



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE CORDOBA

CONFERENCIAS PARA TODO PÚBLICO en el OBSERVATORIO ASTRONÓMICO



OBSERVATORIO
ASTRONOMICO
DE CORDOBA



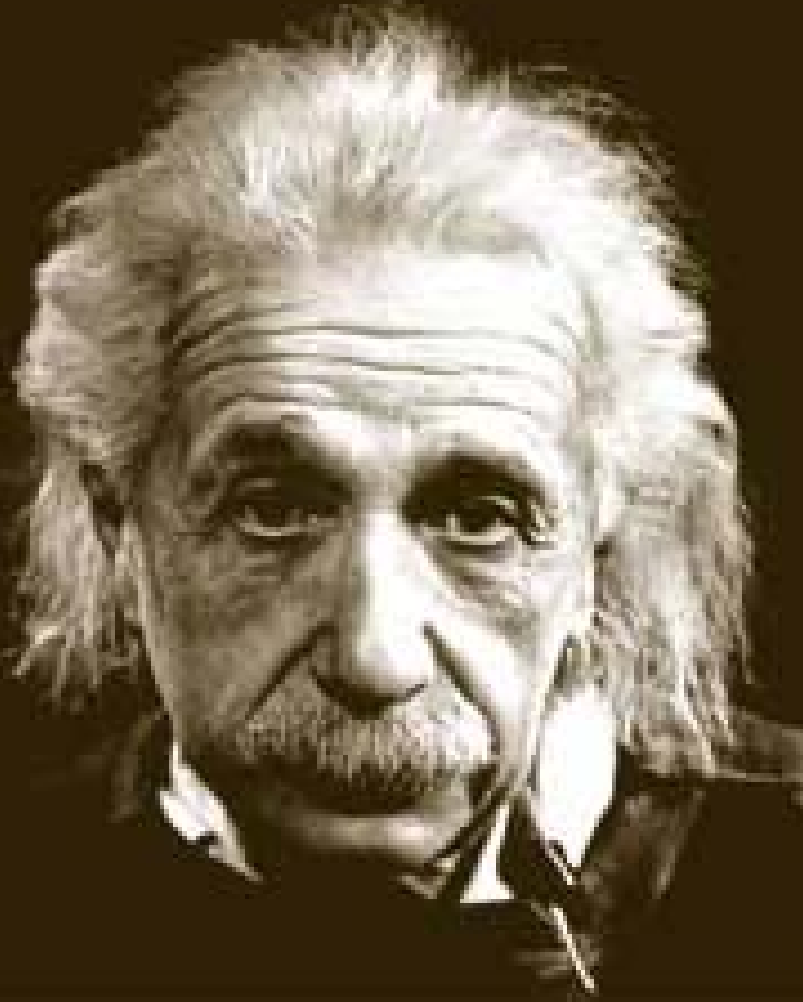
MUNICIPALIDAD DE
CORDOBA
SECRET. de SALUD y AMBIENTE
OBSERVATORIO AMBIENTAL

Las Conferencias se realizarán los primeros viernes de cada mes (desde agosto a diciembre del 2005) en el Auditorio del Observatorio Astronómico sito en Laprida 854 (B° Observatorio) Córdoba.

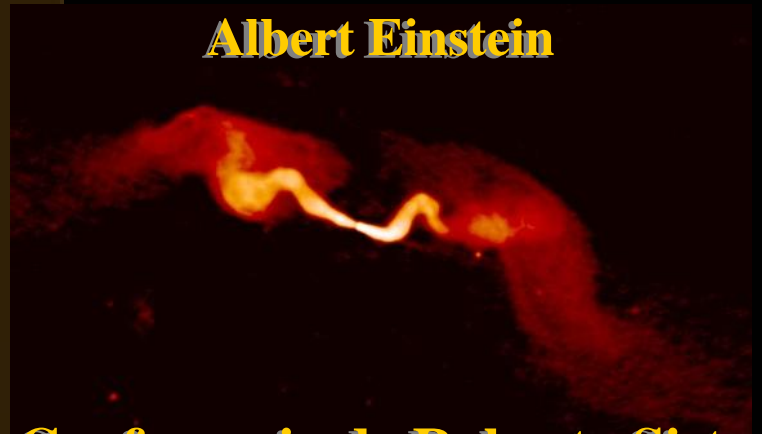
- ❖ **Viernes 5 de Agosto, 20 hs., Dr. Roberto F. Sístero:**
"100 años de Relatividad y Cosmología"
- ❖ **Viernes 2 de Septiembre, 20 hs., Dr. D. García Lambas:**
"Formación y Evolución de las Estructuras del Universo: los Cúmulos de Galaxias"
- ❖ **Viernes 7 de Octubre, 20 hs., Dr. Sebastián Lipari:**
"Evolución en el Cosmos: del Big Bang a la Vida/Conciencia"
- ❖ **Viernes 4 de Noviembre, 20 hs., Dr. Horacio Barri:**
"Tareas del Observatorio Ambiental de la Municipalidad de Córdoba, y su relación con la Salud Pública"
- ❖ **Viernes 2 de Diciembre, 20 hs., Sr. Edgardo Minnici e Ing. S. Paoloantonio:**
"Conociendo el Observatorio Astronómico a través de su Historia y su presente"

1905-2005

**CIEN AÑOS DE
RELATIVIDAD**



Albert Einstein



Conferencia de Roberto Sistero

El concepto de “ESPACIO”

