

SAGITARIO A*

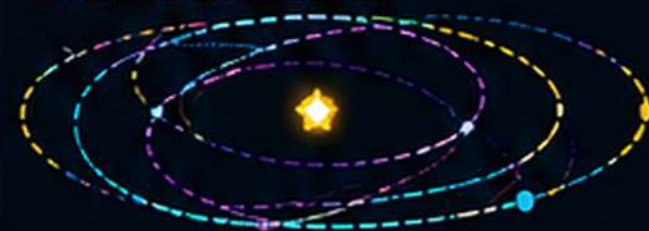
★ EL AGUJERO NEGRO DE NUESTRA GALAXIA ★



MAPA DE LA VÍA LÁCTEA

CENTRO
SAGITARIO A*

ÓRBITAS ESTELARES



¿QUÉ ES?

Es el agujero negro supermasivo del centro de la Vía Láctea. Su gravedad hace orbitar a estrellas cercanas a enorme velocidad.



TIPO DE OBJETO

Agujero negro supermasivo



UBICACIÓN

Centro de la Vía Láctea · constelación de Sagitario



DISTANCIA A LA TIERRA

≈ 26.000 años luz



MASA

≈ 4,3 millones de masas solares



TAMAÑO

Horizonte de sucesos ≈ 25 millones de km de diámetro



DISCO DE ACRECIÓN

Hoy es tenue, pero el gas cercano emite en radio, infrarrojo y rayos X



HORIZONTE DE SUCESOS

La frontera a partir de la cual ni siquiera la luz puede escapar



ENTORNO

Está rodeado por estrellas como S2, que permiten medir su masa



¿POR QUÉ ES ESPECIAL?

- Es el agujero negro supermasivo más cercano a la Tierra.
- En 2022 el Event Horizon Telescope mostró su sombra por primera vez.
- Nos ayuda a estudiar el centro de nuestra galaxia.



CURIOSIDADES

- La estrella S2 tarda unos 16 años en dar una vuelta completa a su alrededor.
- Aunque tiene millones de masas solares, su horizonte cabría dentro de la órbita de Mercurio.
- Su brillo cambia porque el gas caliente que lo rodea es muy variable.



IMAGEN DE LA SOMBRA (EVENT HORIZON TELESCOPE)



EHT



COMPARACIÓN VISUAL

Horizonte de sucesos ↔ órbita de Mercurio (comparación esquemática)

HORIZONTE DE SUCESOS
(≈ 25 MILLONES DE KM)



ÓRBITA DE MERCURIO
(≈ 58 MILLONES DE KM)





M87*

★ EL PRIMER AGUJERO NEGRO FOTOGRAFIADO ★

M87

IMAGEN HISTÓRICA DE M87*
EVENT HORIZON TELESCOPE



EL GRAN CHORRO DE M87

≈ 5.000 años luz



¿QUÉ ES?

Es el agujero negro supermasivo del centro de la galaxia M87. Fue el primero cuya sombra se obtuvo en una imagen.



TIPO DE OBJETO

Agujero negro supermasivo



UBICACIÓN

Centro de Messier 87 · cúmulo de Virgo · constelación de Virgo



DISTANCIA A LA TIERRA

≈ 55 millones de años luz



MASA

≈ 6,5 mil millones de masas solares



TAMAÑO

Horizonte de sucesos ≈ 40.000 millones de km



DISCO DE ACRECIÓN

Gas supercaliente girando alrededor del agujero negro



VELOCIDAD DE LOS CHORROS

El gran chorro de plasma viaja a velocidades cercanas a la de la luz



SOMBRA

La región oscura central fue observada por el Event Horizon Telescope



¿POR QUÉ ES ESPECIAL?

- En 2019 se convirtió en el primer agujero negro fotografiado.
- Su imagen confirmó una predicción famosa de la relatividad.
- Su gran chorro ayuda a estudiar cómo se alimentan los agujeros negros.



CURIOSIDADES

- Su chorro se extiende miles de años luz en el espacio.
- El anillo brillante cambia ligeramente con el tiempo.
- Su horizonte de sucesos es mucho mayor que todo el Sistema Solar.

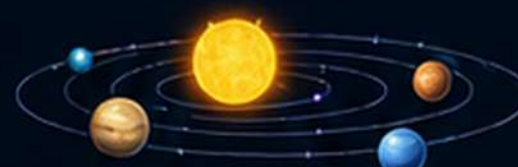


COMPARACIÓN VISUAL

Horizonte de sucesos ↔ Sistema Solar
(comparación esquemática)



HORIZONTE DE SUCESOS
(≈ 40.000 MILLONES DE KM)

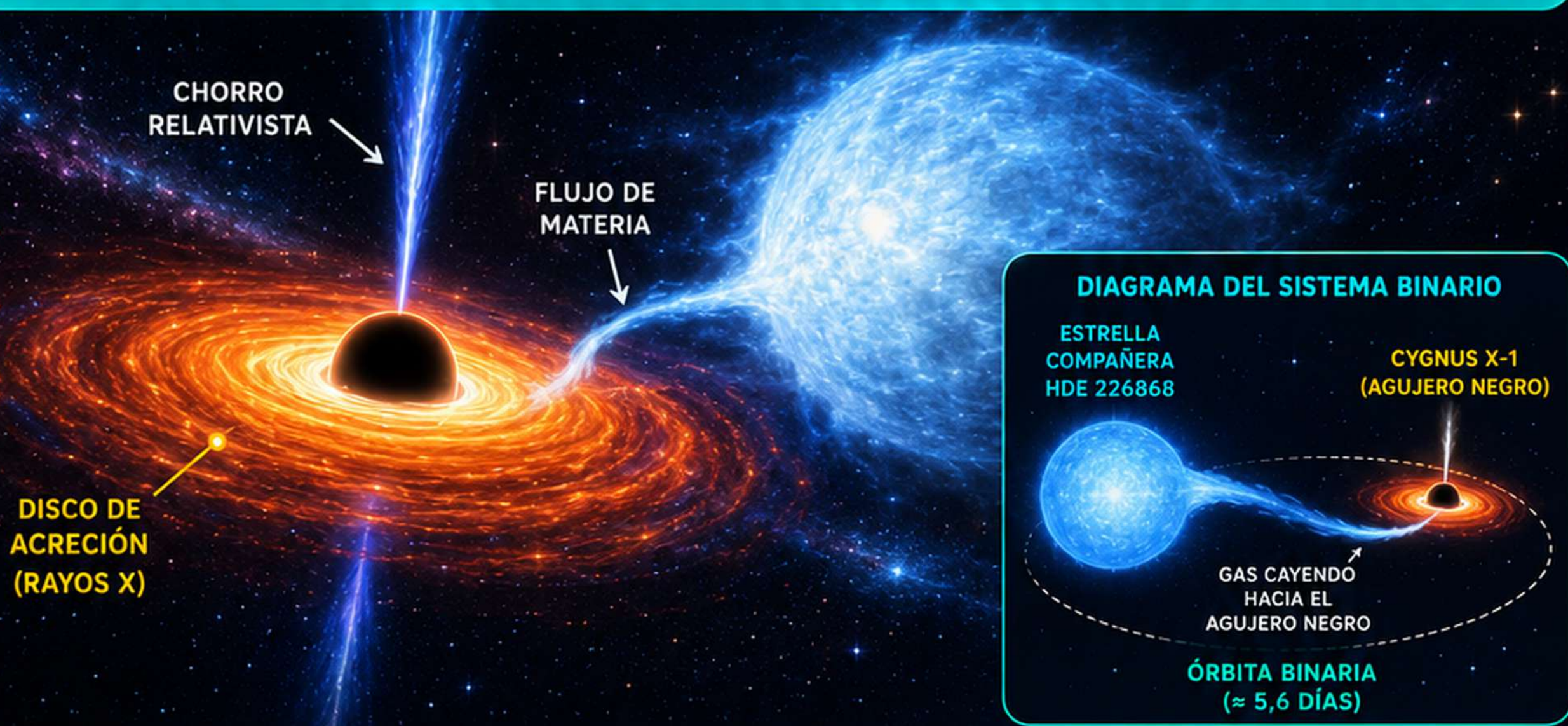


SISTEMA SOLAR
(≈ 20.000 MILLONES DE KM)



CYGNUS X-1

★ UNO DE LOS PRIMEROS GRANDES CANDIDATOS A AGUJERO NEGRO ★



¿QUÉ ES?

Es un agujero negro estelar en un sistema binario de rayos X. Absorbe materia de una estrella gigante cercana.



TIPO DE OBJETO

Agujero negro estelar • sistema binario de rayos X



UBICACIÓN

Constelación del Cisne • Vía Láctea



DISTANCIA A LA TIERRA

≈ 7.200 años luz



MASA

≈ 21 masas solares



TAMAÑO

Horizonte de sucesos ≈ 124 km



COMPAÑERO

La estrella azul supergigante HDE 226868



DISCO DE ACRECIÓN

El gas que cae se calienta muchísimo y emite rayos X



CHORROS

Produce chorros de materia observados en radio



¿POR QUÉ ES ESPECIAL?

