

A 13.000 millones de años luz...
La galaxia que batió todos los records

Alberto Molino # IAA-CSIC

Museos de Tenerife

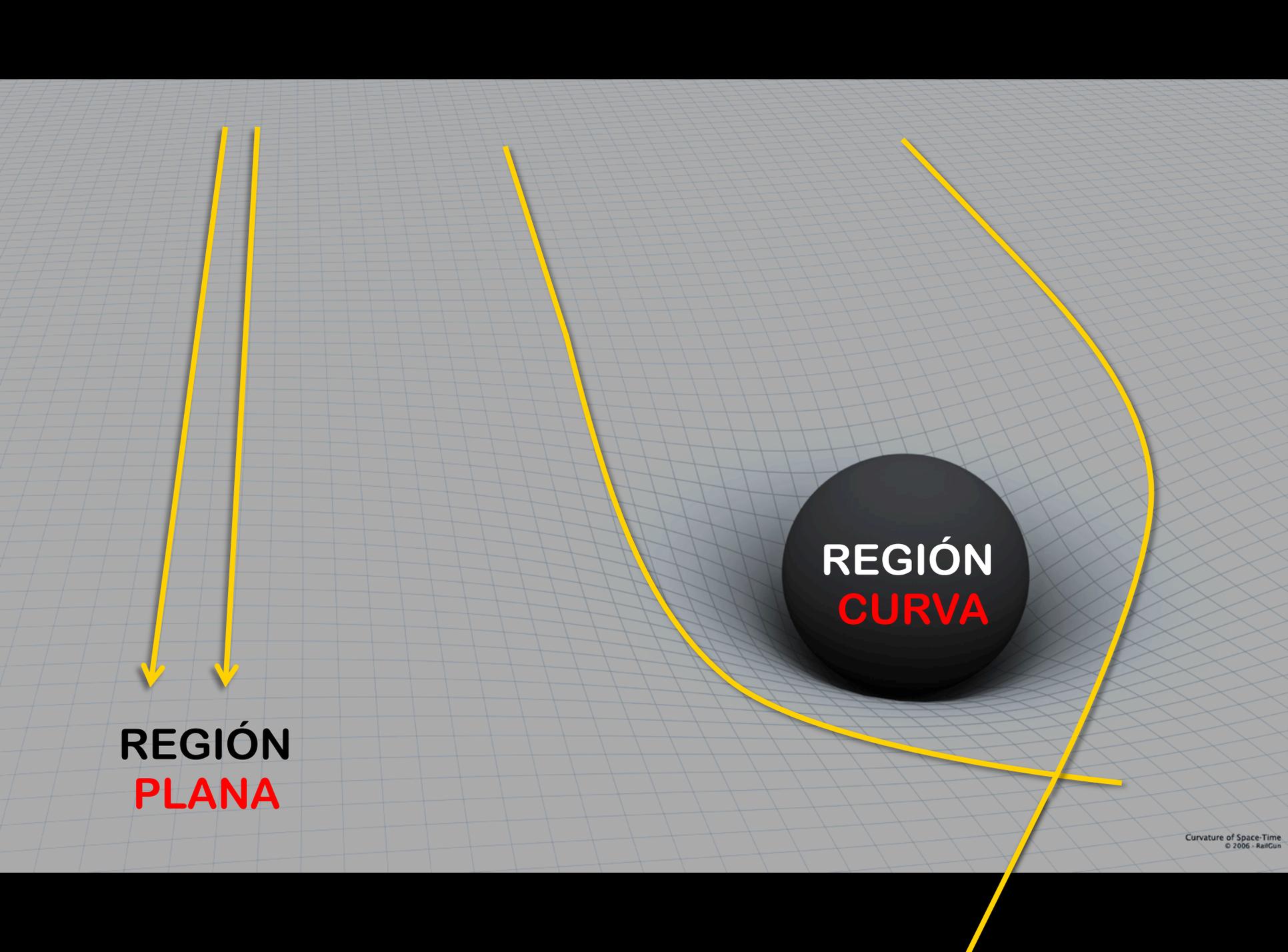
La Ciencia y el Cosmos. 09/10/2013

Gravedad y Espacio-Tiempo



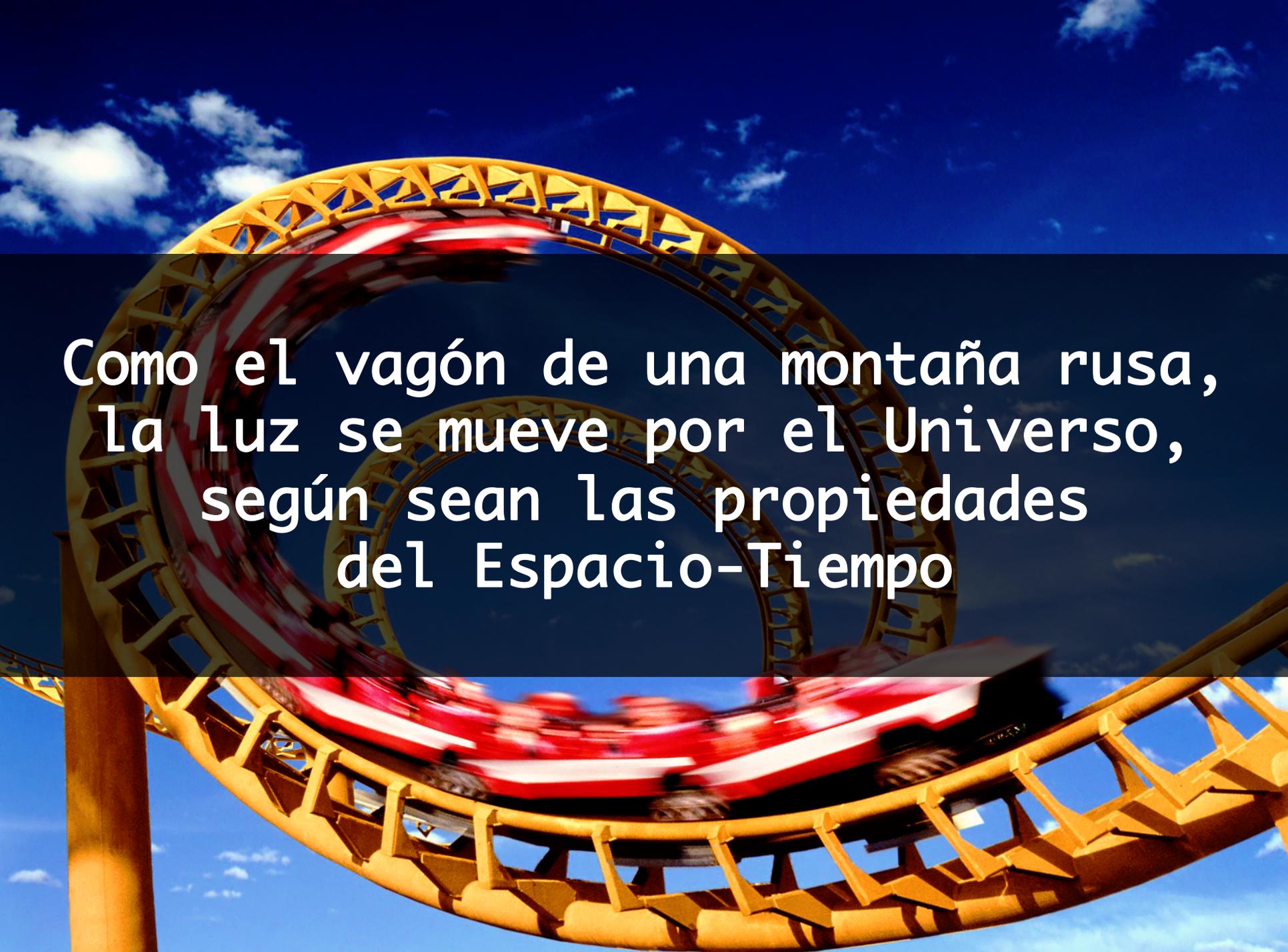
EL UNIVERSO DE LA MARGARITA



A diagram illustrating the curvature of space-time. On the left, a flat grid is labeled 'REGIÓN PLANA'. On the right, a grid is distorted into a funnel shape around a black sphere labeled 'REGIÓN CURVA'. Yellow lines represent paths: two straight lines on the flat region and two curved lines on the curved region.