Cada punto se
representa por tres
números

$$P = P (X, Y, Z)$$

Respecto de un
sistema de
coordenadas

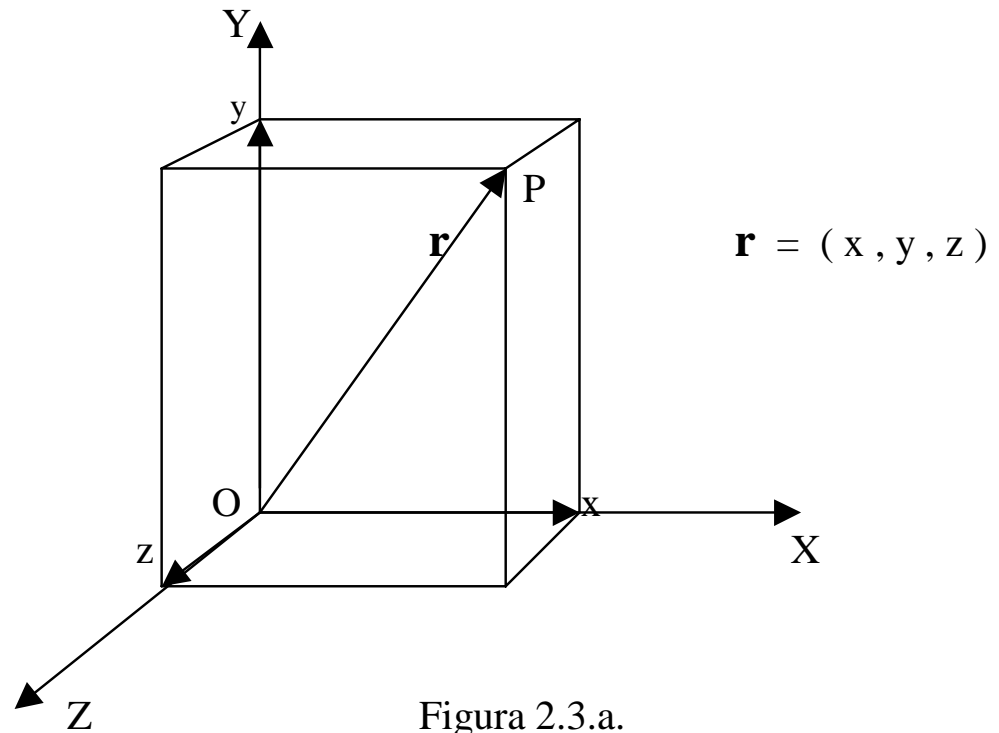
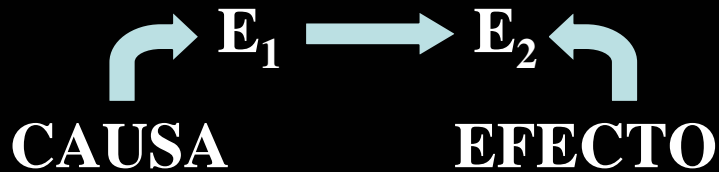


Figura 2.3.a.

El concepto de “TIEMPO”



POSTULA: Causa anterior al efecto

SUCESIÓN: $E_1 \rightarrow E_2 \rightarrow E_3 \dots$
 $t_1 < t_2 < t_3 \dots$

TIEMPO: Una variable numérica que se pone en correspondencia con una sucesión de hechos causales



ESPACIO - TIEMPO

Es el conjunto de eventos (o puntos)
caracterizados por las tres
coordenadas x, y, z ,
y el tiempo $t : (x, y, z, t)$

ESPACIO Y TIEMPO ABSOLUTOS
(Newton)

LAS LEYES FÍSICAS

Ecuaciones matemáticas que sintetizan hechos experimentales.

La Física Clásica:

Mecánica de Newton (1642-1727)

Electromagnetismo de Maxwell (1831-1879)

Siempre están referidas a un sistema de coordenadas (expresadas en términos de x, y, z, t)

Los sistemas de coordenadas se eligen de la forma más conveniente a cada problema.

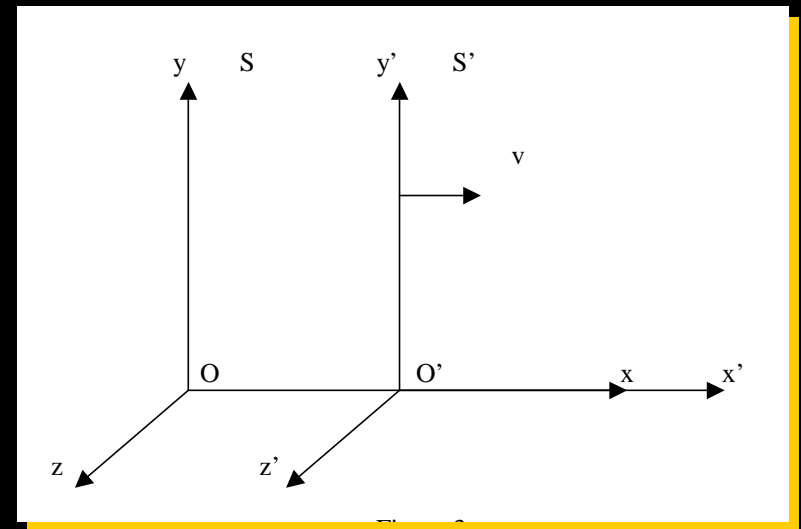
RELATIVIDAD

(EINSTEIN, 1905)

“Estudio de las leyes de la Física en diferentes sistemas de coordenadas que se mueven entre si “

Relatividad Especial:
se mueven con velocidad constante.

Relatividad General:
se mueven aceleradamente



TRANSFORMACIONES

Estos estudios se pueden hacer si sabemos transformar las ecuaciones de un sistema de coordenadas a otro.

Es muy fácil transformar con las ideas comunes de la Física Clásica: con la llamada Transformación de Galileo.

Con la Transformación de Galileo resulta que:

La Mecánica de Newton es idéntica en todos los sistemas, describe correctamente los experimentos.

Las ecuaciones del Electromagnetismo son distintas en cada sistema, no explica los experimentos. Trabajos de Lorentz.

RELATIVIDAD EINSTEIN, 1905

Enunció (postuló) el Principio de Relatividad.

Las ecuaciones de la Física deben ser las mismas en todos los sistemas de coordenadas que se mueven entre sí con velocidad constante.

Y además:

La velocidad de la luz es la misma en todos los sistemas de coordenadas, es invariante.

Obtuvo las Transformaciones de Lorentz en lugar de las clásicas de Galileo.