- Fue uno de los primeros objetos que convenció a los astrónomos de que los agujeros negros existen.
- Es uno de los sistemas de rayos X más estudiados del cielo.
- Nos enseña cómo un agujero negro puede alimentarse de otra estrella.



CURIOSIDADES

- Se descubrió como una fuente intensa de rayos X en 1964.
- Su estrella compañera tarda unos 5,6 días en dar una vuelta al sistema.
- Aunque tiene mucha masa, su horizonte de sucesos es más pequeño que una ciudad grande.



COMPARACIÓN VISUAL

Agujero negro ↔ ciudad (comparación esquemática)



CIUDAD GRANDE (≈ 10-30 km de diámetro)



GAIA BH1



★ EL AGUJERO NEGRO CONFIRMADO MÁS CERCANO A LA TIERRA ★

GAIA BH1
(AGUJERO NEGRO)

ESTRELLA
COMPAÑERA
(COMO EL SOL)

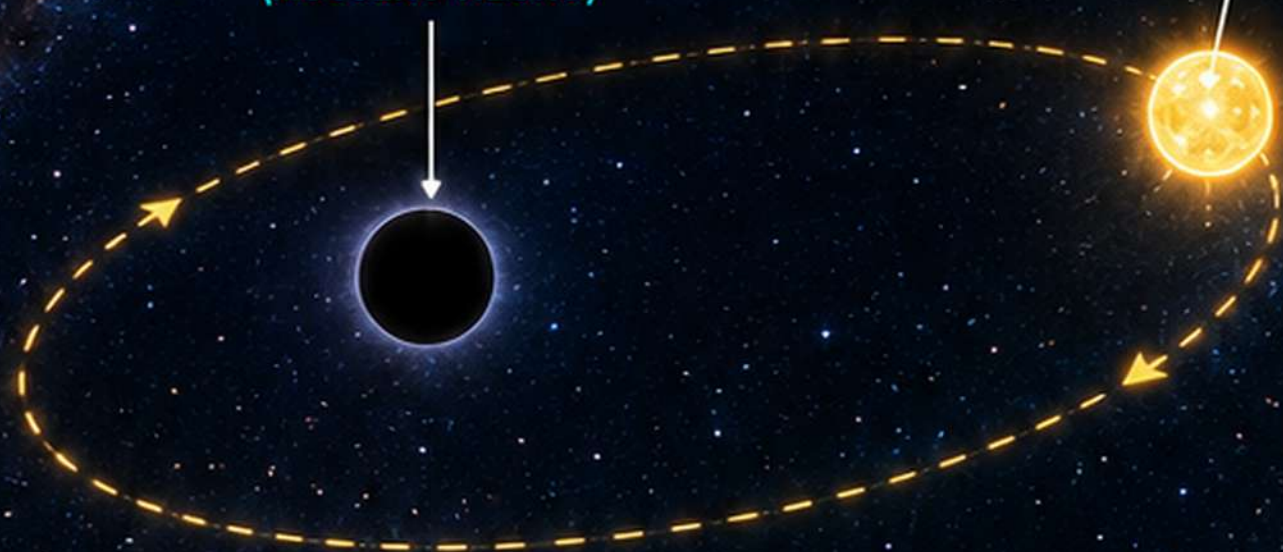


DIAGRAMA ORBITAL



El agujero negro no se ve directamente. Sabemos que está allí por cómo se mueve su estrella compañera.



¿QUÉ ES?

Es un agujero negro estelar en un sistema binario tranquilo. Lo conocemos por el movimiento de la estrella que lo acompaña.



TIPO DE OBJETO

Agujero negro estelar en sistema binario



UBICACIÓN

Constelación de Ofiuco • Vía Láctea



DISTANCIA A LA TIERRA

≈ 1.560 años luz



MASA

≈ 9,6 masas solares



TAMAÑO

Horizonte de sucesos ≈ 57 km



COMPAÑERO

Una estrella parecida al Sol



DISCO DE ACRECIÓN

No se detecta uno brillante; hoy es un sistema muy tranquilo



ÓRBITA

La estrella compañera tarda unos 186 días en completar su órbita



¿POR QUÉ ES ESPECIAL?

- Es el agujero negro confirmado más cercano a la Tierra.
- Se descubrió gracias a los datos de la misión Gaia.
- Demuestra que algunos agujeros negros pueden pasar casi desapercibidos.



CURIOSIDADES

- No destaca por grandes destellos de rayos X.
- Fue detectado por el vaivén de su estrella compañera.
- Está más cerca que muchos otros agujeros negros famosos de nuestra galaxia.



COMPARACIÓN VISUAL

Agujero negro ↔ ciudad
(comparación esquemática)



HORIZONTE DE SUCESOS
≈ 57 KM



V404 CYGNI

★ UN AGUJERO NEGRO MUY IMPREDECIBLE ★

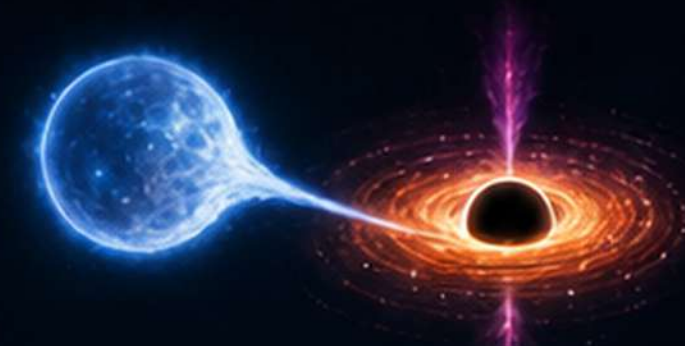
ESTRELLA
COMPAÑERA

DISCO DE
ACRECIÓN

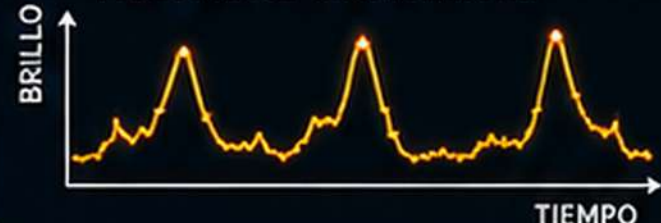
AGUJERO
NEGRO

ANILLOS DE ECOS DE LUZ

SISTEMA BINARIO DE RAYOS X



ACTIVIDAD CAMBIANTE



ECOS DE LUZ

La luz de los estallidos ilumina el polvo lejano, creando anillos que vemos con retraso.



¿QUÉ ES?

Es un agujero negro estelar en un sistema binario de rayos X. A veces se calma y otras veces produce estallidos muy intensos.



TIPO DE OBJETO

Agujero negro estelar · sistema binario de rayos X



UBICACIÓN

Constelación del Cisne · Vía Láctea



DISTANCIA A LA TIERRA

≈ 7.800 años luz



MASA

≈ 9 masas solares



TAMAÑO

Horizonte de sucesos ≈ 53 km



COMPAÑERO

Una estrella de aproximadamente media masa solar



ESTALLIDOS

Ha mostrado grandes brotes en 1938, 1956, 1989 y 2015



DISCO DE ACRECIÓN

Muy variable; puede brillar con enorme intensidad



¿POR QUÉ ES ESPECIAL?

- Es uno de los agujeros negros estelares más variables que conocemos.
- Sus estallidos permitieron ver ecos de luz en el polvo del espacio.
- Nos ayuda a estudiar cómo cambia un agujero negro cuando se alimenta mucho.



CURIOSIDADES

- Sus erupciones iluminaron nubes de polvo a su alrededor.
- Durante un gran brote puede cambiar de brillo en muy poco tiempo.
- A veces lanza chorros y a veces parece mucho más tranquilo.



IMAGEN DE LOS ECOS DE LUZ (EVENT HORIZON TELESCOPE)



COMPARACIÓN VISUAL

Agujero negro ↔ ciudad (comparación esquemática)



AGUJERO NEGRO (centro muy compacto)