**REGIÓN
PLANA**

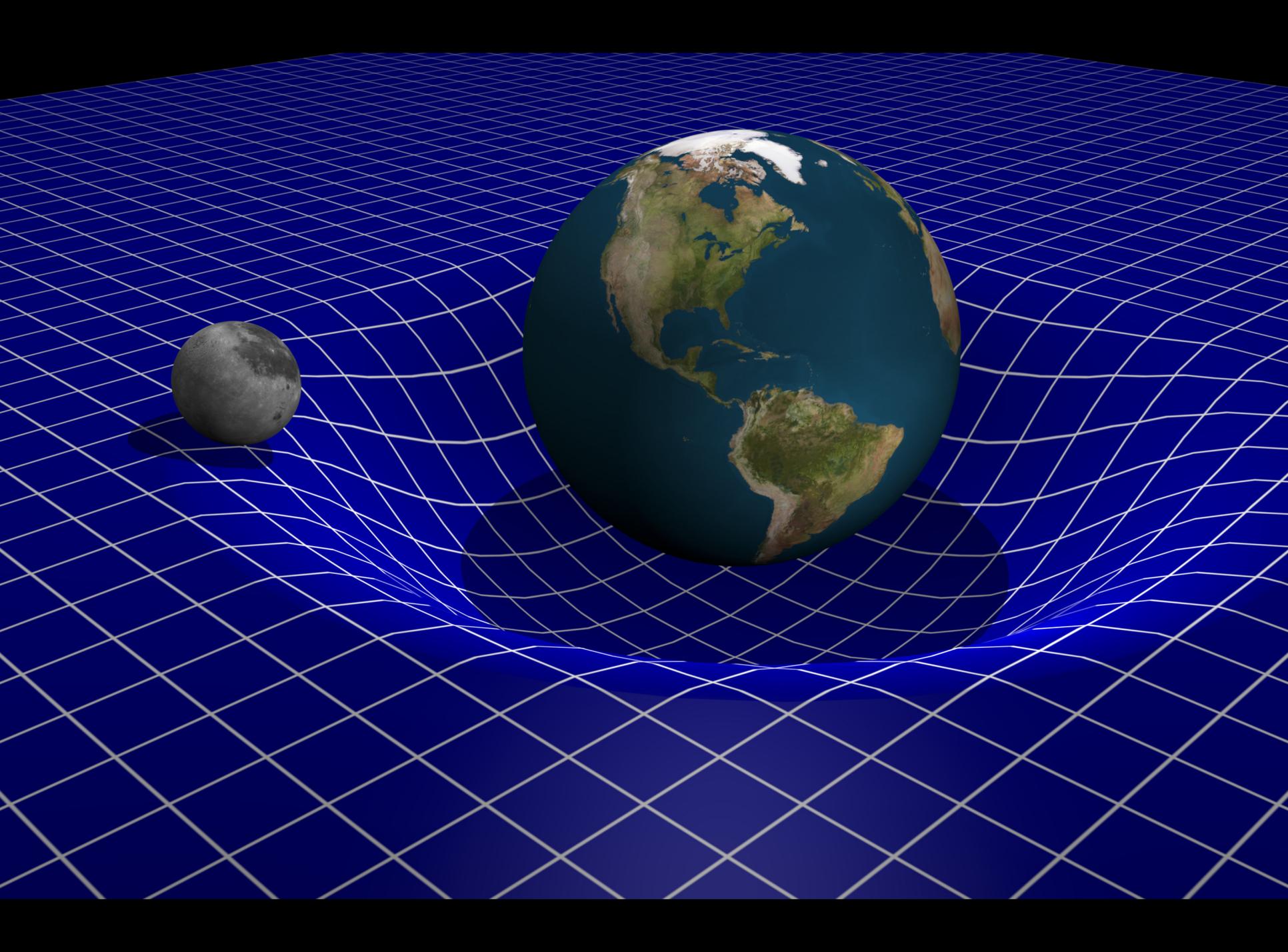
**REGIÓN
CURVA**

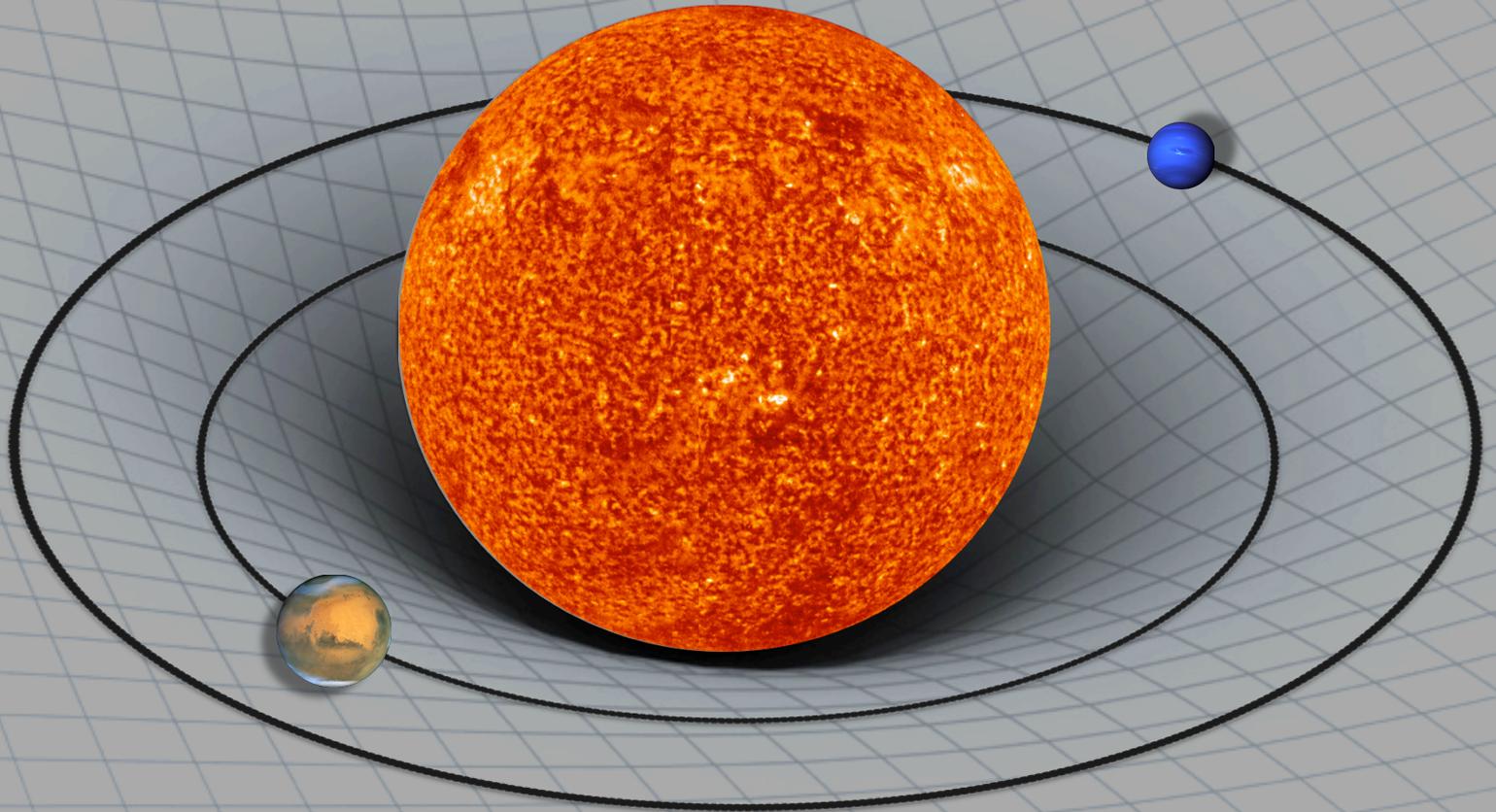
A photograph of a roller coaster car, colored red and black, moving through a loop of a wooden roller coaster track. The track is painted yellow. The background is a bright blue sky with scattered white clouds. The text is overlaid on a semi-transparent dark blue horizontal band across the middle of the image.

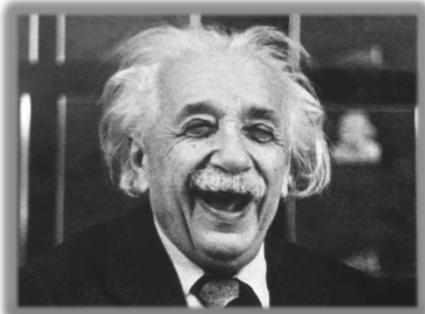
Como el vagón de una montaña rusa,
la luz se mueve por el Universo,
según sean las propiedades
del Espacio-Tiempo

**¿QUÉ DISTORSIONA
EL ESPACIO-TIEMPO?**



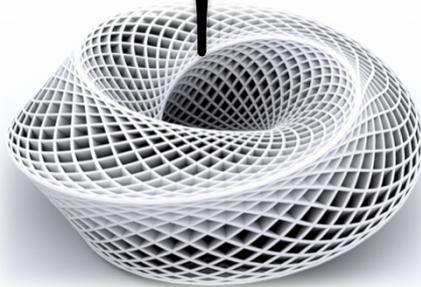






Relatividad General

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} R + g_{\mu\nu} \Lambda = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$