Propiedades de las Transformaciones de Lorentz:

Las T. L. para pequeñas velocidades se reducen a las de Galileo, reproducen la Física Clásica. Difieren para velocidades sensibles comparadas con la de la luz. Generaliza la Física Clásica.

El tiempo no es absoluto es relativo: $T' = T / \sqrt{1 - v^2/c^2}$

Las longitudes se acortan: $L' = L \cdot \sqrt{1 - v^2/c^2}$.

Adición de velocidades:



$$V = (v_1 + v_2) / (1 + v_1 v_2/c^2)$$

Si v_1 ó $v_2 = c$, ∴ el resultado es siempre $V = c$!!!!

LA NUEVA MECÁNICA, Consecuencias.

- ❖ La velocidad de la luz es la velocidad límite.
- ❖ La masa de los cuerpos no es constante: varía con la velocidad:

$$m = m_0 / \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

- ❖ La masa es equivalente a la Energía:

$$E = m c^2.$$

CONSECUENCIAS DE LA RELATIVIDAD ESPECIAL DE EINSTEIN

La luz como partículas: los fotones.

El Efecto fotoeléctrico (Premio Nobel).

Generación de energía en las estrellas.

Estructura fina de los átomos.

Principio de equivalencia → Teoría de núcleos atómicos.

Teoría y descubrimiento de antipartículas.

Formación y aniquilación de materia.

Paradoja del mesón μ

Efecto Compton

Efecto Doppler relativista (paradoja de los cuasares)

Paradoja de velocidades superluminales en radio fuentes astrofísicas.

Astrofísica.

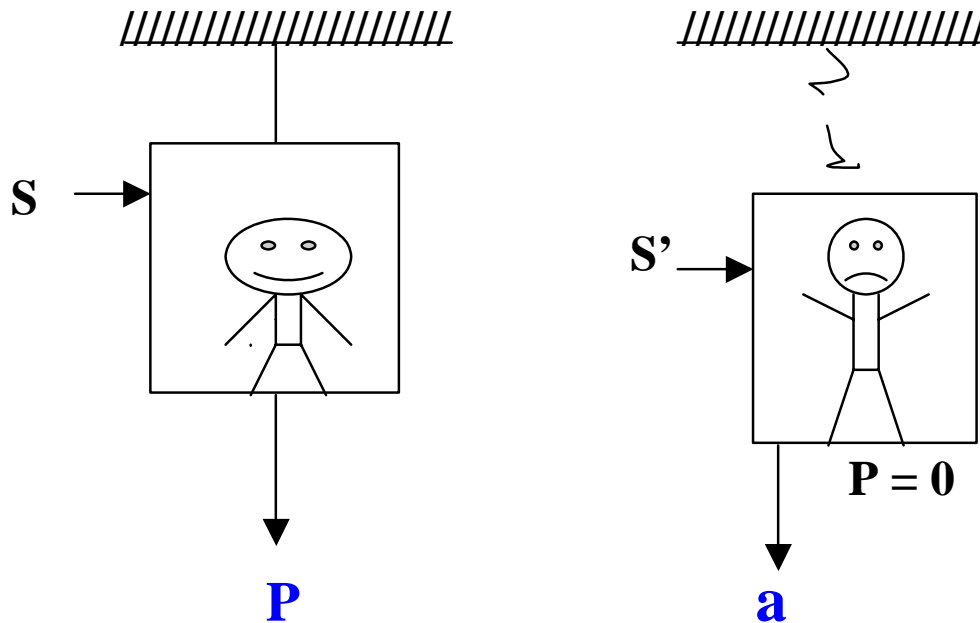
Mecánica estadística de los “bosones”

Física relativista de los Interiores estelares.

Física de las partículas elementales y sus interacciones.

HACIA UNA TEORÍA DE LA GRAVITACIÓN

EL ASCENSOR DE EINSTEIN



Conclusión de Einstein:

“Un sistema acelerado en cada punto del espacio-tiempo puede anular (o describir) las fuerzas gravitatorias”

SOBRE EL ESPACIO-TIEMPO

En la Relatividad Especial se cumple siempre:

$$\mathbf{D}^2 = \mathbf{X}^2 + \mathbf{Y}^2 + \mathbf{Z}^2 - \mathbf{c}^2 \mathbf{T}^2 \quad (\mathbf{A})$$

Válida en todos los sistemas que se mueven entre si con velocidad constante (T.L), en donde se cumplen las leyes físicas.

Esto significa que el espacio-tiempo de la Relatividad es un espacio matemático de cuatro dimensiones donde las distancias cuadridimensionales se miden en él con la fórmula (A): es el espacio de MINKOWSKI.

Nótese que los coeficientes de A, que multiplican X, Y, Z, cT, son siempre los mismos:

$$\mathbf{1, 1, 1, -1} . \quad (\mathbf{B})$$

RELATIVIDAD GENERAL

Generalizar el espacio de la Relatividad Especial (A) expresado en sistemas acelerados, entonces:

$$D^2 = g_1 X^2 + g_2 Y^2 + g_3 Z^2 - g_4 c^2 T^2 \quad (A')$$

Donde: g_1 g_2 g_3 g_4 reemplazan a los coef. (B), que en su conjunto forman un ente matemático denominado tensor. Entonces, el espacio se denomina espacio de Riemann.

La geometría no es euclidiana (la común). Está dada por los “g”.
Curvatura.

La materia y/o energía es representada por un conjunto de funciones que se denomina Tensor Energía-Impulso “E(m/e)” que determina los coeficientes “g” a través de las ecuaciones de Einstein:

$$S(g's) = \kappa E(m/e)$$

Donde $S(g's)$ es un tensor puramente geométrico del espacio, introducido
(descubierto) por Einstein.

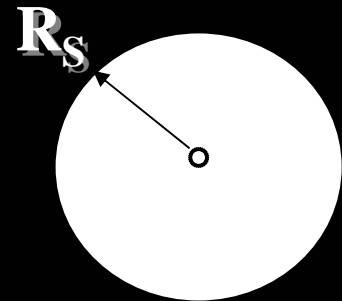
SOLUCIONES DE LAS ECUACIONES DE EINSTEIN

Gravedad de un cuerpo puntual o esférico.

