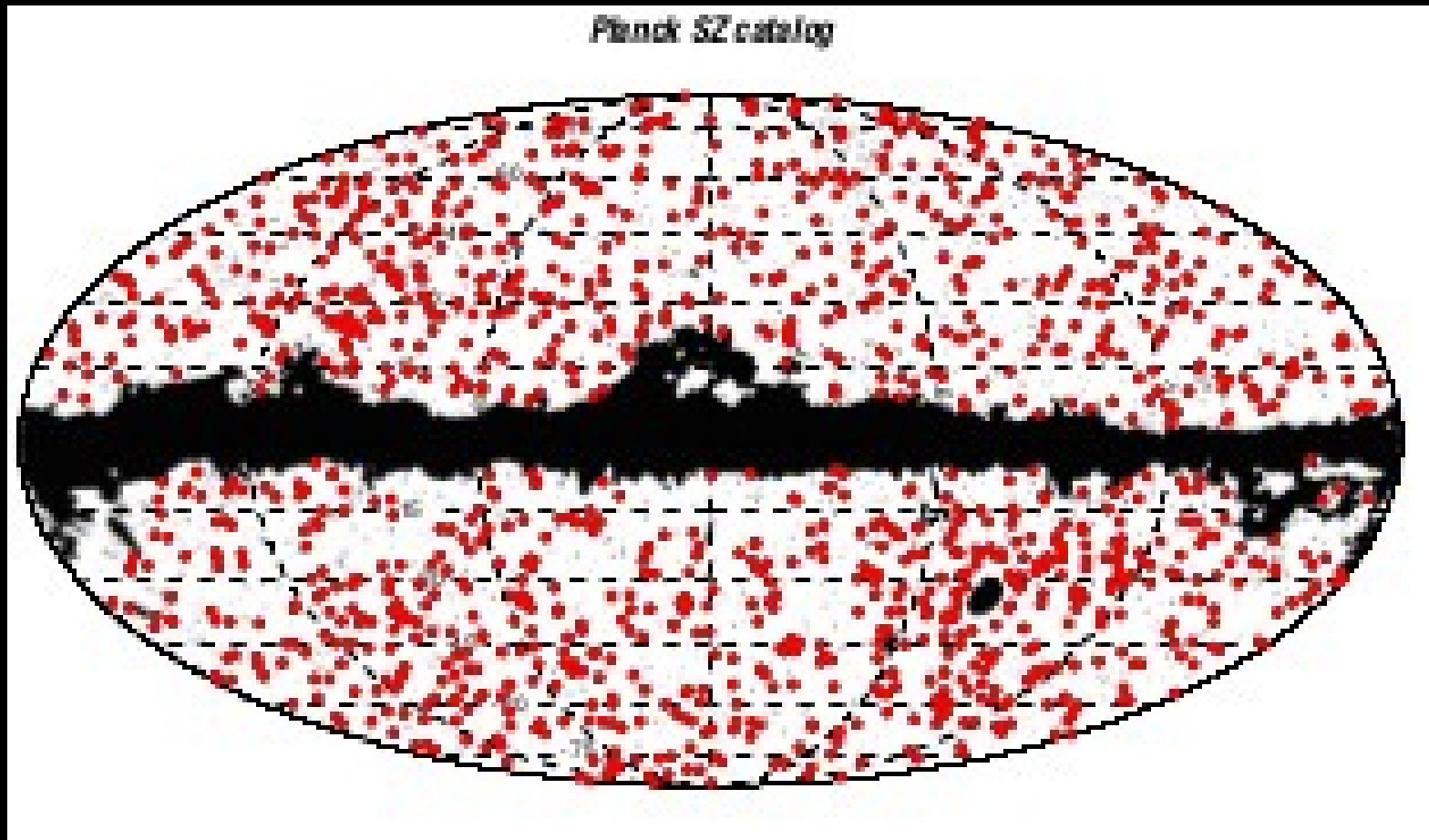


La luz y el Universo



La luz y el Universo

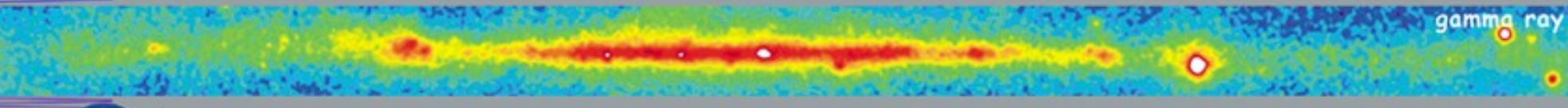
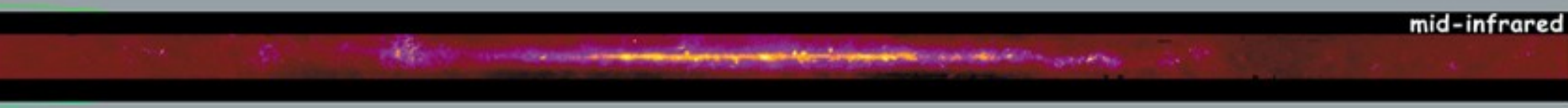
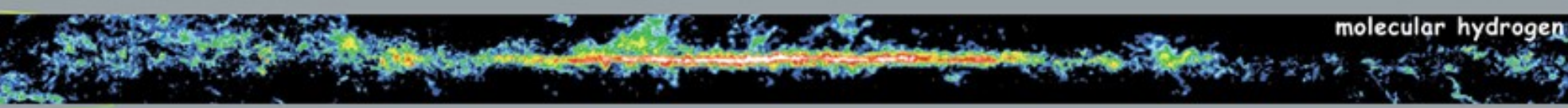
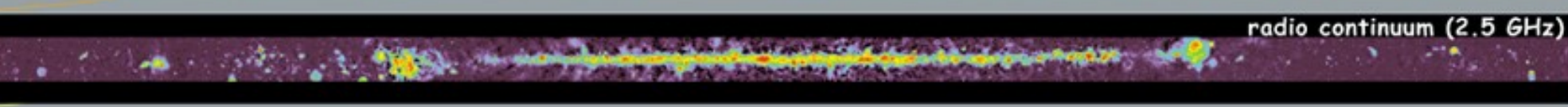
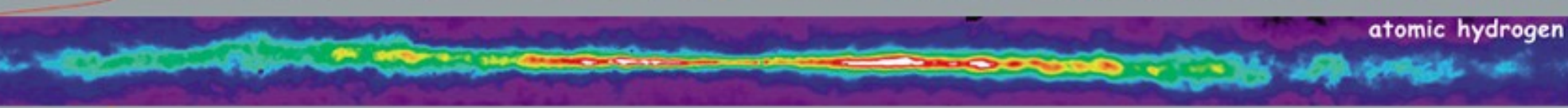
Planck SZ catalog