GEOMETRIA



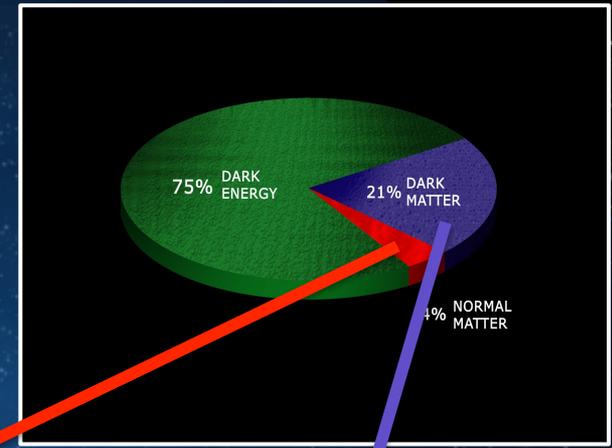
MASA/ENERGIA

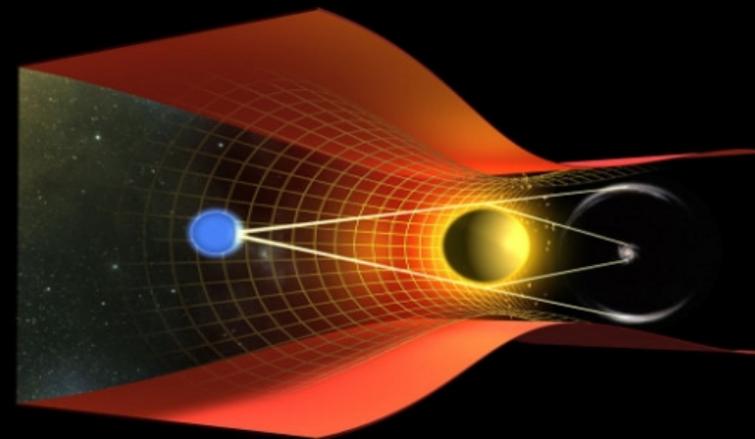
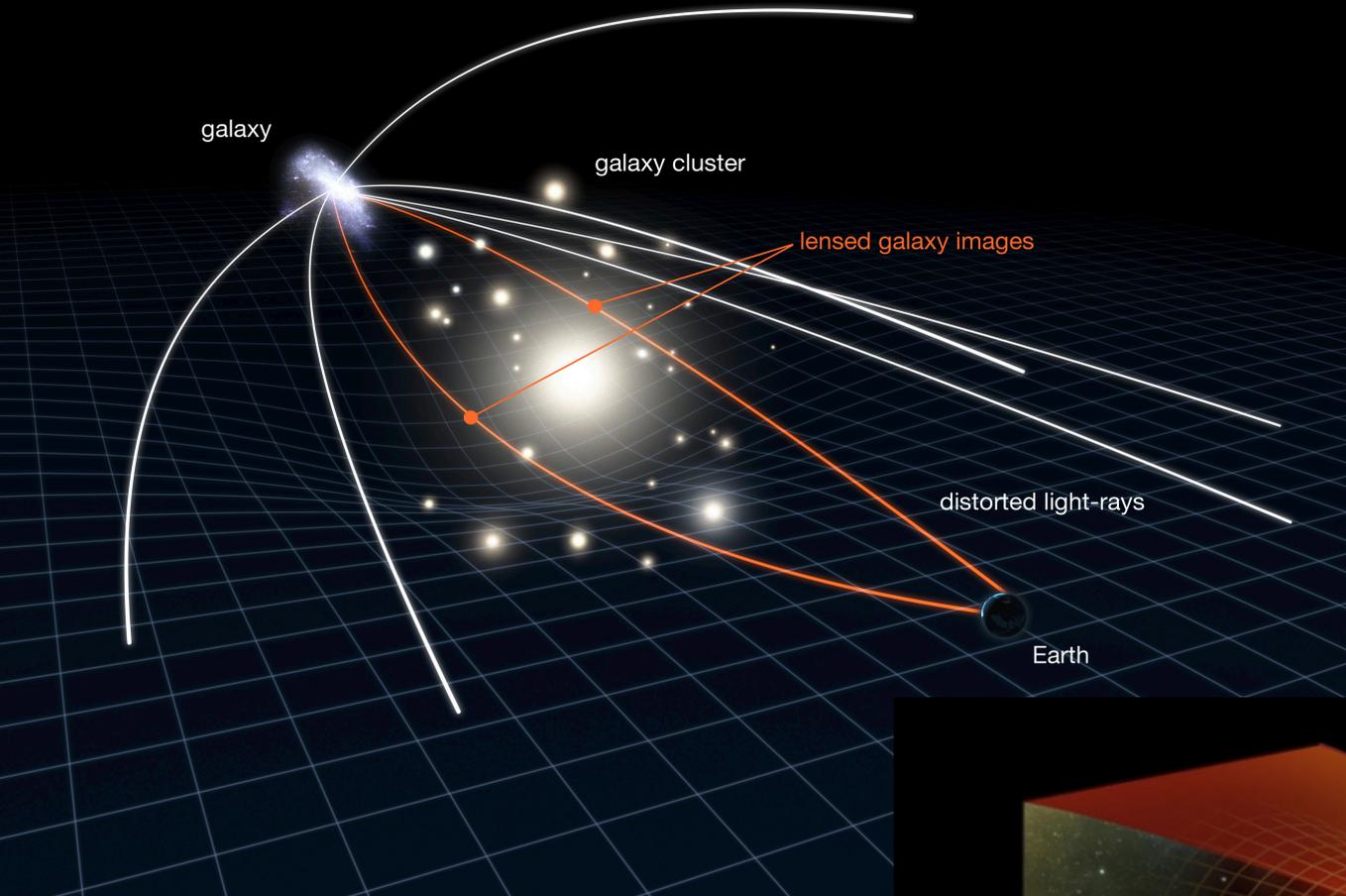
Resumen:

- Como la margarita, nuestro Universo está constituido por un tejido “folio 4D” llamado Espacio-Tiempo.
- La dinámica de la Luz y de los cuerpos, se verá condicionada por las propiedades del E-T por las que se muevan.
- Acumulaciones de masa/energía deformarán localmente el E-T haciendo como “hoyos”.
- La gravedad no será una fuerza invisible sino un “hoyo” cuya escarpada atrapa a los cuerpos vecinos.
- La Relatividad General relaciona dicha deformación geométrica con el contenido de Masa/Energía en ese lugar del E-T.

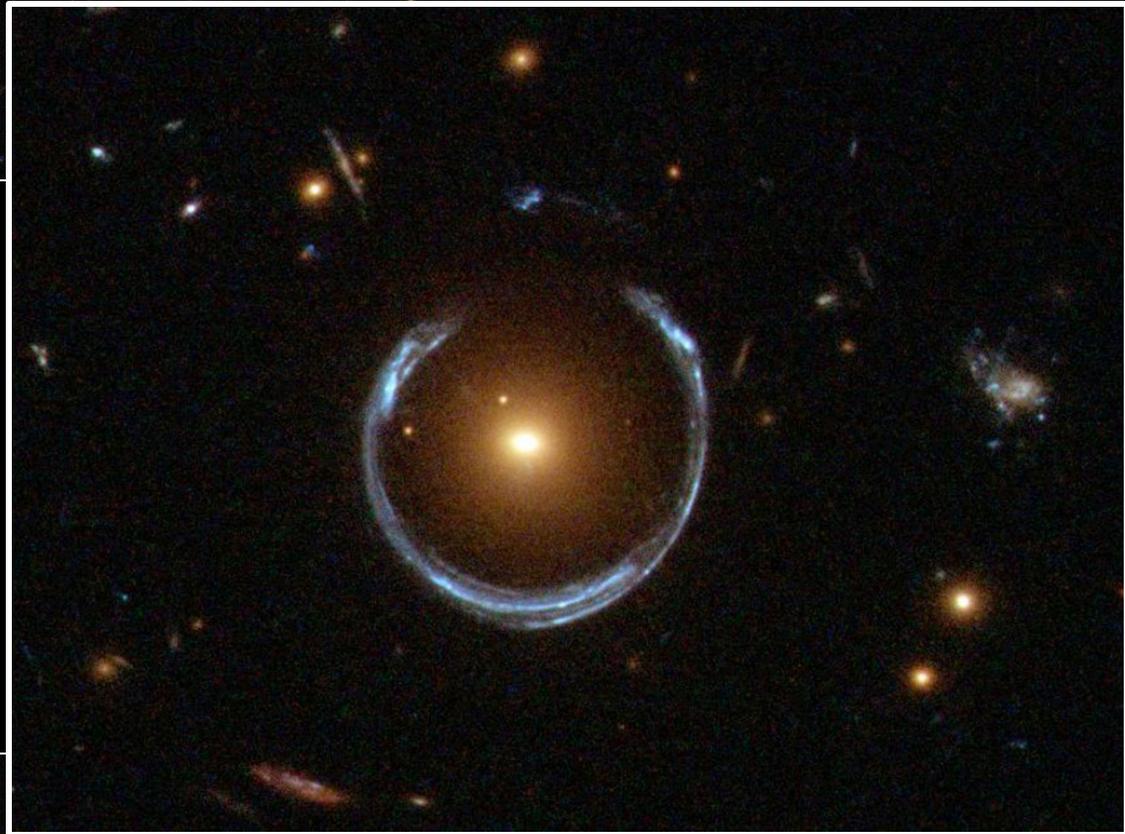
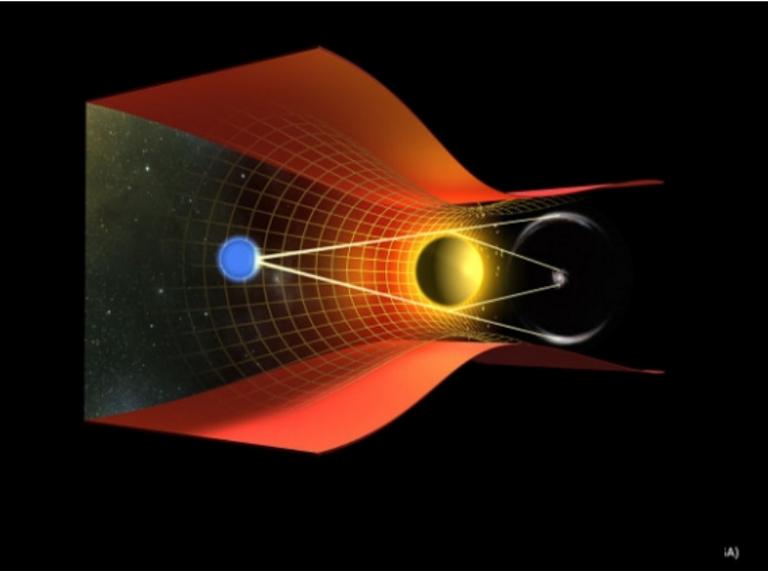
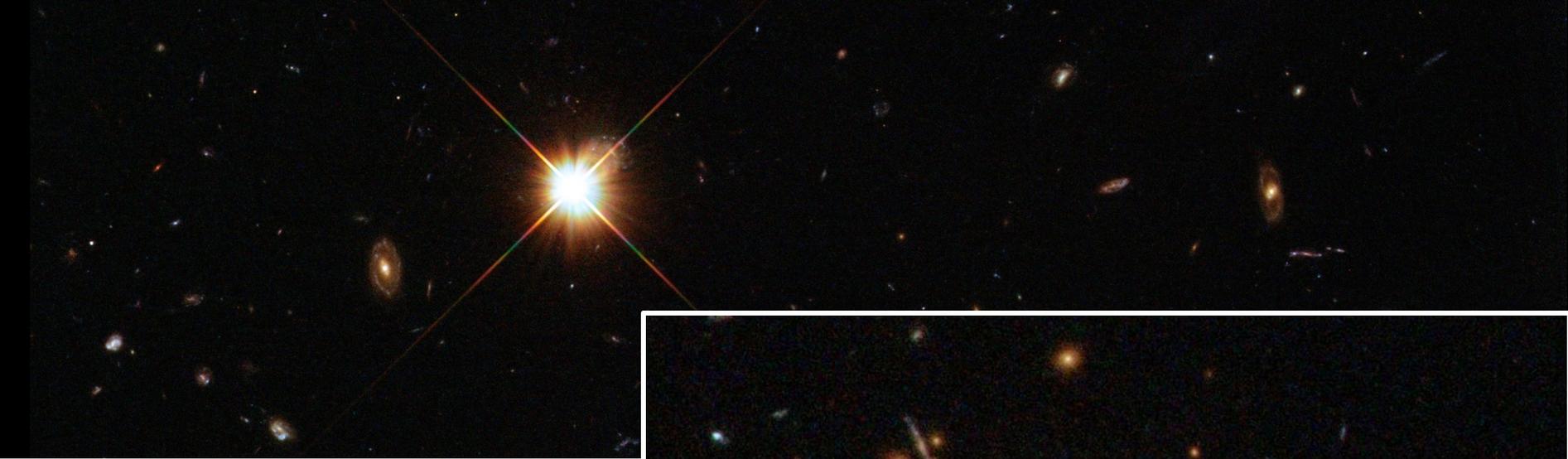
**¿Se podrían ver
las deformaciones
del Espacio-Tiempo?**