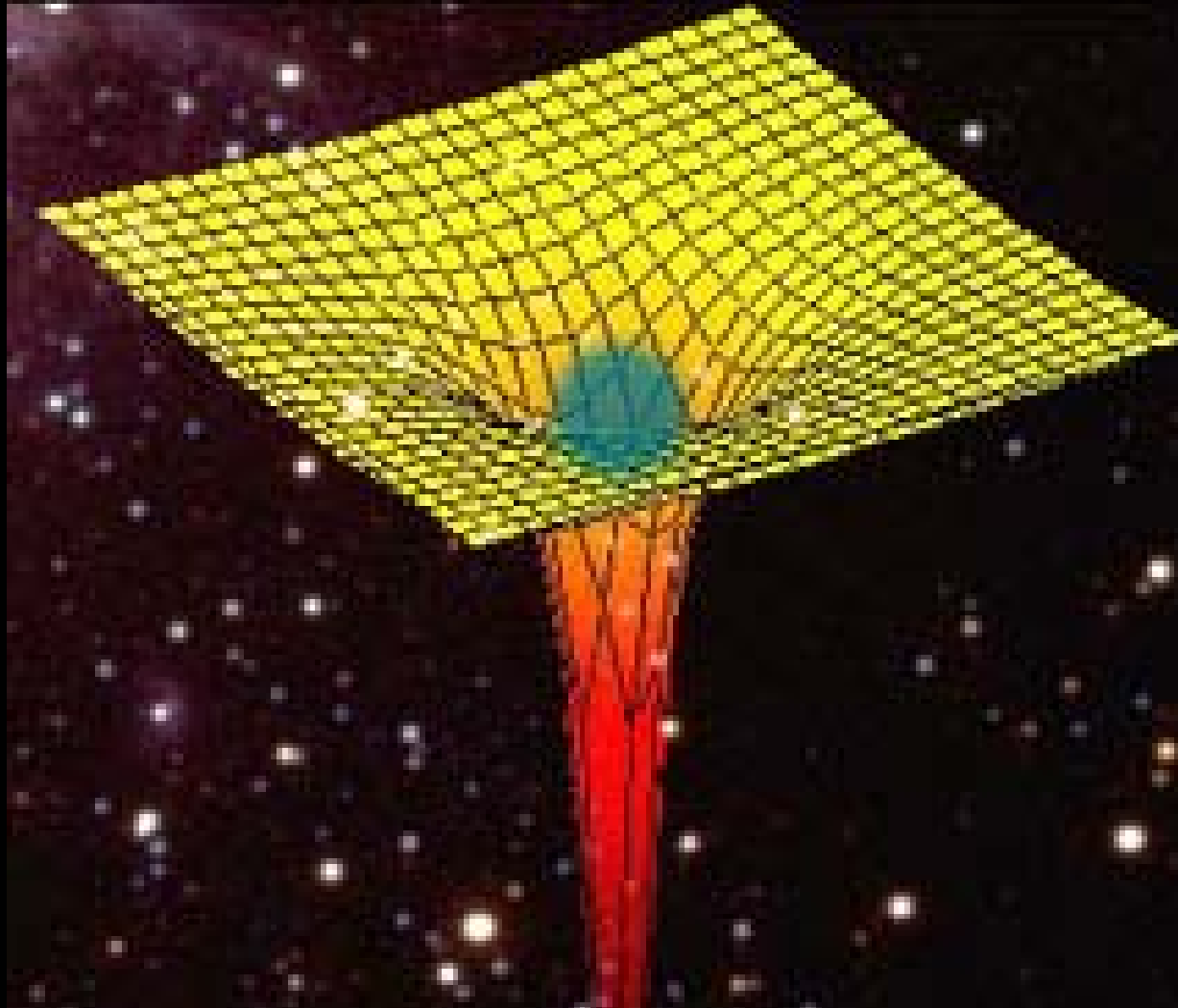
Se describe con la denominada solución de Schwarzschild