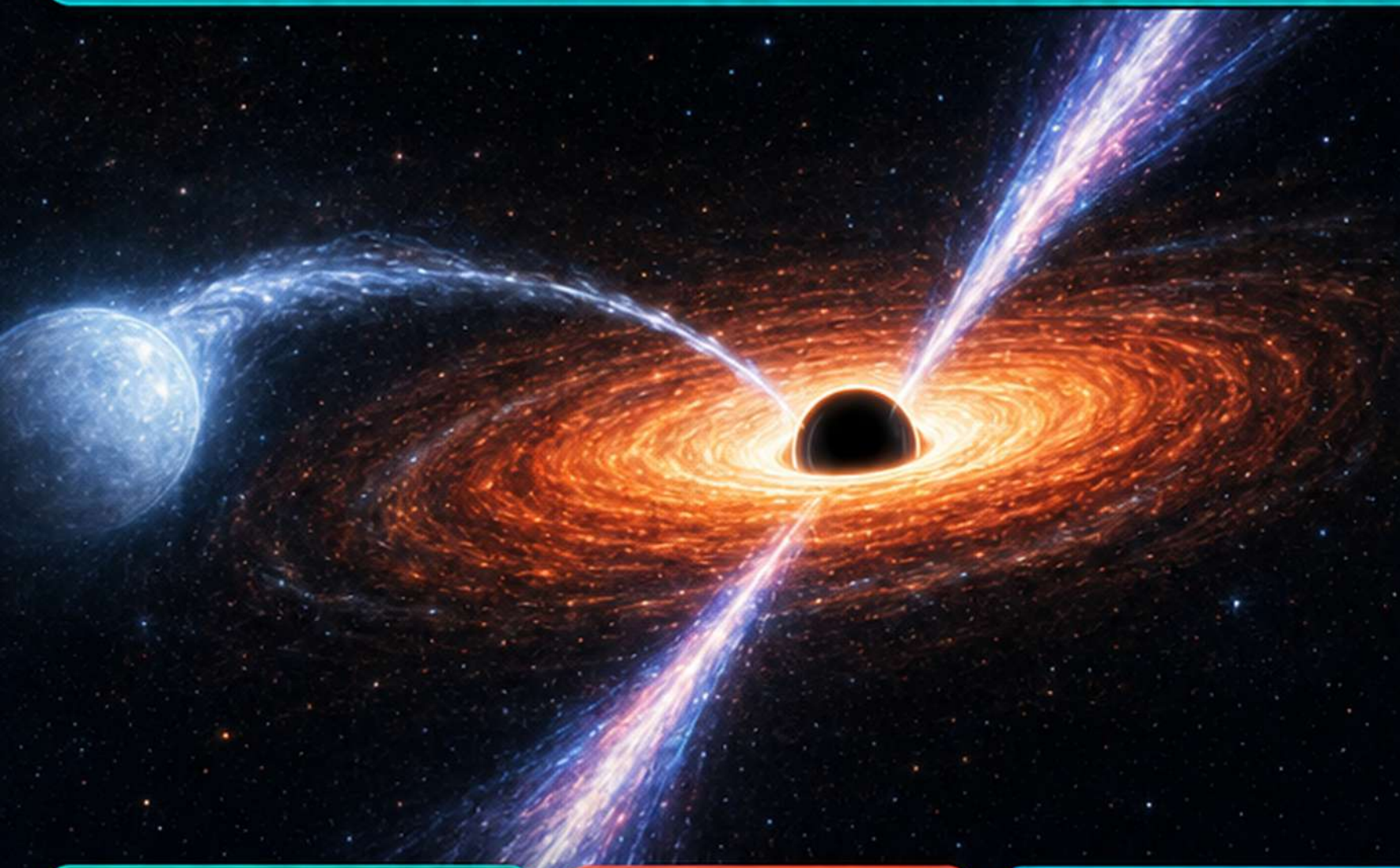
CIUDAD (todo el brillo a su alrededor)



GRO J1655-40



★ UN MICROCUÁSAR CON CHORROS VELOCES ★



¿POR QUÉ PARECEN MÁS RÁPIDOS QUE LA LUZ?

- 1 El chorro se mueve muy rápido casi hacia nosotros.
- 2 La luz tarda en alcanzarnos desde las partes traseras.
- 3 Por perspectiva, lo vemos avanzar más de lo que la luz recorre en ese tiempo.

No rompe la velocidad de la luz: es un efecto de perspectiva.



¿QUÉ ES?

Es un microcuásar: un agujero negro estelar que imita, en pequeño, a los cuásares gigantes. Absorbe materia y lanza chorros muy rápidos.



TIPO DE OBJETO

Microcuásar · agujero negro estelar en binaria de rayos X



UBICACIÓN

Constelación de Escorpio · Vía Láctea



DISTANCIA A LA TIERRA

≈ 5.500 años luz



MASA

≈ 6,3 masas solares



TAMAÑO

Horizonte de sucesos ≈ 37 km



VELOCIDAD DE LOS CHORROS

≈ 0,92 veces la velocidad de la luz



COMPAÑERO

Una estrella que pierde materia hacia el agujero negro



ESTALLIDOS

Sus brotes de rayos X revelan cambios rápidos en el disco



¿POR QUÉ ES ESPECIAL?

- Fue uno de los primeros microcuásares estudiados en detalle.
- Sus chorros mostraron un famoso efecto de velocidad aparente superlumínica.
- Ayuda a comparar agujeros negros pequeños con los de galaxias activas.



CURIOSIDADES

- Desde la Tierra, sus chorros pueden parecer más rápidos que la luz, pero es un efecto de perspectiva.
- Es un ejemplo de cómo un agujero negro pequeño puede comportarse como un cuásar.
- Su disco caliente emite intensos rayos X.



REPRESENTACIÓN ARTÍSTICA



COMPARACIÓN VISUAL

Velocidad de los chorros ↔ velocidad de la luz (comparación esquemática)

CHORROS DE GRO J1655-40
≈ 0,92 c

VELOCIDAD DE LA LUZ
(c)





HLX-1

★ UN POSIBLE AGUJERO NEGRO INTERMEDIO ★



MAPA DE LA GALAXIA ESO 243-49



ESO 243-49

- Galaxia espiral barrada
- HLX-1 está ubicado fuera del centro galáctico



¿QUÉ ES?

Es una fuente hiperluminosa de rayos X y uno de los mejores candidatos a agujero negro intermedio. Podría ser el eslabón entre los agujeros negros estelares y los supermasivos.



TIPO DE OBJETO

Candidato a agujero negro intermedio



UBICACIÓN

Galaxia ESO 243-49 · constelación del Fénix



DISTANCIA A LA TIERRA

≈ 290 millones de años luz



MASA

≈ 20.000 masas solares



TAMAÑO

Horizonte de sucesos ≈ 118.000 km



LUMINOSIDAD

Brilla muchísimo en rayos X



ESTALLIDOS

Ha mostrado erupciones repetidas que ayudan a estimar su masa



ENTORNO

Podría pertenecer al resto de una pequeña galaxia devorada



¿POR QUÉ ES ESPECIAL?

- Es uno de los candidatos más sólidos a agujero negro intermedio.
- Los agujeros negros de masa intermedia son muy difíciles de encontrar.
- Puede ayudarnos a entender cómo crecieron los agujeros negros gigantes.



CURIOSIDADES

- Está desplazado del centro de su galaxia anfitriona.
- Su brillo extremo en rayos X le dio el nombre de HLX, por *hyper-luminous X-ray source*.
- Podría estar dentro de un pequeño cúmulo estelar o del resto de una galaxia menor.



COMPARACIÓN VISUAL

Horizonte de sucesos ↔ diámetro de la Tierra (comparación esquemática)





TON 618



UN MONSTRUO CÓSMICO

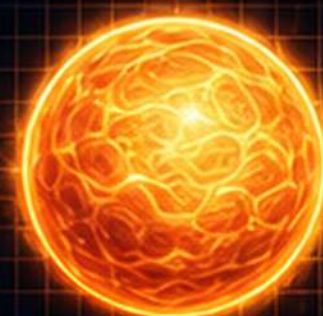


GALAXIA ANFITRIONA

COMPARACIÓN VISUAL DE MASA

TON 618

SAGITARIO A*



≈ 40.000
MILLONES
DE MASAS
SOLARES



≈ 4,3
MILLONES
DE MASAS
SOLARES

TON 618 ES APROXIMADAMENTE
9.300 VECES MÁS MASIVO
QUE SAGITARIO A*



¿QUÉ ES?

Es un cuásar hiperluminoso alimentado por un agujero negro gigantesco. Lo vemos tal como era cuando el universo era mucho más joven.



TIPO DE OBJETO

Cuásar hiperluminoso



UBICACIÓN

Dirección de Canes Venatici y Coma Berenices



DISTANCIA A LA TIERRA

≈ 18.200 millones de años luz de distancia actual estimada



MASA

≈ 40.000 millones de masas solares



TAMAÑO

Horizonte de sucesos ≈ 240.000 millones de km



DISCO DE ACRECIÓN

Gas extremadamente caliente girando a enorme velocidad



CHORROS

Es un cuásar activo y radioluminoso



LUMINOSIDAD

Su disco de acreción lo convierte en uno de los cuásares más brillantes conocidos



¿POR QUÉ ES ESPECIAL?

- Alberga uno de los agujeros negros más masivos conocidos.
- Su brillo nos permite estudiar el universo lejano.
- Es muchísimo más masivo que el agujero negro de la Vía Láctea.



CURIOSIDADES

- La luz que observamos salió cuando el universo era mucho más joven.
- El brillo del cuásar no viene del agujero negro, sino del gas supercaliente que cae hacia él.
- Su tamaño superaría con creces todo nuestro Sistema Solar.