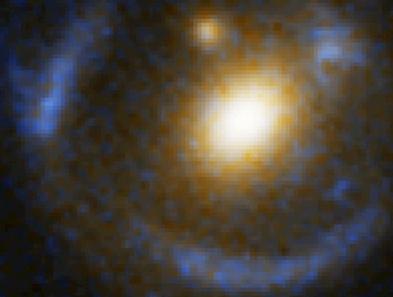
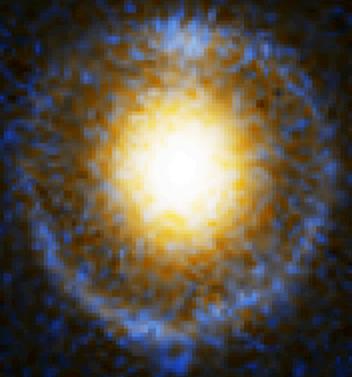
**El 80% de la galaxia
está formada
por *materia oscura*.**





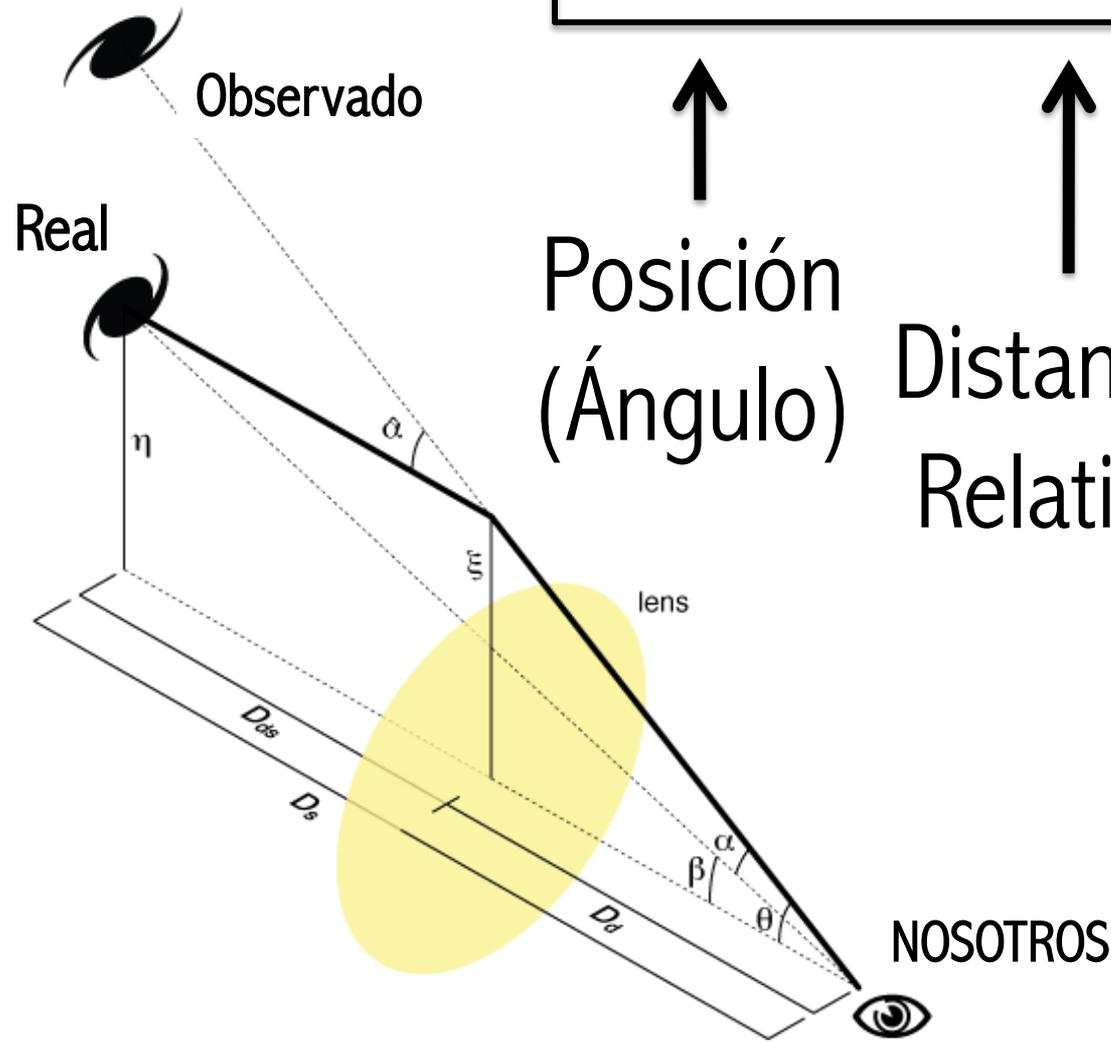
**LA CURVATURA GENERA
ANILLOS DE LUZ**





Lens Equation

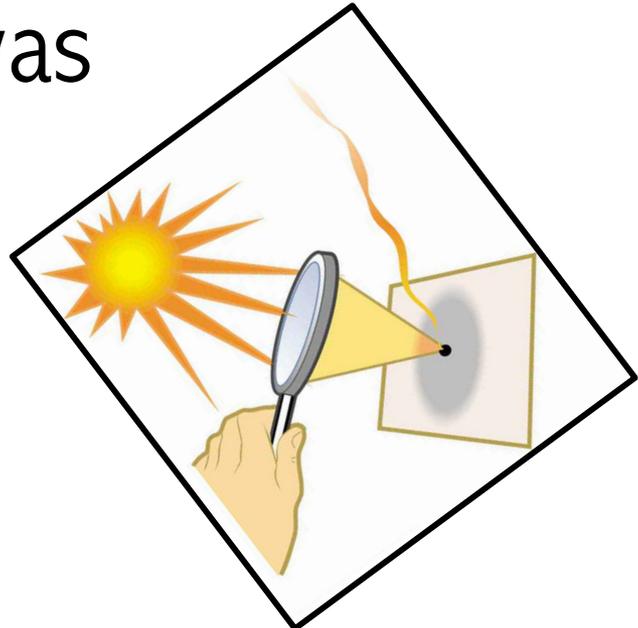
$$\alpha(\vartheta_{\text{IMAGE}}) \sim (D_{\text{LS}}/D_{\text{OS}}) \cdot \Phi_{\text{NEWT}}(\vartheta_{\text{IMAGE}})$$



↑
Posición
(Ángulo)