Tiene una superficie alrededor del punto a una
distancia

$$R_S = 2 G M / c^2$$

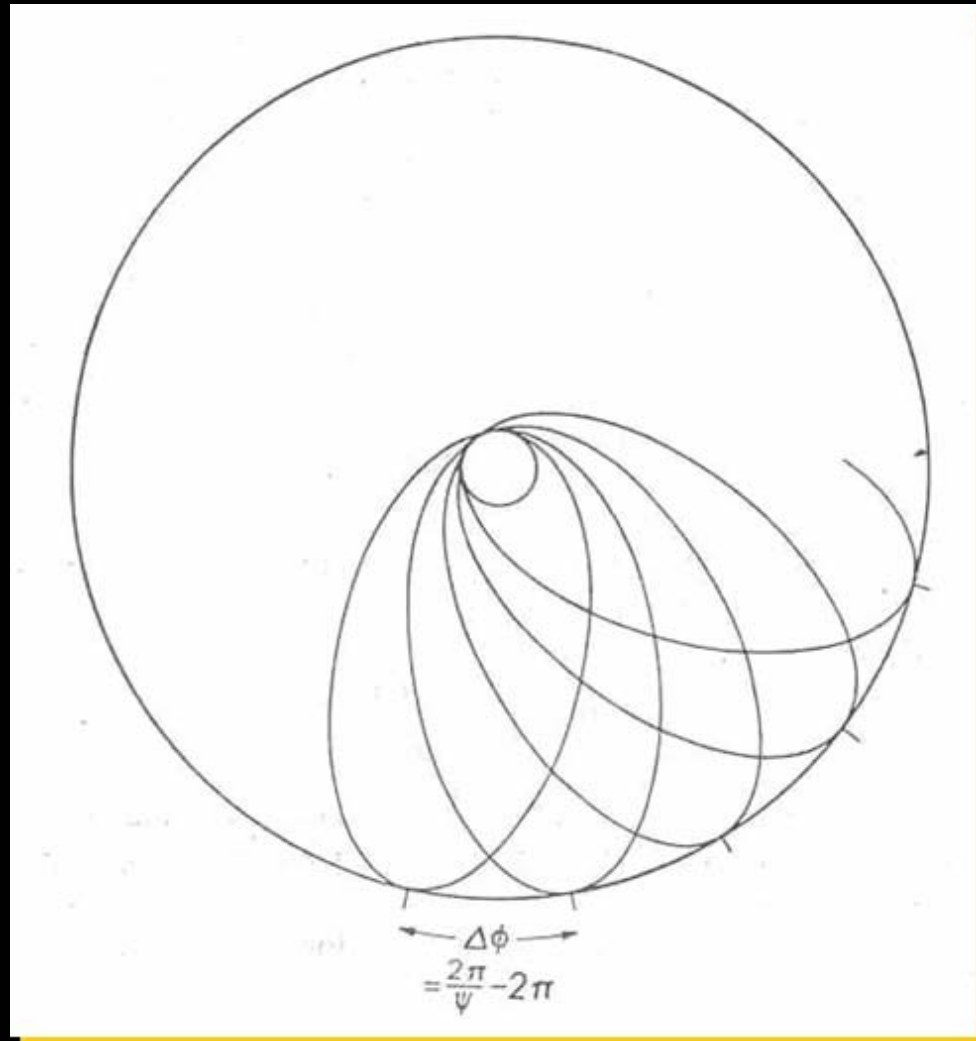


Dentro de R_S es el agujero negro



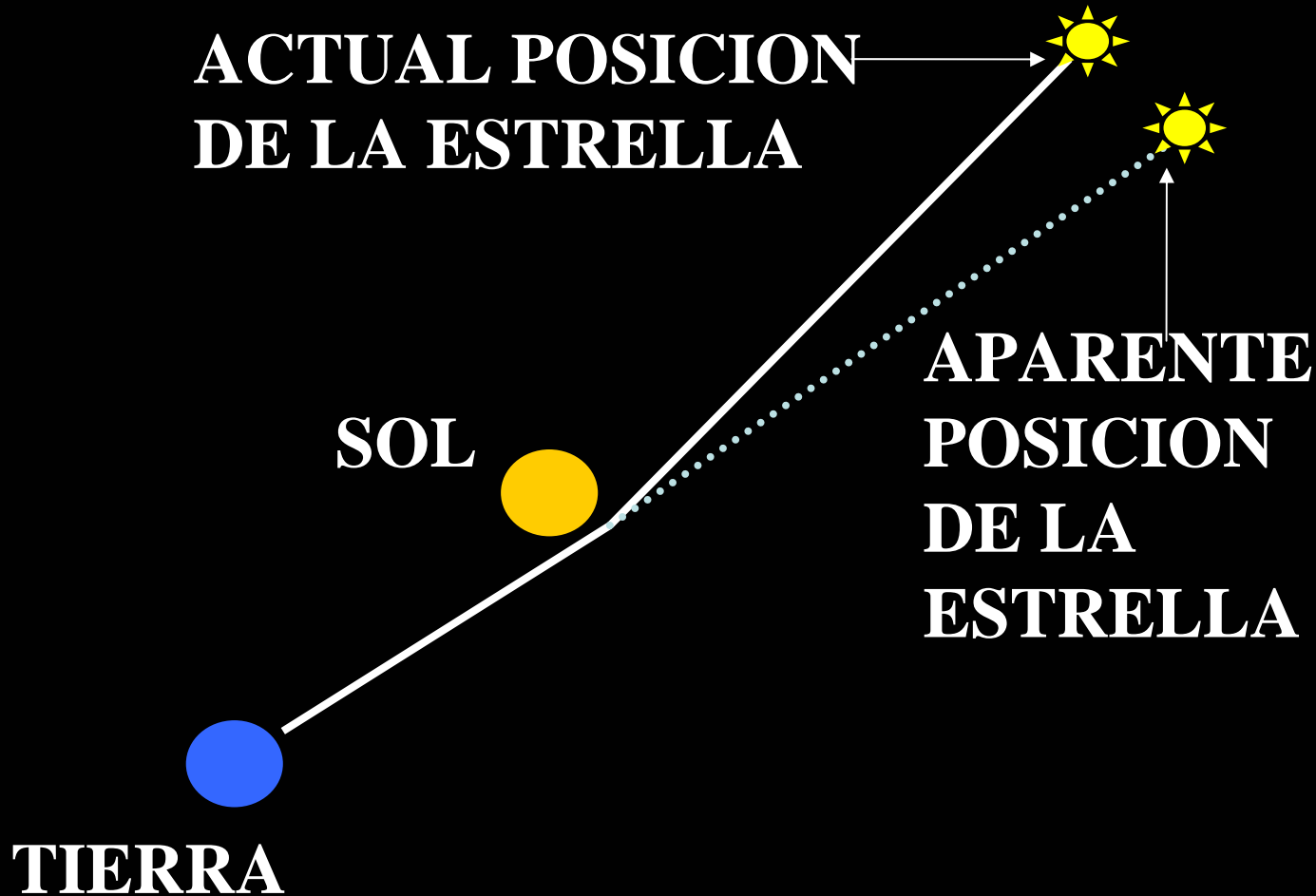
**LA MASA GRAVITATORIA
MODIFICA LA GEOMETRIA**

Órbitas de los planetas: Precesión del perihelio

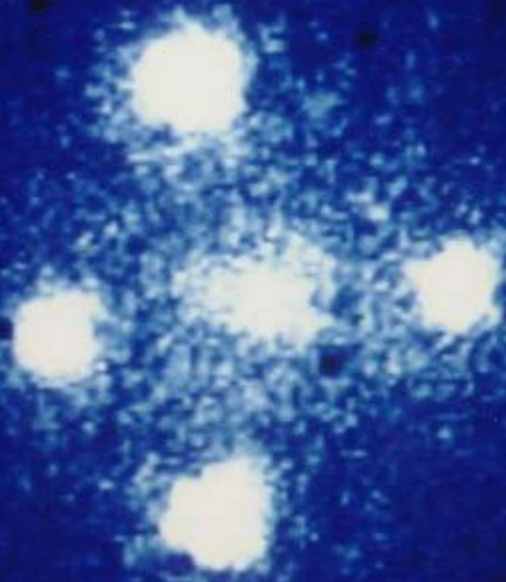


Precesión de Mercurio : Valor observado $43.11'' \pm 0.45$
(cada 100 años) Valor de la relatividad: $43.03''$