CUÁSAR TON 618



TON 618

≈ 40.000 MILLONES DE MASAS SOLARES

COMPARACIÓN VISUAL

Masa de TON 618 ↔ masa de Sagittario A*
(comparación esquemática)

SAGITARIO A*

≈ 4,3 MILLONES DE MASAS SOLARES





PHOENIX A

★ UN TITÁN EN EL CÚMULO FÉNIX ★

AGUJERO NEGRO SUPERMASIVO

EN EL CENTRO DE LA GALAXIA CENTRAL DEL CÚMULO FÉNIX

BURBUJAS DE ENERGÍA

CAVIDADES INFLADAS POR CHORROS DEL NÚCLEO ACTIVO QUE CALIENTAN EL GAS DEL CÚMULO

NÚCLEO DEL CÚMULO FÉNIX

GAS CALIENTE MUY DENSO

AGUJERO NEGRO SUPERMASIVO PHOENIX A

FORMACIÓN ESTELAR INTENSA

NÚCLEO ACTIVO Y CHORROS DE ENERGÍA



¿QUÉ ES?

Es el agujero negro supermasivo de la galaxia central del Cúmulo Fénix. Su masa exacta es incierta, pero podría ser extraordinariamente grande.



TIPO DE OBJETO

Agujero negro supermasivo ultramasivo (estimación incierta)



UBICACIÓN

Galaxia central del Cúmulo Fénix • constelación del Fénix



DISTANCIA A LA TIERRA

≈ 5.800 millones de años luz



MASA

Podría superar decenas de miles de millones de masas solares; algunas estimaciones rondan ≈ 100.000 millones

ESTIMADO / INCIERTO



TAMAÑO

Si esa estimación es correcta, su horizonte podría superar ≈ 590.000 millones de km

ESTIMADO / INCIERTO



ENERGÍA

Su núcleo activo calienta el gas del cúmulo con chorros y burbujas



ENTORNO

Está inmerso en uno de los cúmulos más brillantes en rayos X



FORMACIÓN ESTELAR

En su galaxia central nacen estrellas a gran velocidad



¿POR QUÉ ES ESPECIAL?

- Se propone como uno de los agujeros negros más masivos conocidos.
- Su entorno muestra que un agujero negro no siempre logra frenar la formación de estrellas.
- Es clave para estudiar cúmulos de galaxias extremos.



CURIOSIDADES

- El Cúmulo Fénix contiene enormes cantidades de gas caliente.
- La masa exacta de Phoenix A sigue en debate.
- Su galaxia central forma estrellas mucho más rápido que la Vía Láctea.



COMPARACIÓN VISUAL

Horizonte estimado ↔ Sistema Solar (comparación esquemática)



HORIZONTE ESTIMADO

(≈ 590.000 MILLONES DE KM)



SISTEMA SOLAR

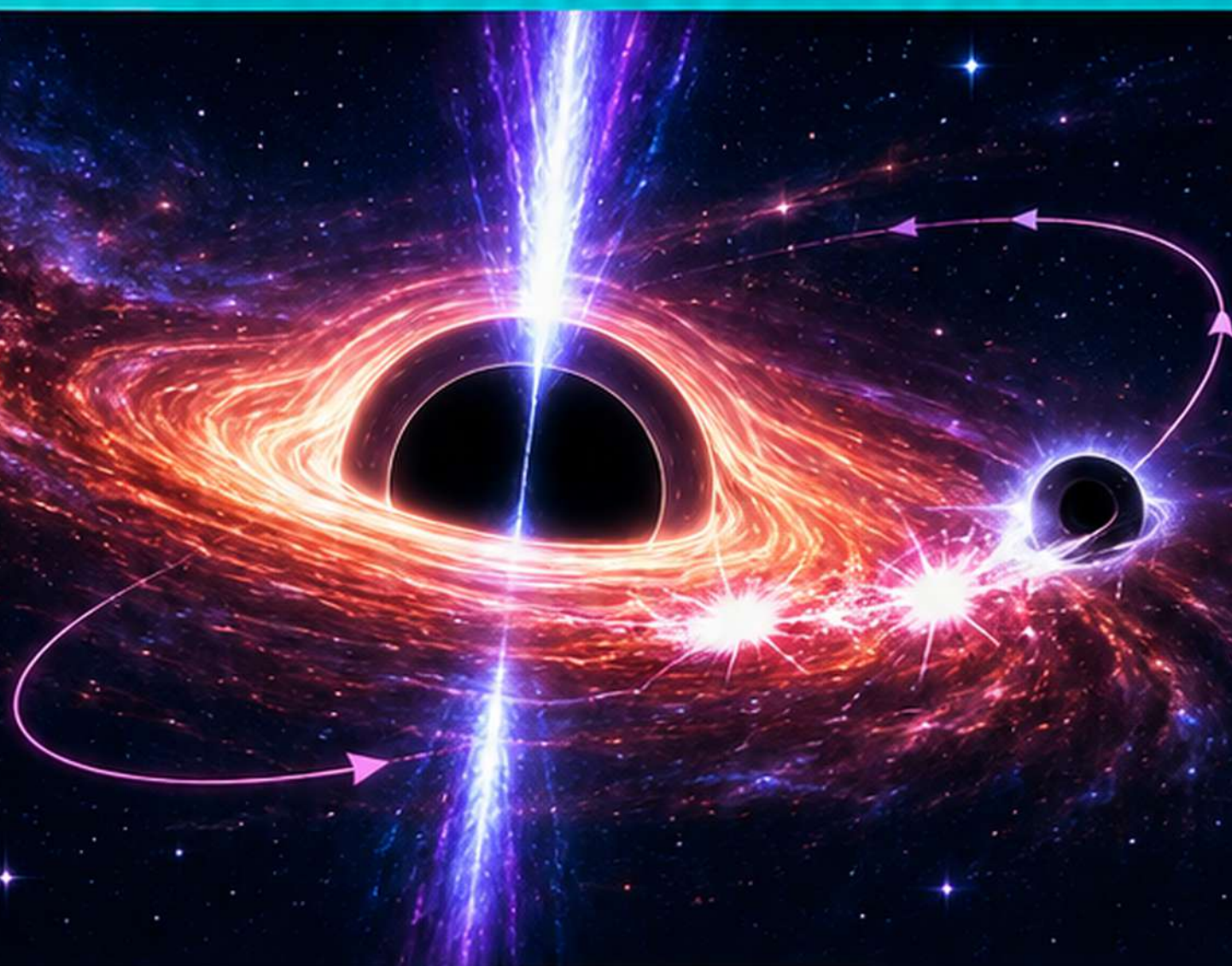
(≈ 60.000 MILLONES DE KM)



OJ 287



DOS AGUJEROS NEGROS EN DANZA



ÓRBITA DE OJ 287 CICLO DE 12 AÑOS



¿QUÉ ES?

Es un blázar muy activo que probablemente alberga dos agujeros negros supermasivos. El menor atraviesa el disco del mayor y produce grandes destellos.



TIPO DE OBJETO

Blázar · sistema binario de agujeros negros supermasivos



UBICACIÓN

Galaxia OJ 287 · constelación de Cáncer



DISTANCIA A LA TIERRA

≈ 5.000 millones de años luz



MASA

Primario ≈ 18.000 millones · secundario ≈ 150 millones de masas solares



TAMAÑO

Horizonte del primario ≈ 106.000 millones de km



ÓRBITA

El sistema muestra un ciclo de estallidos de unos 11-12 años



ESTALLIDOS

Cuando el agujero negro pequeño atraviesa el disco, produce flashes enormes



CHORRO

Como blázar, lanza un chorro dirigido casi hacia nosotros



¿POR QUÉ ES ESPECIAL?

- Es uno de los mejores candidatos a sistema binario de agujeros negros supermasivos.
- Sus destellos se han usado para poner a prueba ideas de la relatividad.
- Nos muestra cómo podrían fusionarse agujeros negros gigantes en el futuro.



CURIOSIDADES

- Sus grandes estallidos se repiten aproximadamente cada 12 años.
- Algunos de sus flashes llegan a brillar más que un billón de estrellas.
- Se lleva observando desde finales del siglo XIX.



COMPARACIÓN VISUAL

Órbita de OJ 287 ↔ 12 años
(comparación esquemática)



3C 273

★ EL CUÁSAR QUE CAMBIÓ NUESTRA VISIÓN DEL UNIVERSO ★

Galaxia anfitriona
(elíptica gigante)

DESCUBRIMIENTO HISTÓRICO

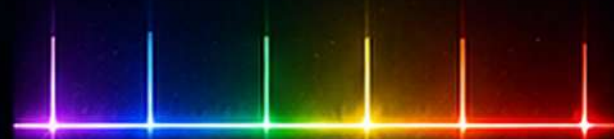


1963

Identificado por Maarten Schmidt como una fuente estelar con un espectro muy inusual.

ESPECTRO DE 3C 273

Gran corrimiento al rojo



Las líneas de emisión desplazadas hacia el rojo revelaron que 3C 273 está a miles de millones de años luz.



¿QUÉ ES?

Es un cuásar, el núcleo extremadamente brillante de una galaxia activa, alimentado por un agujero negro supermasivo.



TIPO DE OBJETO

Cuásar · núcleo galáctico activo



UBICACIÓN

Galaxia en la constelación de Virgo



DISTANCIA A LA TIERRA

≈ 2.500 millones de años luz



MASA

≈ 890 millones de masas solares



TAMAÑO

Horizonte de sucesos ≈ 5.000 millones de km



LUMINOSIDAD

Brilla más que toda su galaxia anfitriona



CHORRO

Lanza materia casi a la velocidad de la luz



¿POR QUÉ ES ESPECIAL?