↑
Distancias
Relativas

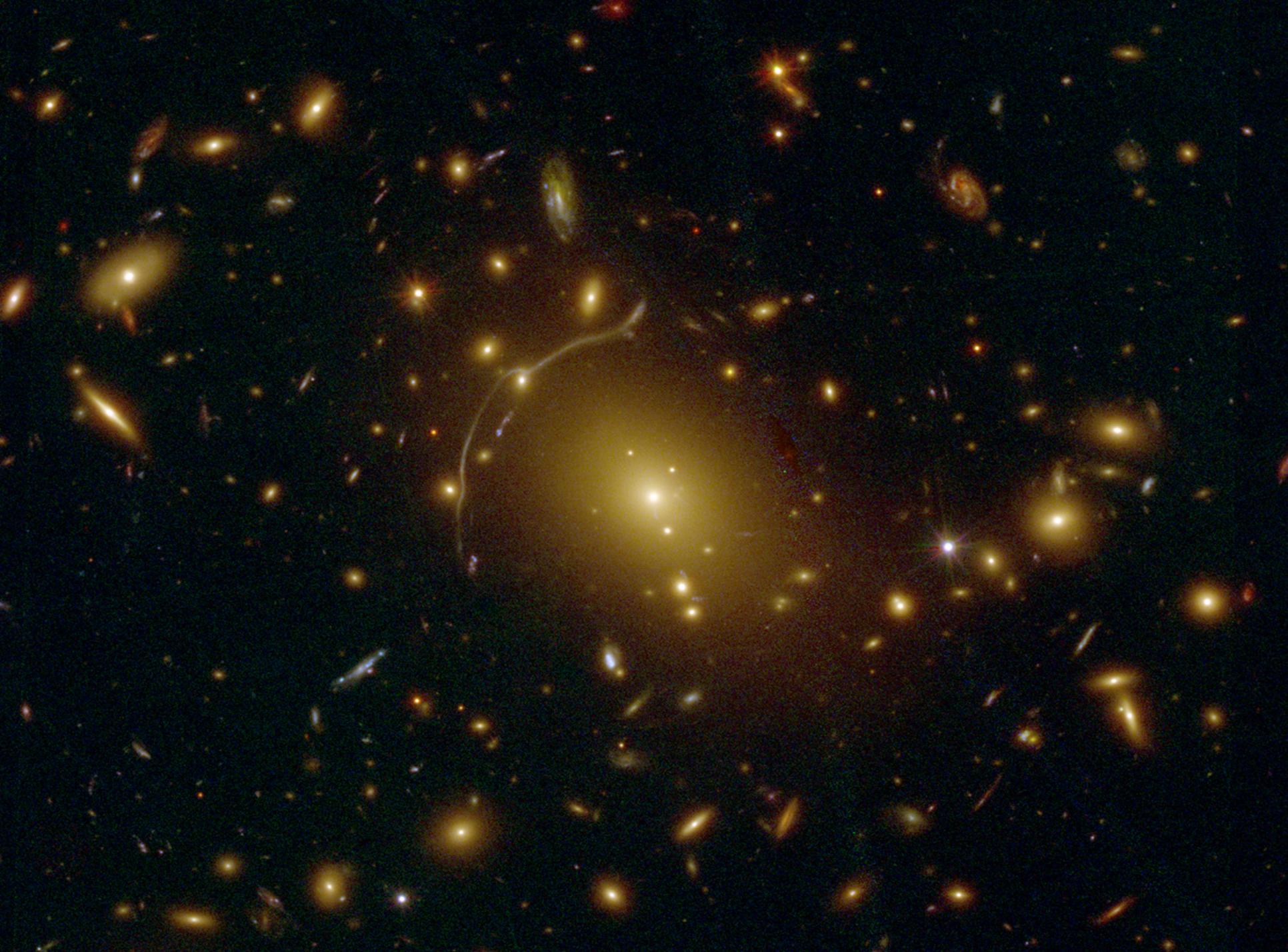
↑
Potencia
Lente

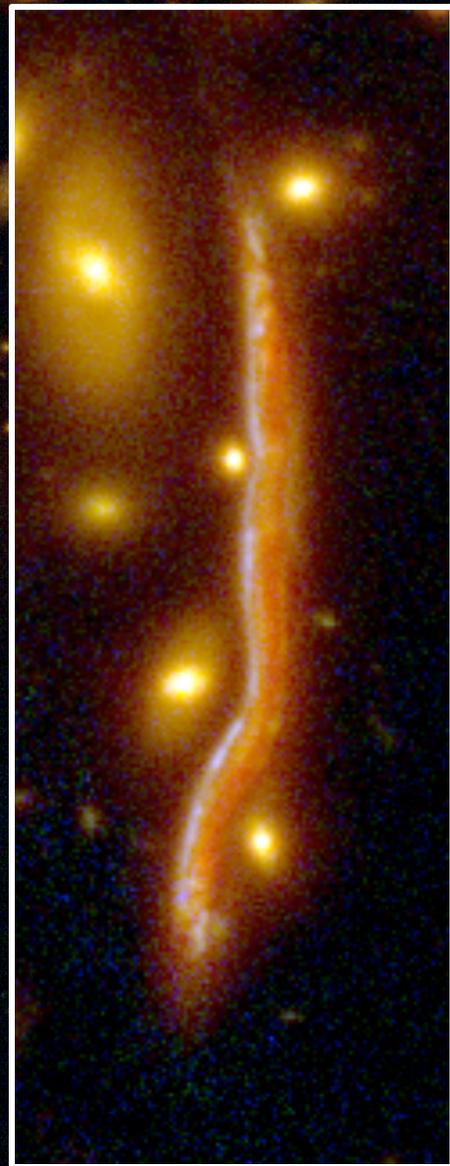
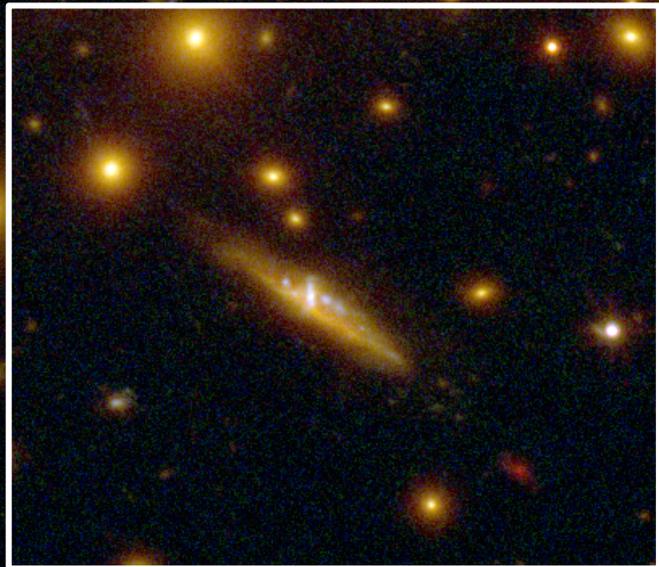
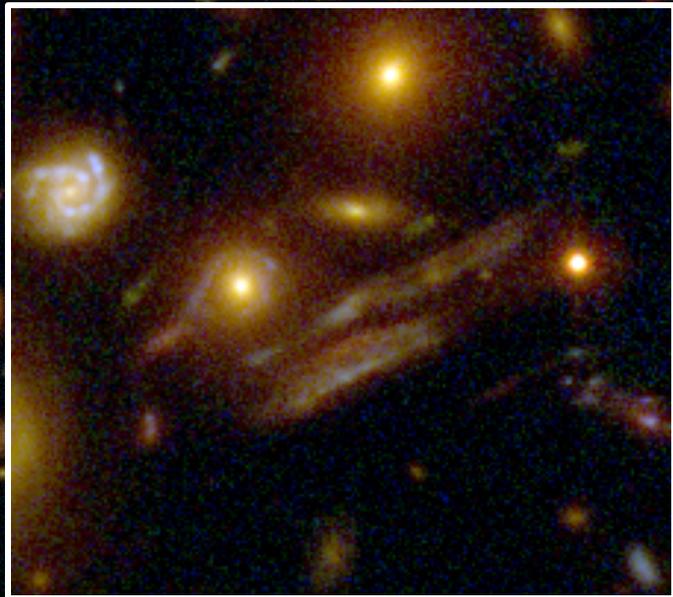
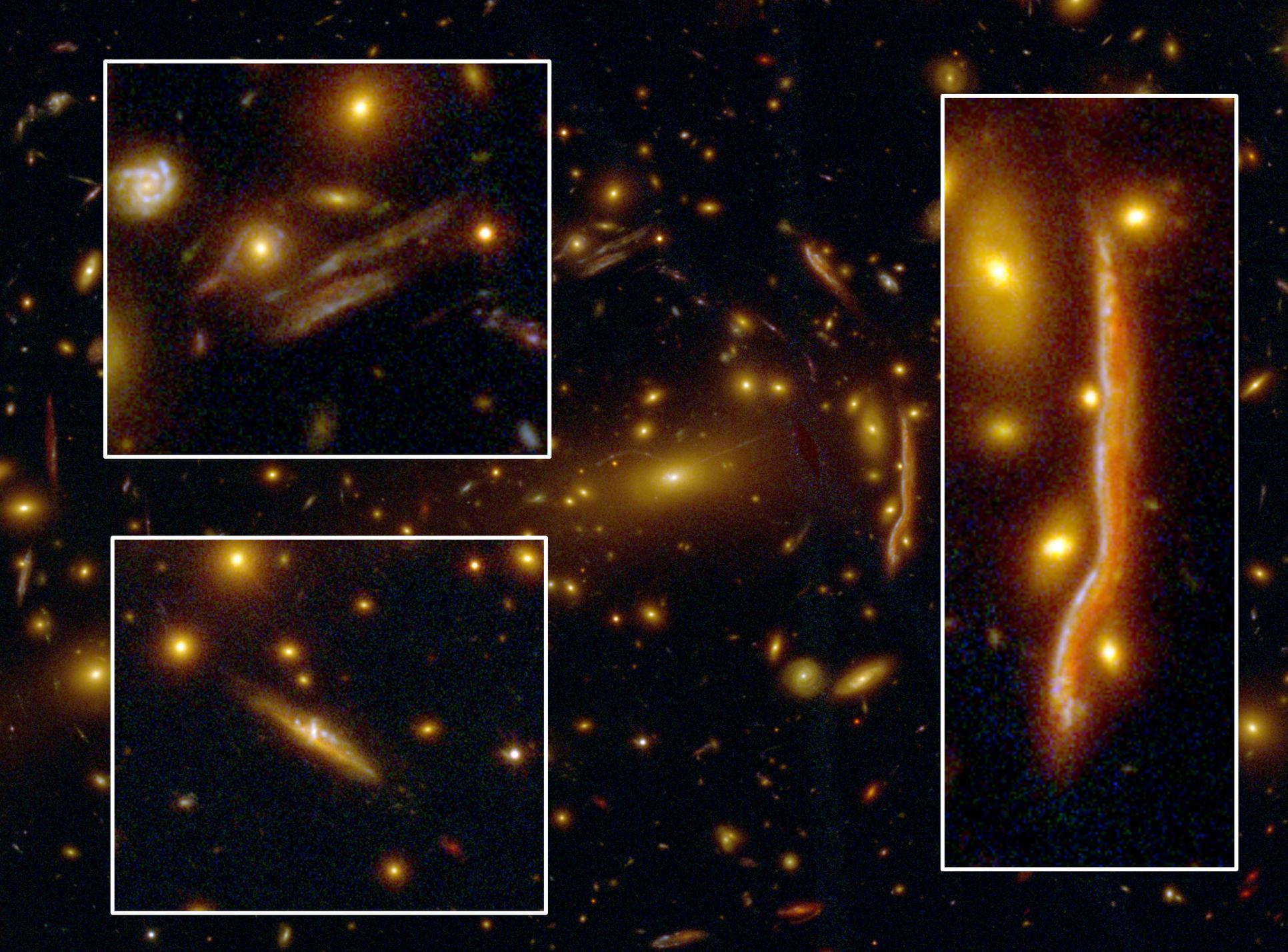


Ideas:

- La deformación del E-T de las galaxias desvían la luz de fuentes remotas como si fueran “lentes gravitatorias”.
- Dependiendo de la posición relativa Observador-Lente-Fuente, aparecerá un “anillo de Einstein”, una imagen ó un número par de imágenes.
- La potencia de la lente depende de la masa total y el grado de concentración del galaxia, así como de las distancias relativas entre el observador, la “lente” y la galaxia lejana.