La gravedad curva la luz



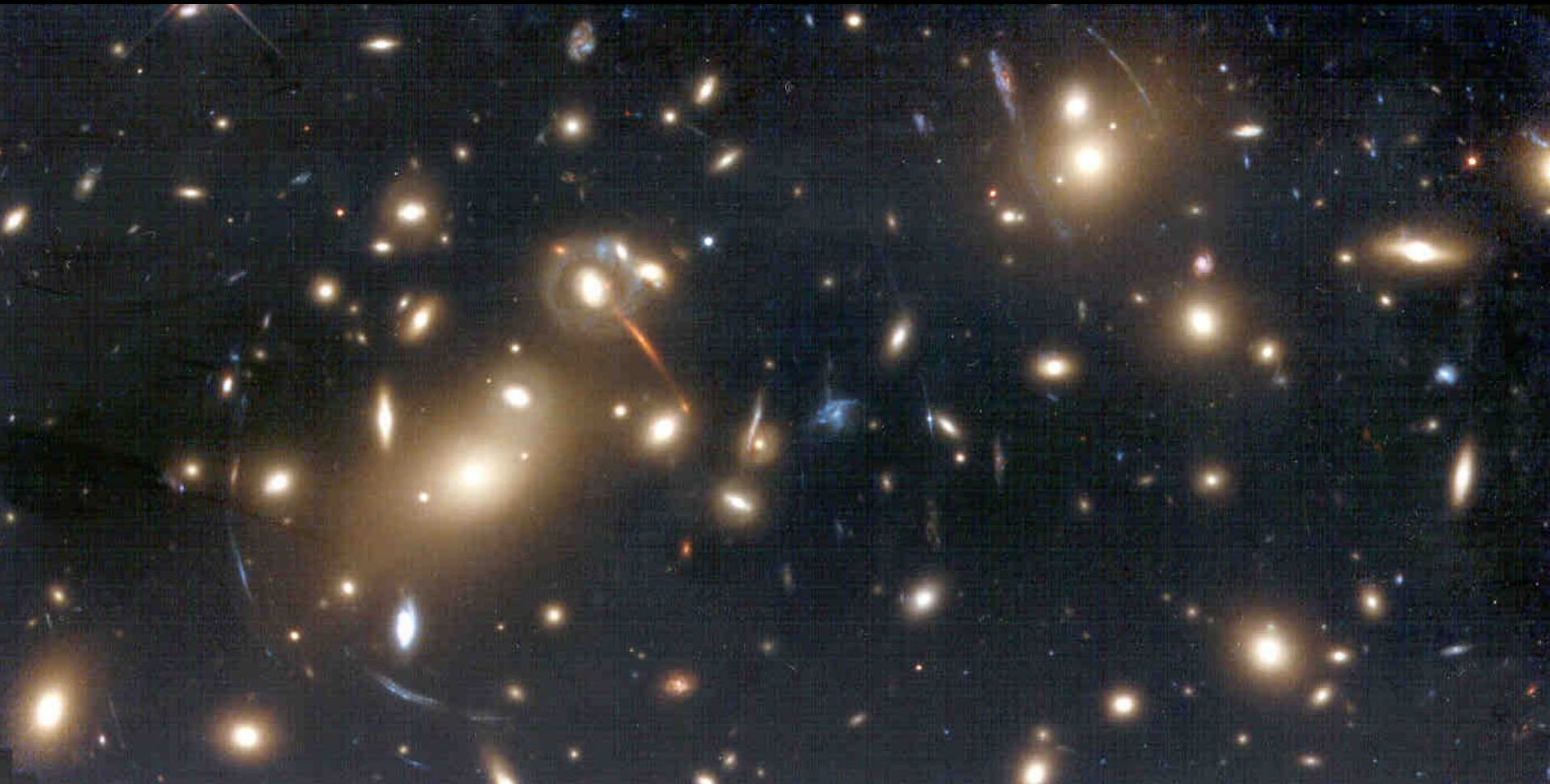
La cruz de Einstein: imágenes gravitacionales de un mismo cuasar