- Fue el primer cuásar identificado, abriendo una nueva clase de objetos cósmicos.
- Ayudó a entender que el universo contiene núcleos galácticos activos muy energéticos.
- Su estudio cambió para siempre la astronomía moderna y la cosmología.



CURIOSIDADES

- En telescopios pequeños parece una estrella débil.
- Su chorro es uno de los más famosos y estudiados del cielo.
- Vemos la luz que emitió hace ≈ 2.500 millones de años.



COMPARACIÓN VISUAL

Masa de 3C 273 comparada con Sagitario A*



3C 273

≈ 890 millones de masas solares

VS.

Sagitario A*



≈ 4 millones de masas solares

Tamaño del horizonte de sucesos de 3C 273 comparado con el Sistema Solar



≈ 5.000 millones de km



Sistema Solar

≈ 12.000 millones de km



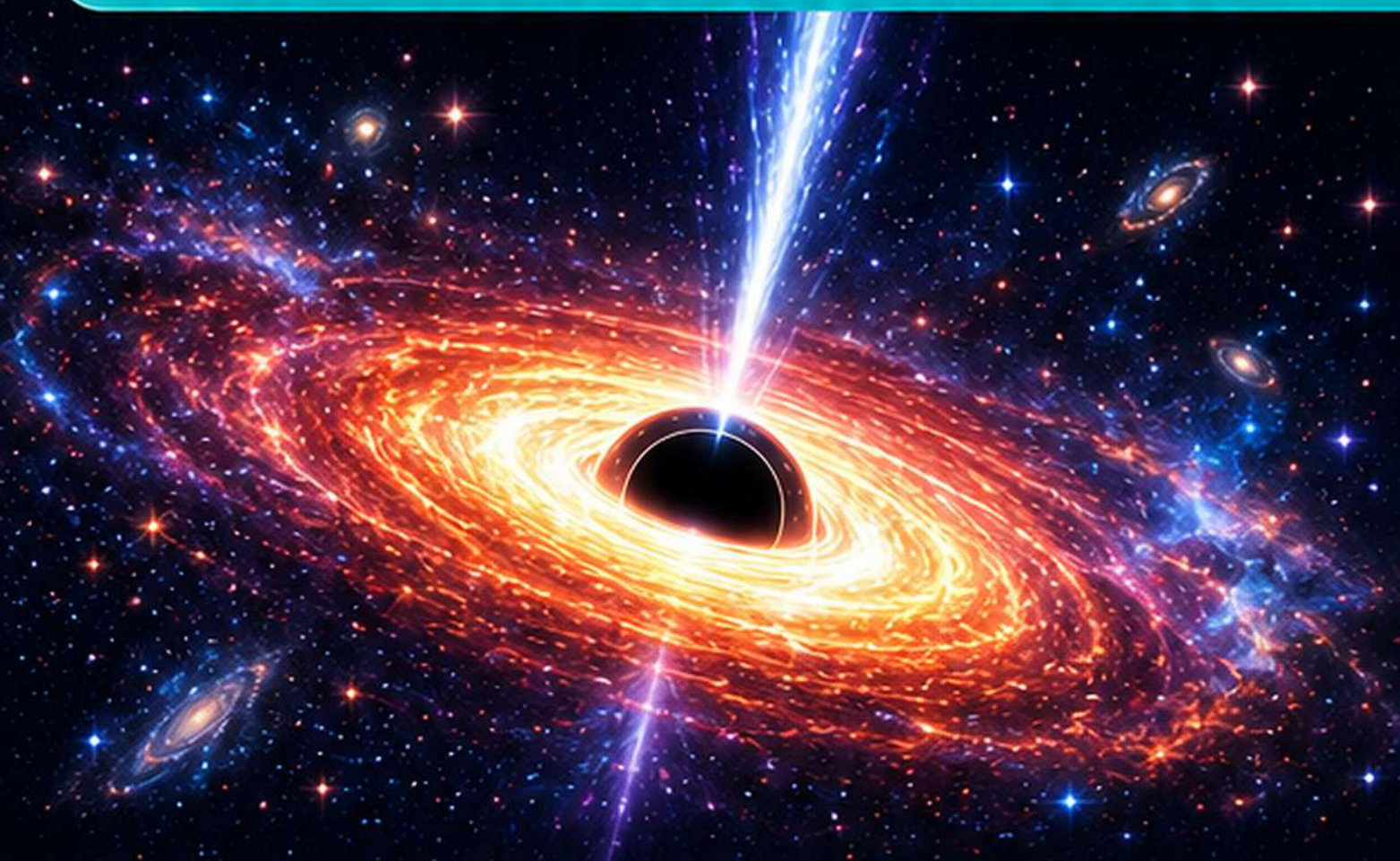


COLECCIÓN | AGUJEROS NEGROS Y OBJETOS EXTREMOS DEL UNIVERSO

J0313-1806



★ UN AGUJERO NEGRO GIGANTESCO DEL UNIVERSO PRIMITIVO ★



LÍNEA DEL TIEMPO CÓSMICA ¿DÓNDE APARECE J0313-1806?

BIG BANG 200 millones de años 400 millones de años 670 millones de años HOY 13.8 mil millones de años

J0313-1806
APARECE AQUÍ

J0313-1806 existía solo 670 millones de años después del Big Bang, cuando el universo era muy joven.



¿QUÉ ES?

Es un cuásar muy lejano cuyo agujero negro ya era gigantesco cuando el universo era muy joven.



TIPO DE OBJETO

Agujero negro supermasivo · cuásar



UBICACIÓN

Galaxia muy lejana del universo primitivo



DISTANCIA A LA TIERRA

≈ 13.000 millones de años luz



MASA

≈ 1.600 millones de masas solares



TAMAÑO

Horizonte de sucesos ≈ 9.000 millones de km



LUMINOSIDAD

Uno de los cuásares más luminosos del universo temprano



VIENTO / CHORROS

Expulsa gas muy energético



¿POR QUÉ ES ESPECIAL?

- Es uno de los agujeros negros más lejanos conocidos.
- Existía solo 670 millones de años después del Big Bang.
- Desafía las ideas sobre cómo crecieron tan rápido los primeros agujeros negros.



CURIOSIDADES

- Lo vemos tal como era en la infancia del cosmos.
- Su brillo viajó durante casi toda la historia del universo para llegar hasta nosotros.
- Probablemente estaba engullendo materia a gran velocidad.



COMPARACIÓN VISUAL

EDAD DEL UNIVERSO AL APARECER J0313-1806 VS HOY

670 MILLONES DE AÑOS

VS

13.800 MILLONES DE AÑOS (HOY)

MASA COMPARADA CON SAGITARIO A* (NUESTRO AGUJERO NEGRO CENTRAL)

J0313-1806



≈ 1.600 MILLONES de masas solares

VS

SAGITARIO A*



≈ 4 MILLONES de masas solares

* Comparaciones esquemáticas (no a escala).