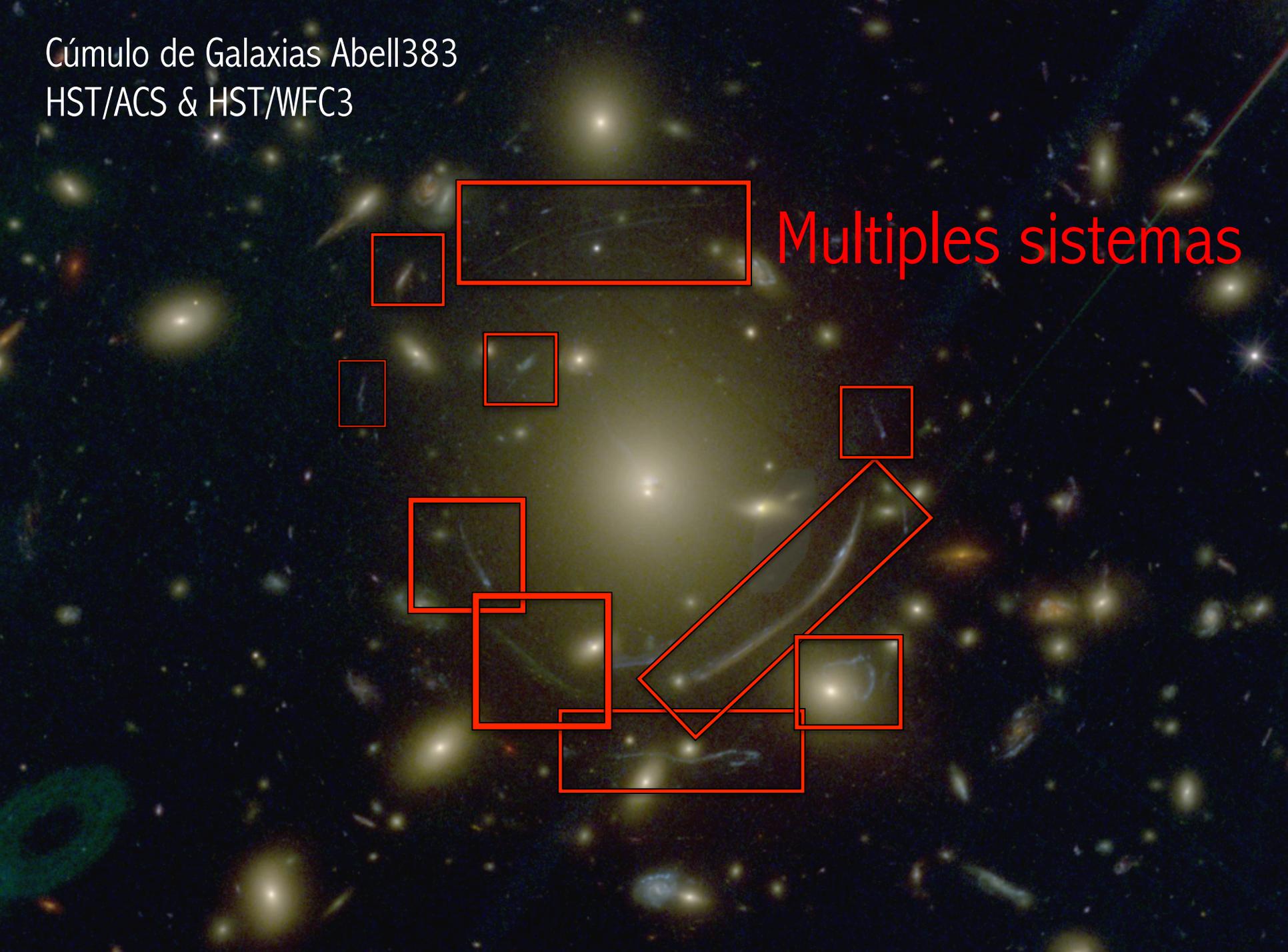






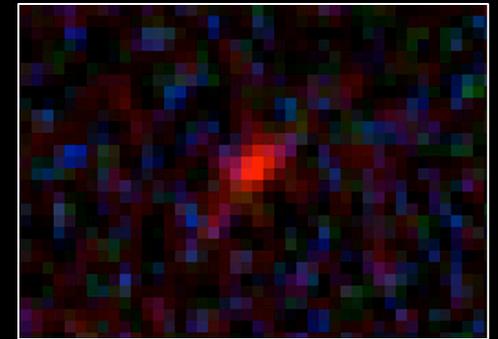
Cúmulo de Galaxias Abell383
HST/ACS & HST/WFC3

Multiples sistemas

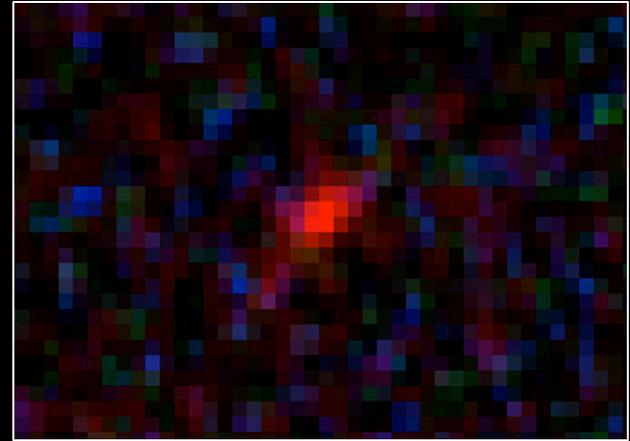


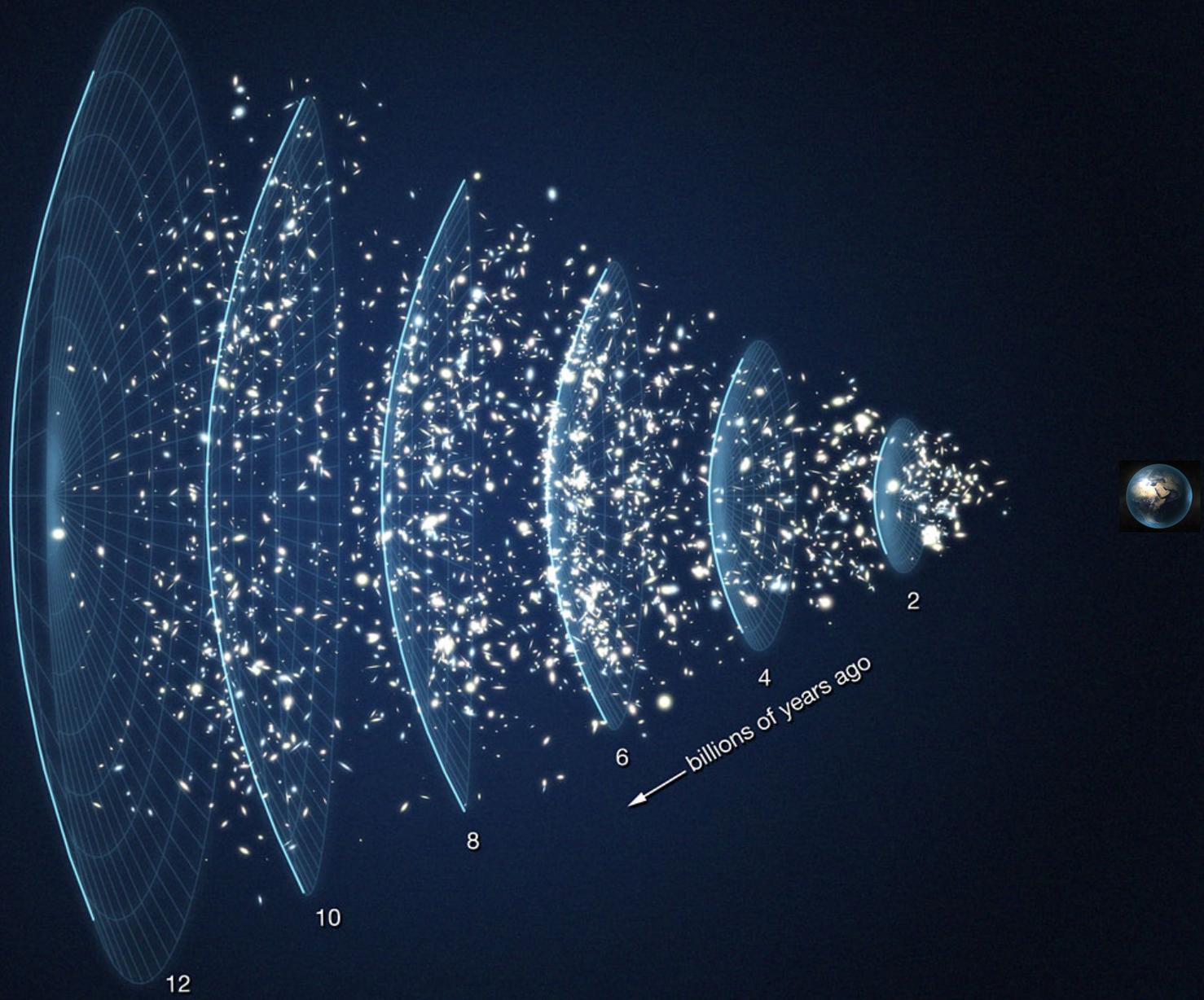
Más ideas:

- Estudio de las Lentes: modelando las “lentes” podemos conocer la geometría del E-T y, por lo tanto, conocer la cantidad de materia oscura !!
- Estudio de galaxias distorsionadas: Las “lentes” también aumentan “magnifican” la cantidad de luz que recibimos de galaxias muy lejanas.