ARCOS GRAVITACIONALES



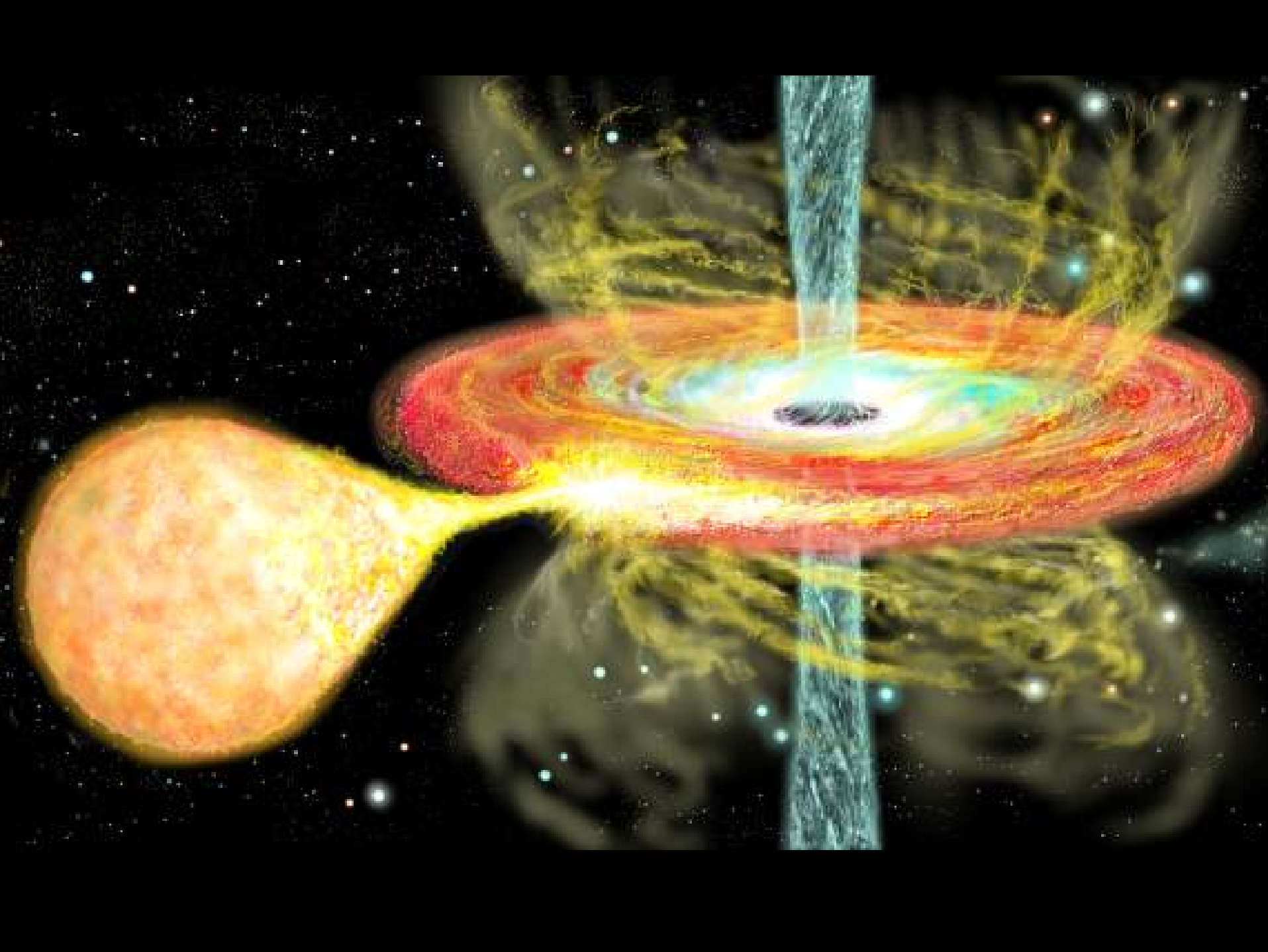
ARCOS GRAVITACIONALES



AGUJEROS NEGROS (BLACK HOLES)