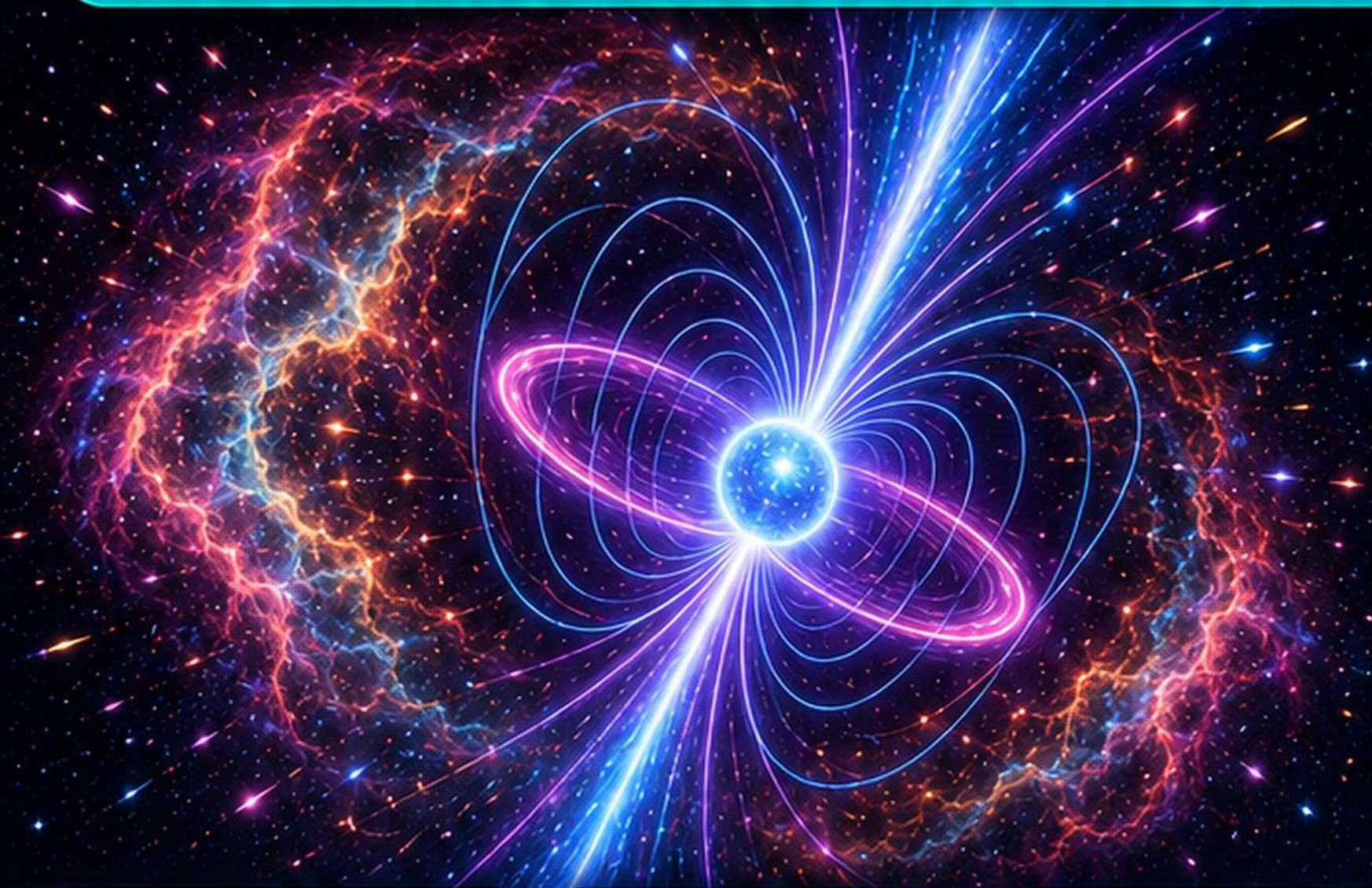


COLECCIÓN | AGUJEROS NEGROS Y OBJETOS EXTREMOS DEL UNIVERSO



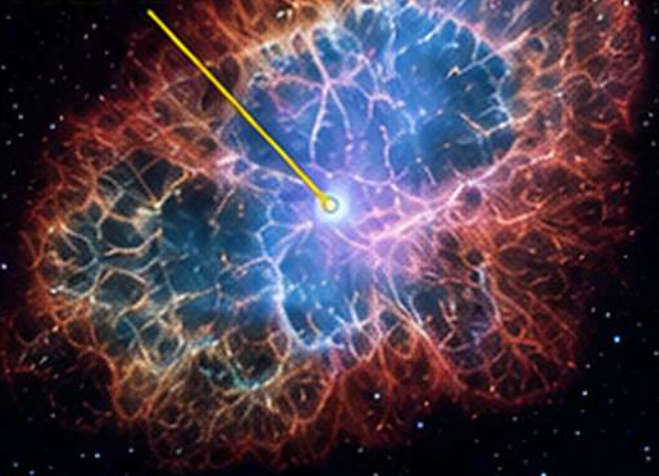
PÚLSAR DEL CANGREJO

★ EL CORAZÓN ULTRADENSO DE UNA SUPERNOVA ★



LA NEBULOSA DEL CANGREJO

PÚLSAR



30 PULSOS
POR SEGUNDO



¿QUÉ ES?

Es una estrella de neutrones muy densa que gira rápidamente y envía haces de radiación al espacio.



TIPO DE OBJETO

Púlsar · estrella de neutrones



UBICACIÓN

Nebulosa del Cangrejo · constelación de Tauro



DISTANCIA A LA TIERRA

≈ 6.500 años luz



MASA

≈ 1,4 masas solares



TAMAÑO

Diámetro ≈ 20 km



PERIODO DE ROTACIÓN

≈ 33 milisegundos



CAMPO MAGNÉTICO

Enorme, alrededor de un billón de veces el de la Tierra



ENERGÍA

Alimenta la nebulosa con partículas muy energéticas



¿POR QUÉ ES ESPECIAL?

- Es el motor de la Nebulosa del Cangrejo.
- Nació en la supernova observada en 1054.
- Es uno de los púlsares más estudiados.



CURIOSIDADES

- Gira unas 30 veces por segundo (30 pulsos por segundo).
- Su tamaño es parecido al de una ciudad pequeña.
- Acelera partículas casi hasta la velocidad de la luz.



COMPARACIÓN VISUAL

ESTRELLA DE NEUTRONES

Diámetro ≈ 20 km
(como una ciudad pequeña)



VS.

PULSOS POR SEGUNDO

≈ 30 pulsos por segundo



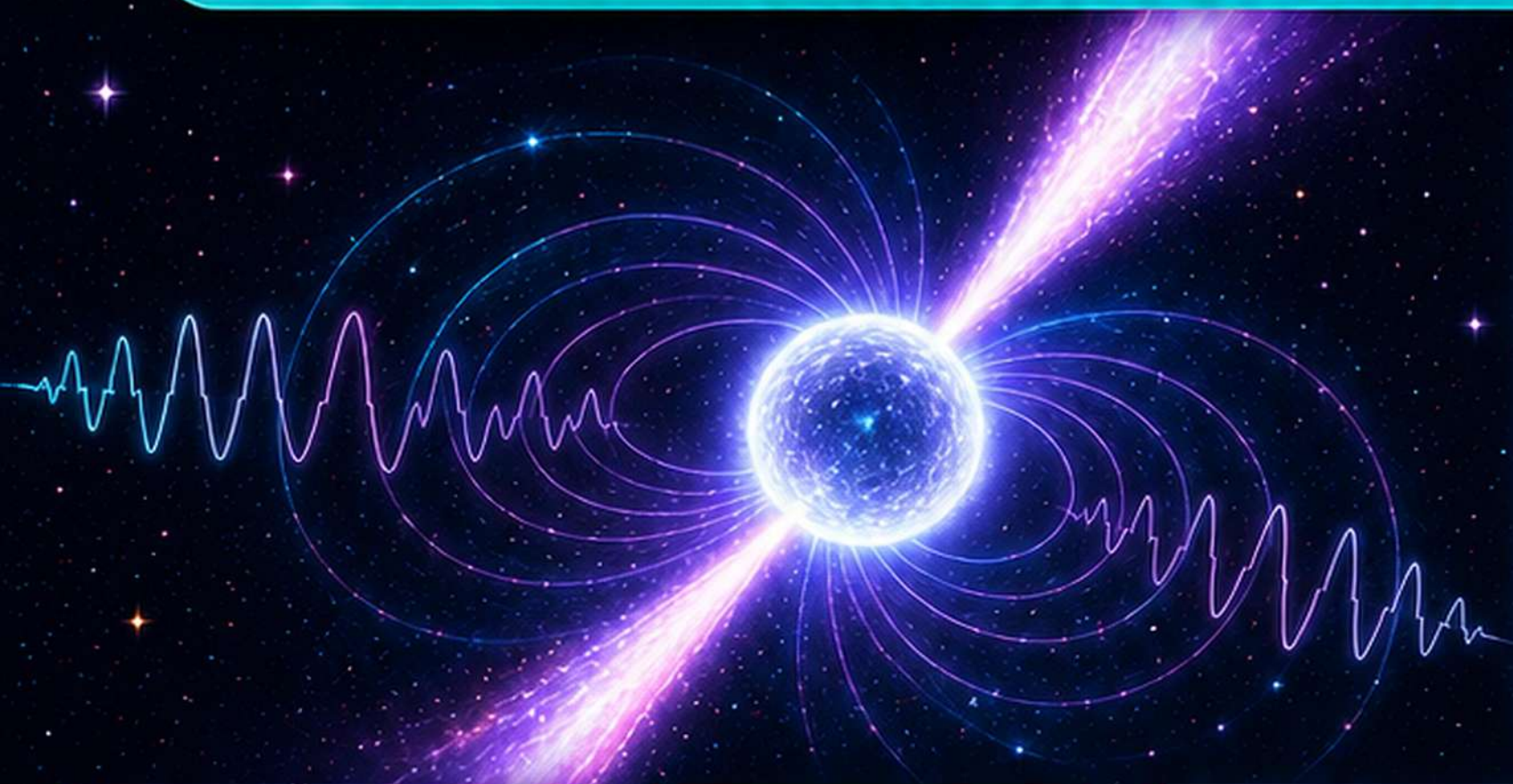


COLECCIÓN | AGUJEROS NEGROS Y OBJETOS EXTREMOS DEL UNIVERSO

PSR B1919+21



★ EL PRIMER PÚLSAR DESCUBIERTO ★



SU DESCUBRIMIENTO: 1967

Detectado por casualidad durante un experimento con el radiotelescopio de Cambridge (Reino Unido).



Al principio su señal fue tan extraña que el equipo la etiquetó como:

★ “LGM-1” ★



¿QUÉ ES?

Es una estrella de neutrones que gira y emite pulsos regulares de radio.