Observación del Universo Profundo







PROFUNDIDAD 1



PROFUNDIDAD 2



Observando el Universo profundo

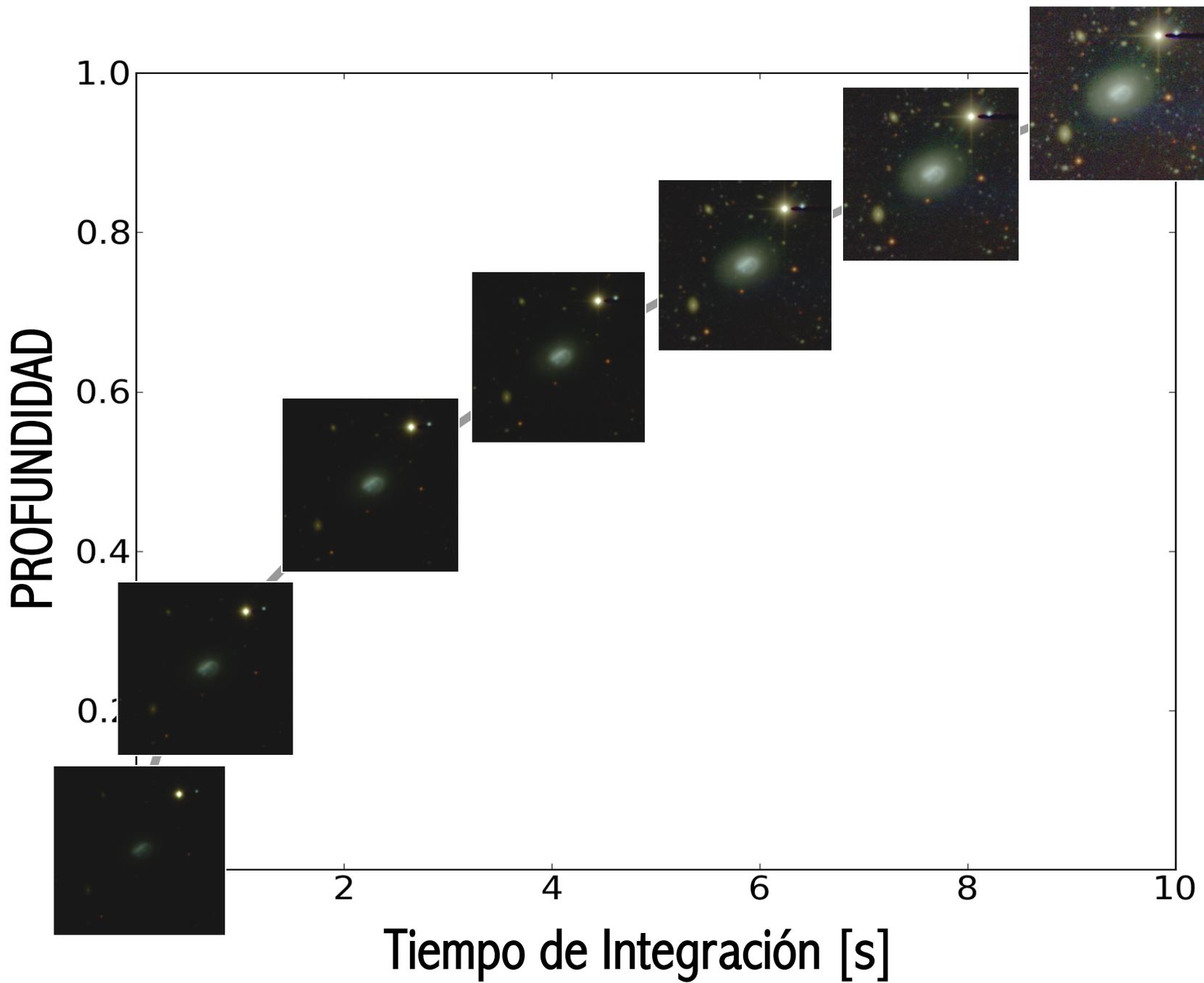
Detectores Eficientes

Tiempo de exposición

Tamaño del Telescopio

Rango energético de Observación

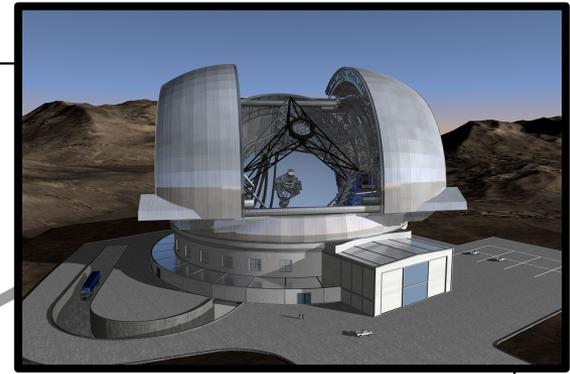
Tiempo de exposición



Tamaño del Telescopio

PROFUNDIDAD

1.0
0.8
0.6
0.4
0



Area Recolectora [m²]

0 5 10 15 20 25 30

Rango energético de Observación

El Espacio-Tiempo se expande...

El Universo se expande estirando el Espacio-Tiempo

La radiación cambia la longitud de su onda

$D_c = 3$ casillas

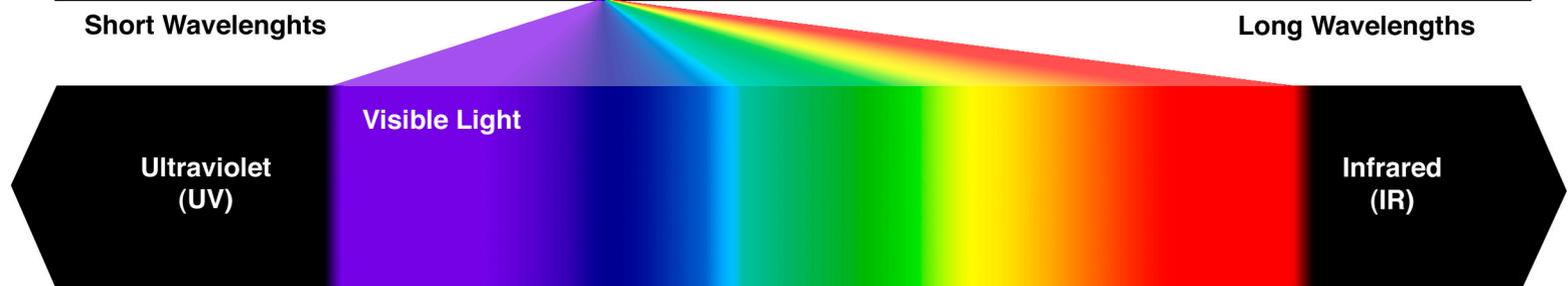
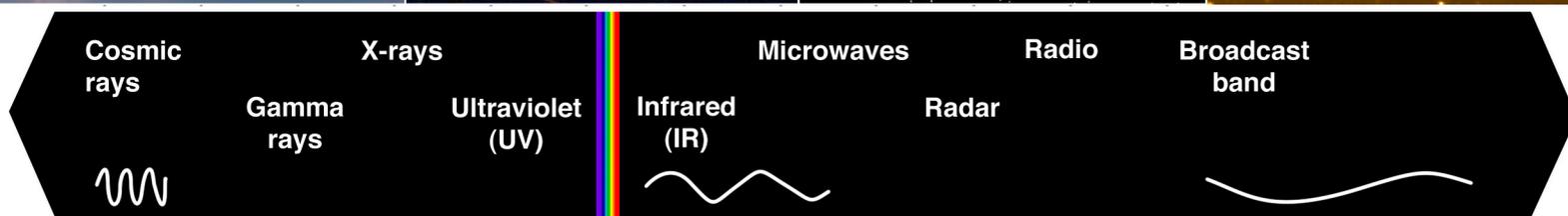
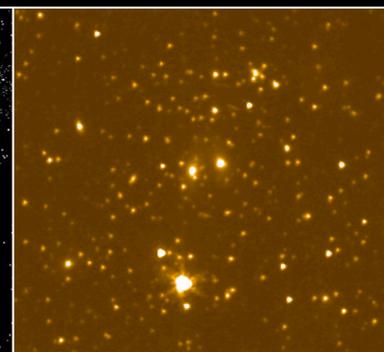
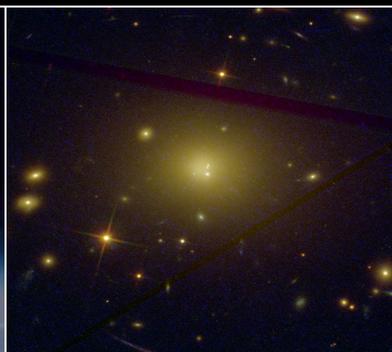
La expansión “enrojece” la luz de las galaxias