La luz y el Universo



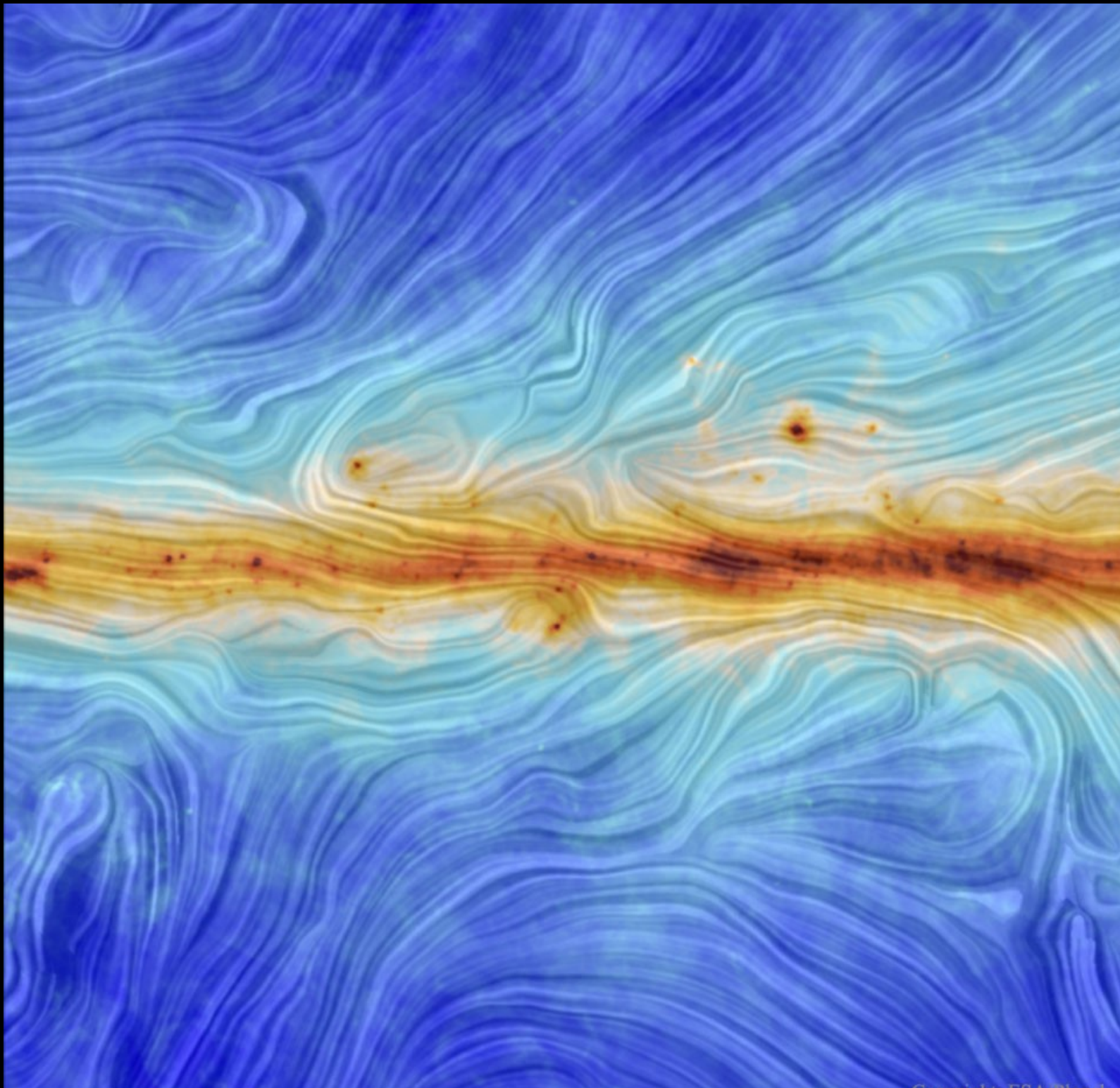


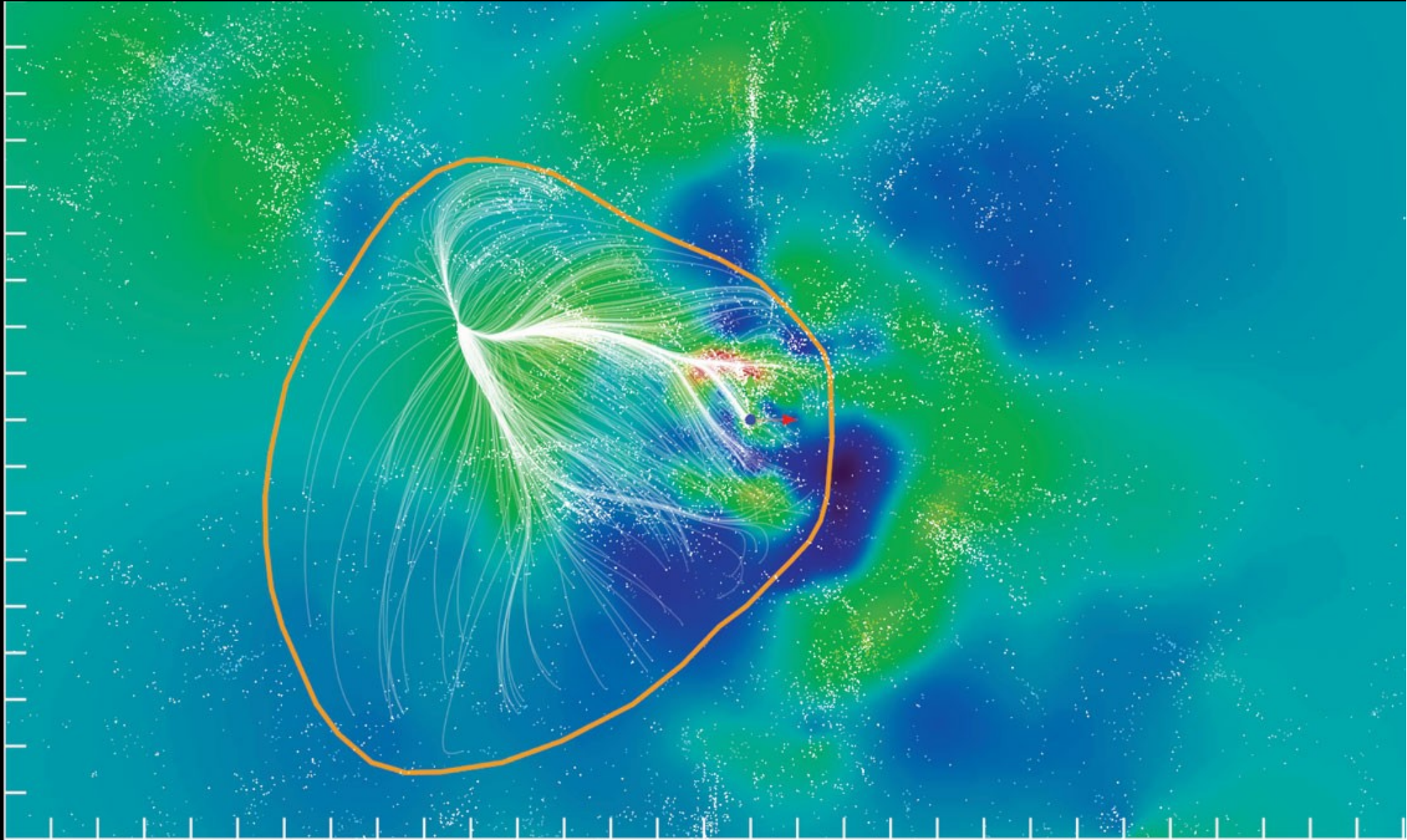


<http://adc.gsfc.nasa.gov/mw>



Multiwavelength Milky Way





La luz y el Universo

La luz y el Universo

El Universo no era luz

luego, **el Universo fue luz**

El Universo ya no es luz

Es materia oscura + energía oscura

Morirá como energía oscura

- **Pero casi toda la información que recibimos hoy es luminosa**

$$I = I(\overset{I}{\alpha}, \delta, \nu)$$

zacabau