TIPO DE OBJETO

Púlsar de radio



UBICACIÓN

Constelación de Vulpecula · Vía Láctea



DISTANCIA A LA TIERRA

≈ 1.000 años luz



MASA

≈ 1,4 masas solares



TAMAÑO

Diámetro ≈ 20 km



PERIODO DE ROTACIÓN

≈ 1,337 segundos



SEÑAL DE RADIO

Pulsos muy regulares detectados por radiotelescopios



¿POR QUÉ ES ESPECIAL?

- Fue el primer púlsar descubierto.
- Al principio su señal sorprendió tanto que recibió el apodo LGM-1.
- Abrió una nueva rama de la astronomía.



CURIOSIDADES

- Jocelyn Bell Burnell ayudó a descubrirlo cuando era estudiante.
- Su señal era tan regular que pareció extraña al principio.
- Mostró que las estrellas de neutrones realmente existen.



COMPARACIÓN VISUAL

PSR B1919+21

Diámetro ≈ 20 km



CIUDAD (aprox.)

Diámetro ≈ 10-20 km



PERIODO DE ROTACIÓN COMPARADO

PSR B1919+21

≈ 1,337 segundos



01:33:70



SEGUNDO DE RELOJ

≈ 1,337 segundos



GIRA RÁPIDO Y EMITE LUZ COMO UN FARO CÓSMICO

Cada pulso que detectamos es un destello del universo profundo.



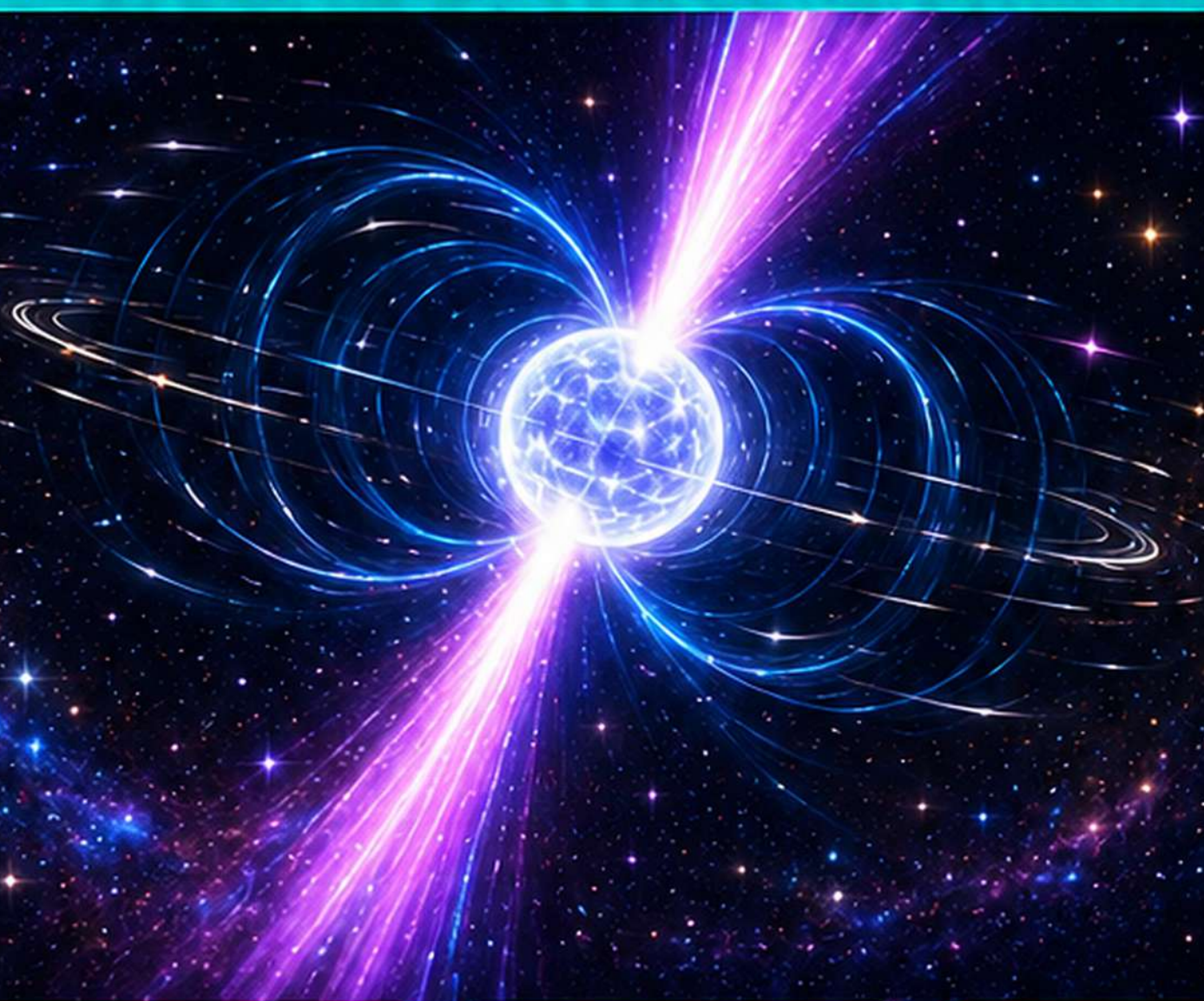


COLECCIÓN | AGUJEROS NEGROS Y OBJETOS EXTREMOS DEL UNIVERSO



PSR J1748-2446ad

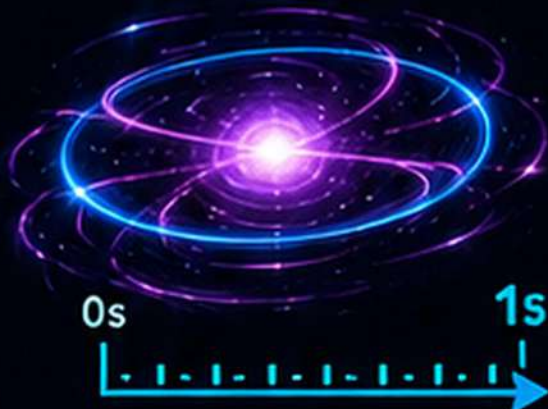
★ LA ESTRELLA QUE GIRA 716 VECES POR SEGUNDO ★



716 GIROS EN 1 SEGUNDO



716
vueltas
en 1 segundo



UBICACIÓN EN EL CÚMULO TERZAN 5
CÚMULO GLOBULAR TERZAN 5



CONSTELACIÓN DE SAGITARIO



¿QUÉ ES?

Es el púlsar más rápido conocido: una estrella de neutrones que gira a una velocidad asombrosa.



TIPO DE OBJETO

Púlsar de milisegundo



UBICACIÓN

Cúmulo globular Terzan 5 · constelación de Sagitario



DISTANCIA A LA TIERRA

≈ 19.000 años luz



MASA

≈ 1,4 masas solares



TAMAÑO

Diámetro ≈ 20 km



ROTACIÓN

716 veces por segundo



PERIODO DE ROTACIÓN

≈ 1,4 milisegundos

¿POR QUÉ ES ESPECIAL?



Es el púlsar más rápido conocido.



Gira más rápido que muchos aparatos cotidianos.



Ayuda a estudiar los límites de la materia ultradensa.



CURIOSIDADES

- Está en un cúmulo globular repleto de estrellas muy antiguas.
- Tiene una precisión increíble: sus pulsos son como un reloj cósmico.
- Una estrella tan pequeña puede girar increíblemente deprisa sin romperse.