Hubble

Ópt+NIR

Spitzer

Infrarrojo

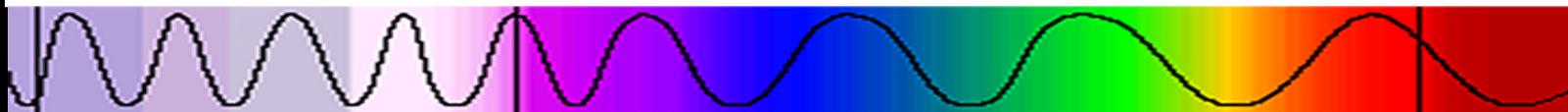


400 nanometers

500 nanometers

600 nanometers

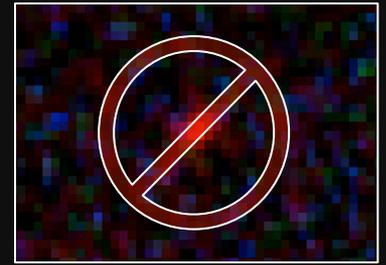
700 nanometers





galaxy

Claves para los *cazagalaxias* lejanas



galaxy cluster

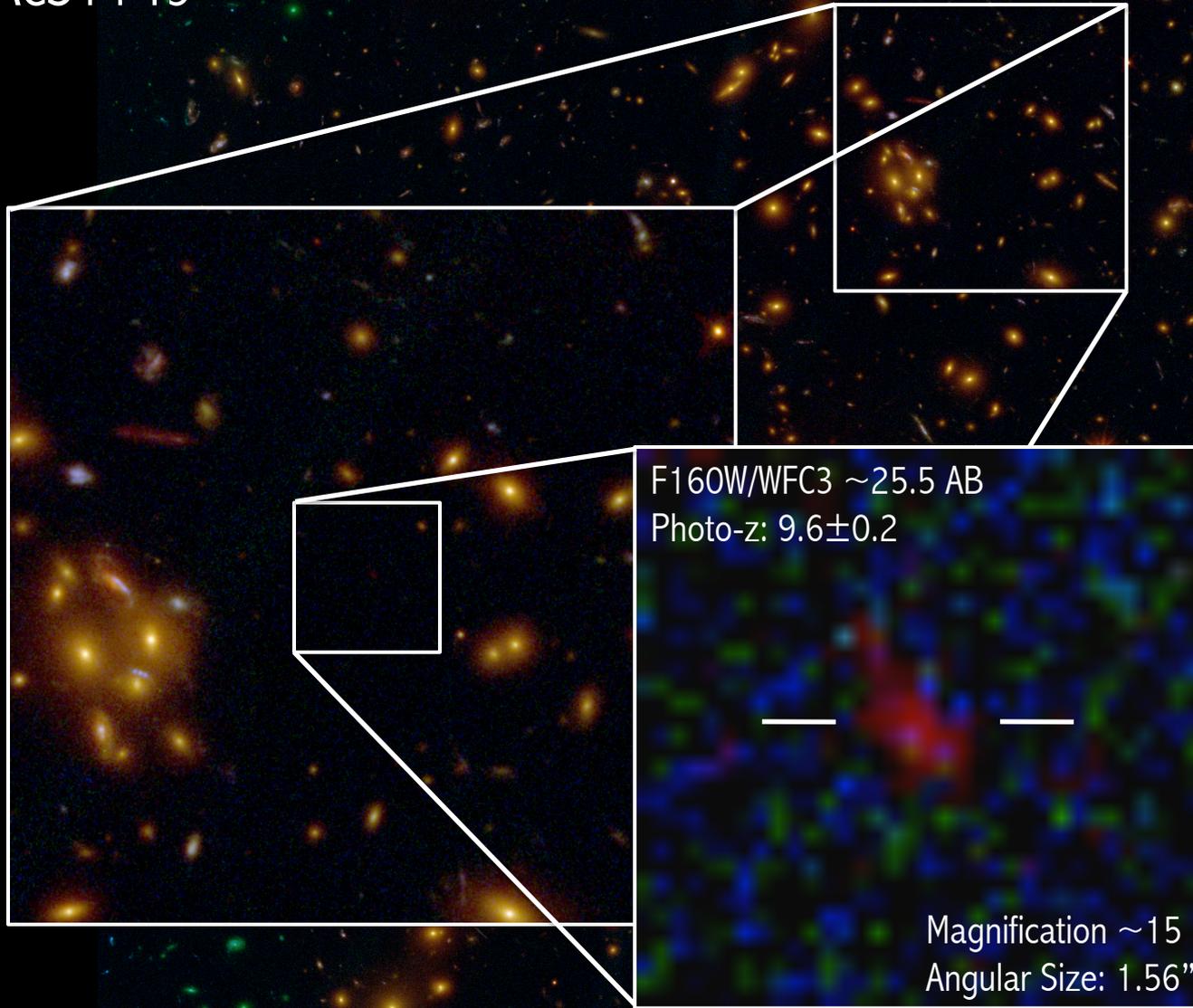
- Utilización de lentes gravitatorias (2º telesc.) que magnifican la luz de las galaxias lejanas.
- Una observación del Universo en el rango de Infrarrojo, combinando los telescopios espaciales Hubble y Spitzer.

lensed galaxy images

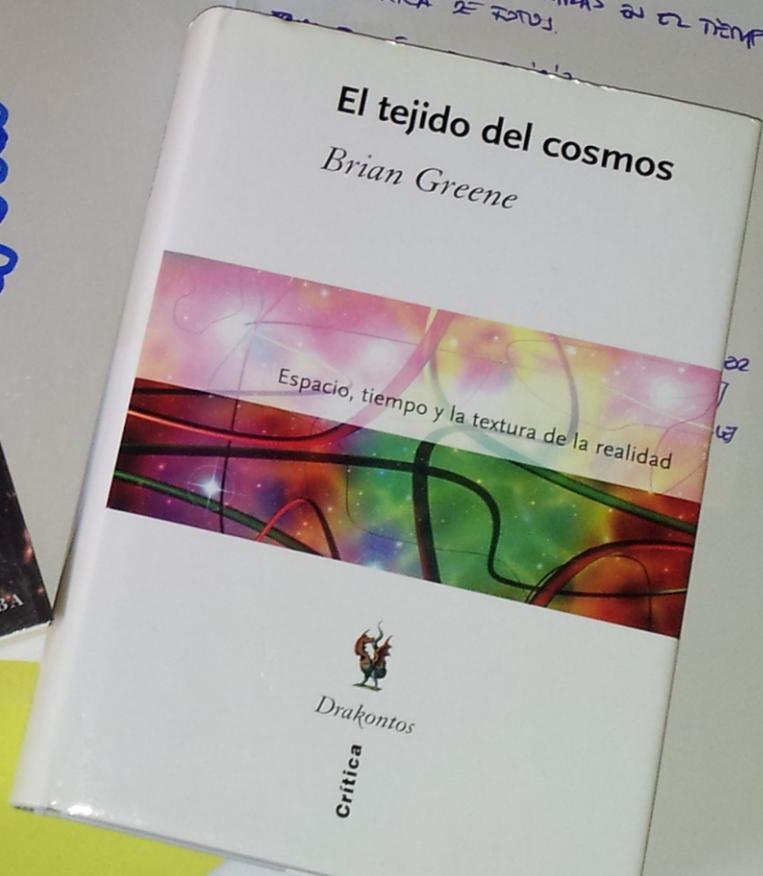
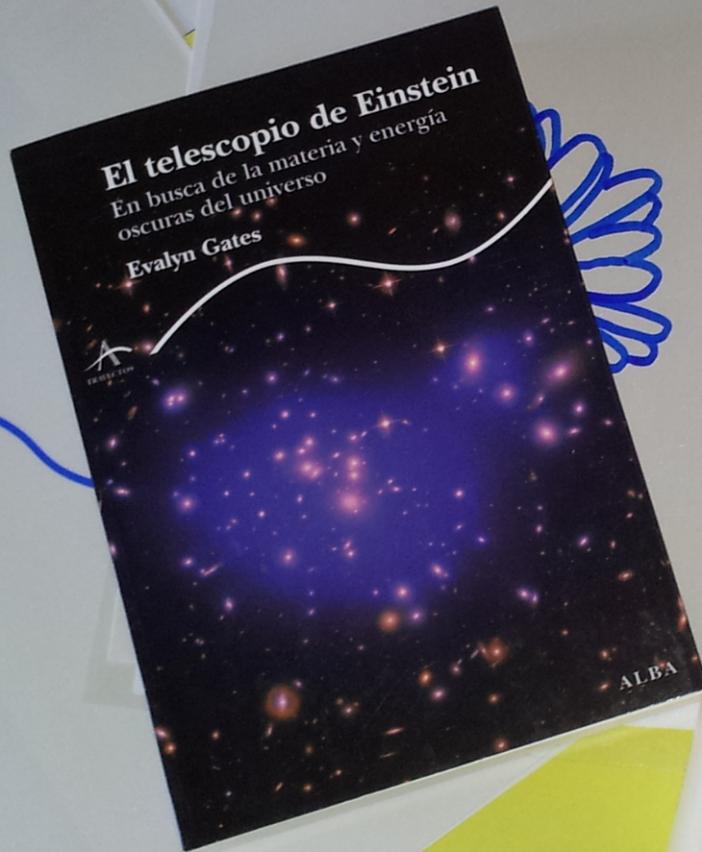
strong light rays

Earth

MACS1149



Para saber más sobre este tema...



CURVA
GALAXIAS/CÓMOS LOS
↓
DEFORMA

(JT) → MASA → PLANET. STARS GALAX CL. GAL. → LENSES →
← RELEGAR LA LÍNEA DE LOS OBJETOS MÁS LEJANOS
→ MÁS DENTRO, MÁS ATRÁS EN EL TIEMPO
EJ: CÁMARA DE FOTOS.