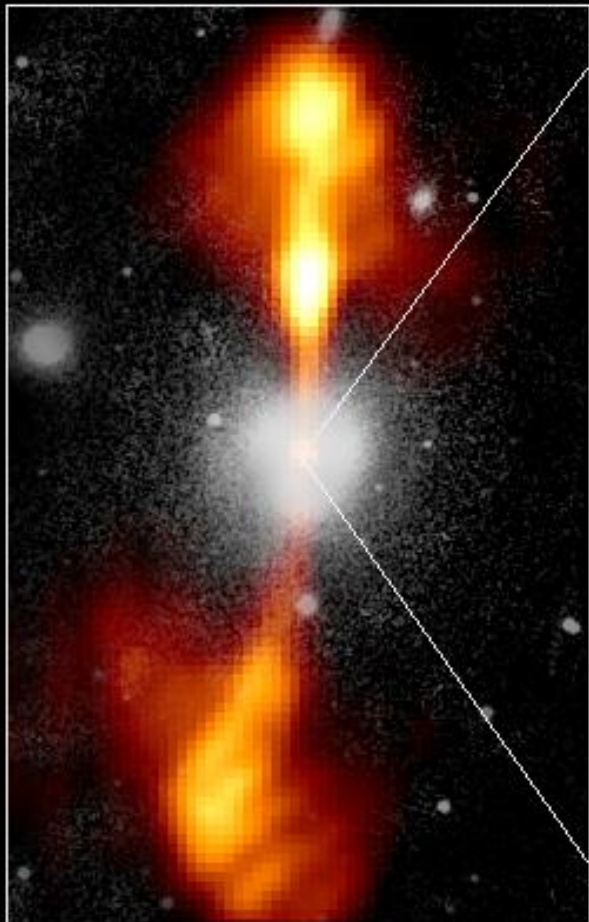


Core of Galaxy NGC 4261

Hubble Space Telescope

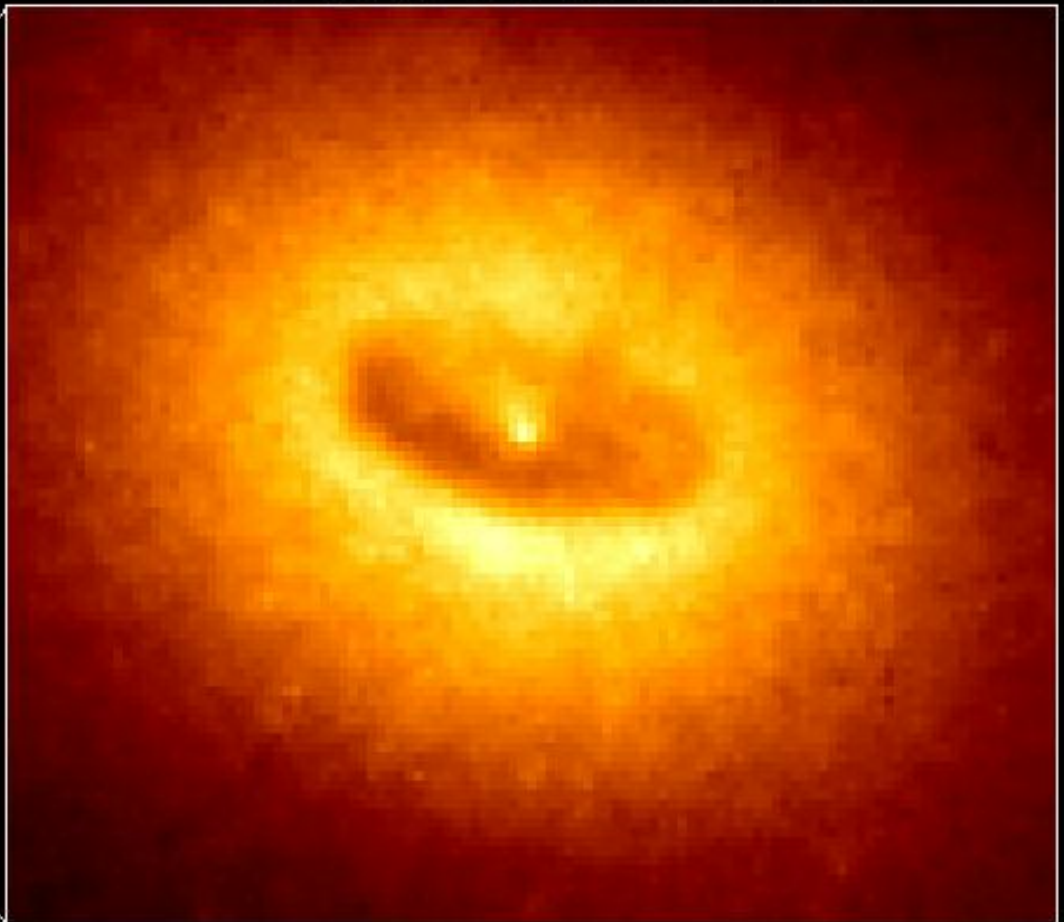
Wide Field / Planetary Camera

Ground-Based Optical/Radio Image

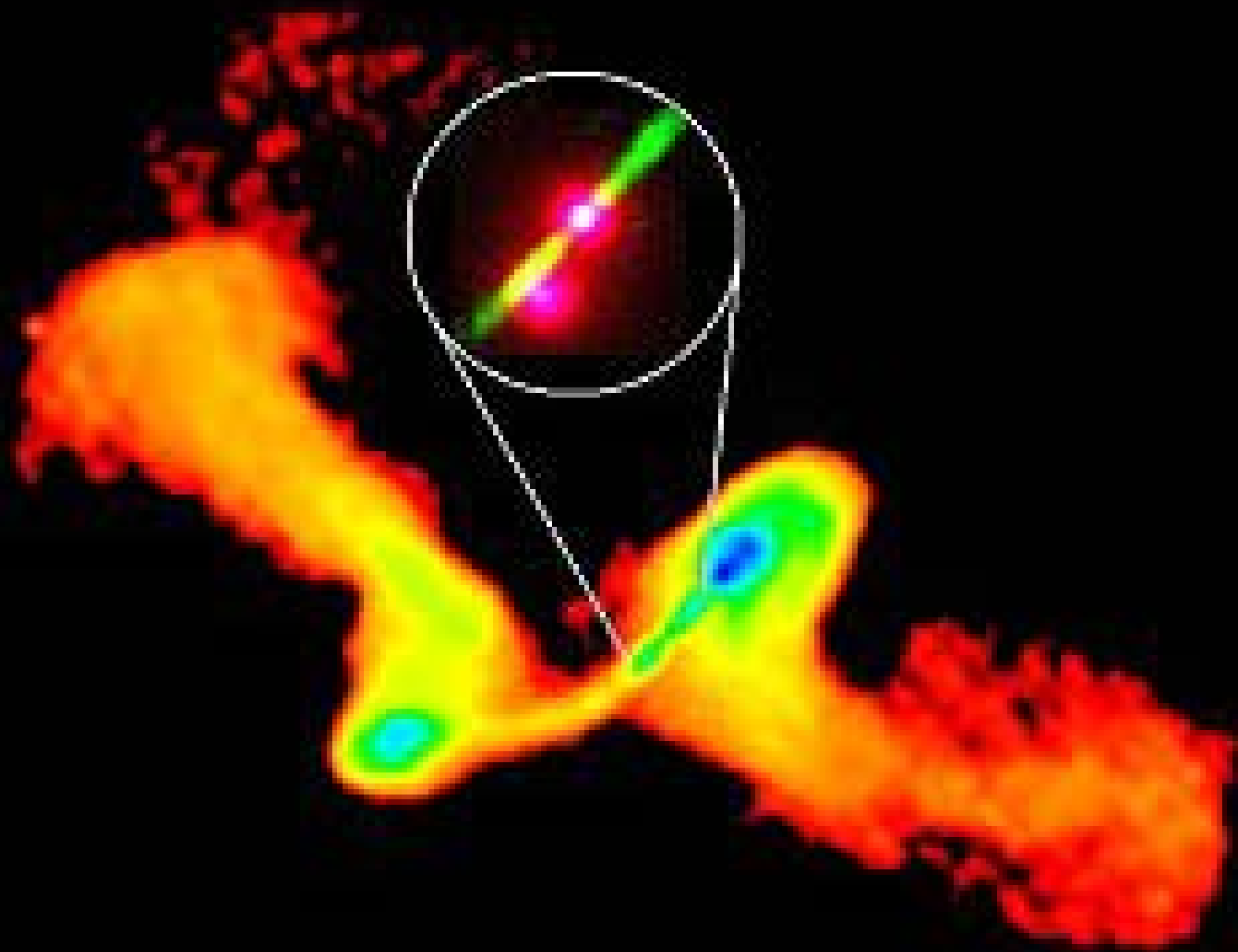


380 Arc Seconds
88,000 LIGHTYEARS

HST Image of a Gas and Dust Disk



17 Arc Seconds
400 LIGHTYEARS



COSMOLOGÍA

Observaciones fundamentales: La Ley de Hubble: $V = H \cdot D$

Principio Cosmológico:

- ❖ Son válidas las leyes físicas.
- ❖ El Universo es homogéneo e isótropo
- ❖ Intercambio de Observadores

La única descripción posible: **Relatividad General.**

Solución de Robertson-Walker-Friedmann

El Big-Bang. Radiación de fondo.

Universo Primitivo: Laboratorio Cósmico.

Unificación: Sueño de Einstein.