COMPARACIÓN VISUAL

PSR J1748-2446ad

716 vueltas en 1 segundo



716
vueltas

VS

UN SEGUNDO DE RELOJ

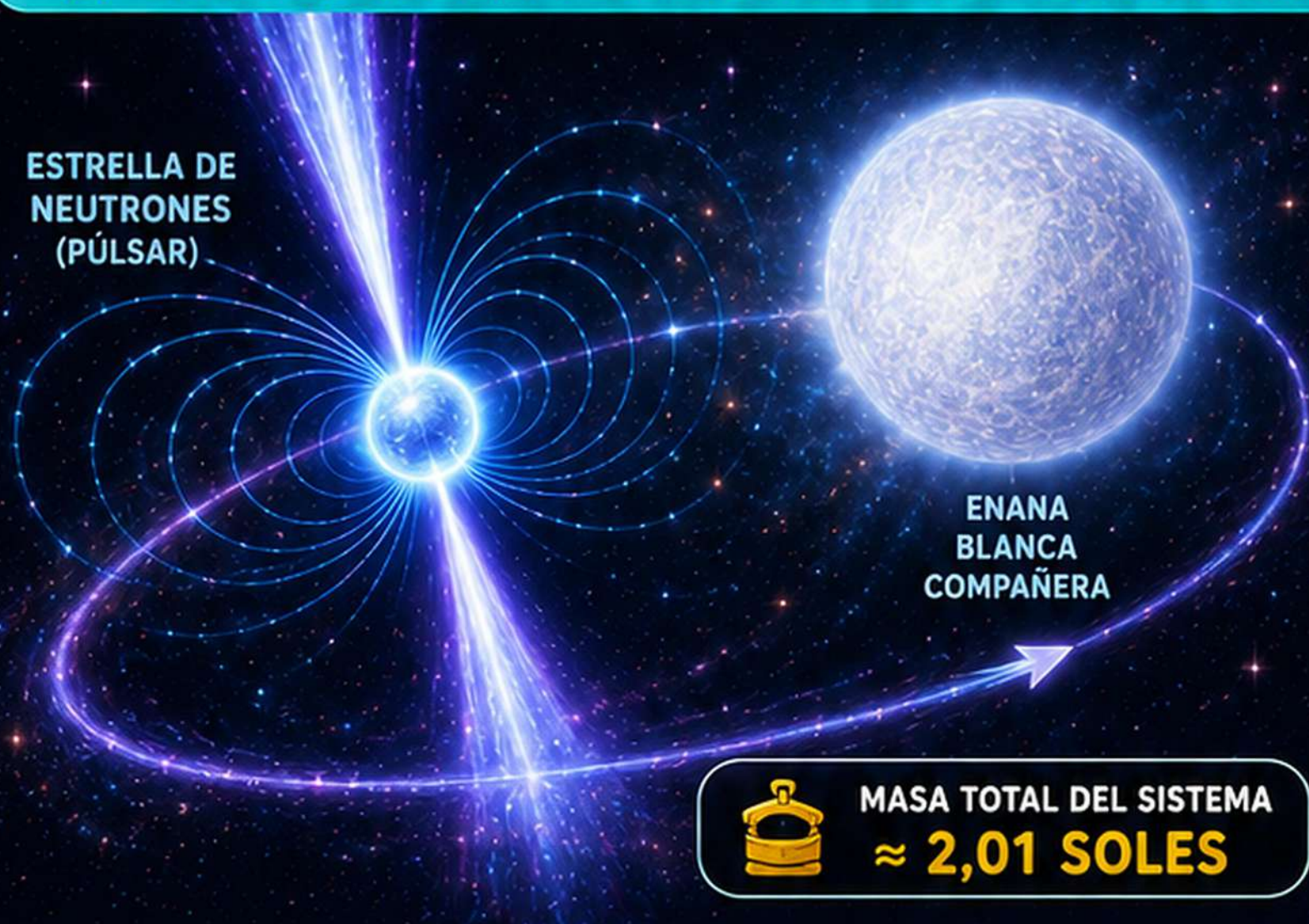
1 vuelta en 1 segundo



1
vuelta

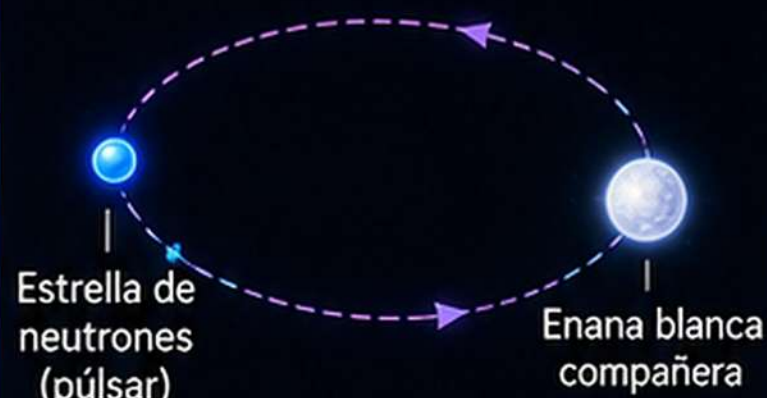
PSR J0348+0432

★ UNA ESTRELLA DE NEUTRONES EXTRAORDINARIAMENTE MASIVA ★



SISTEMA BINARIO

Órbita elíptica



- Estrella de neutrones
Emite pulsos de radiación
- Enana blanca
Compañera en la órbita



¿QUÉ ES?

Es una estrella de neutrones extremadamente masiva en un sistema binario con una enana blanca.



TIPO DE OBJETO

Pulsar · estrella de neutrones en sistema binario



UBICACIÓN

Vía Láctea · constelación de Tauro

TAURO



DISTANCIA A LA TIERRA

≈ 7.000 años luz



MASA

≈ 2,01 masas solares



TAMAÑO

Diámetro ≈ 20–25 km



20–25 km



COMPAÑERO

Una enana blanca



GRAVEDAD

Su fuerte gravedad ayudó a poner a prueba la relatividad



¿POR QUÉ ES ESPECIAL?

- Es una de las estrellas de neutrones más masivas medidas con precisión.
- Ayuda a estudiar la materia ultradensa en condiciones extremas.
- Su sistema binario sirve para probar la gravedad en regímenes extremos.



CURIOSIDADES

- Comprime más de dos soles en un objeto del tamaño de una ciudad.
- Orbita junto a una enana blanca en un sistema binario muy estable.
- Su gran masa pone límites a las teorías sobre el interior de las estrellas de neutrones.



COMPARACIÓN VISUAL

MASA: PSR J0348+0432 vs. EL SOL (comparación esquemática)



≈ 2,01 masas solares

1 masa solar

TAMAÑO: ESTRELLA DE NEUTRONES vs. CIUDAD (comparación esquemática)

≈ 20–25 km de diámetro



≈ 20–30 km de diámetro

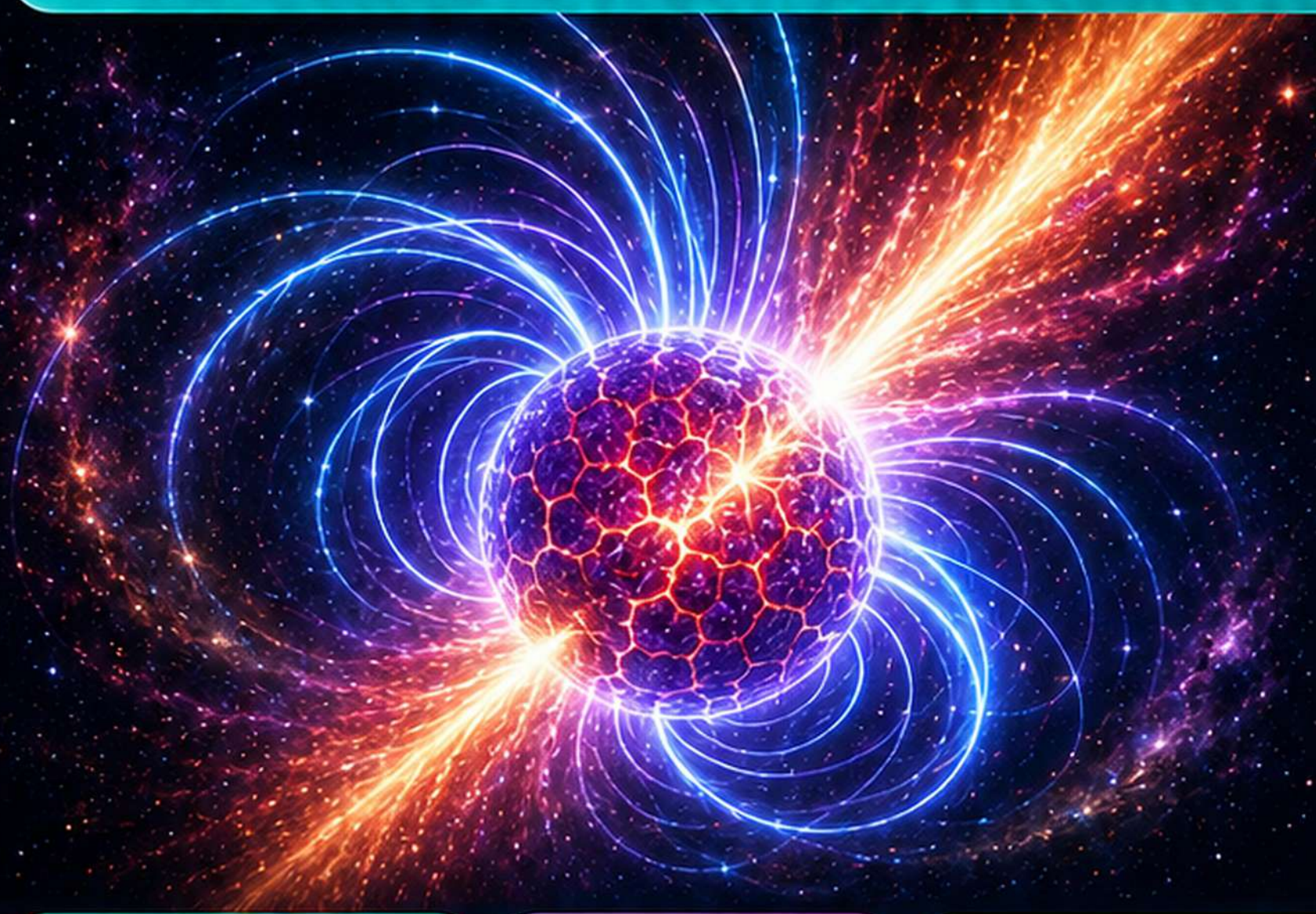


COLECCIÓN | AGUJEROS NEGROS Y OBJETOS EXTREMOS DEL UNIVERSO

SGR 1806-20



★ UN MAGNETAR CON UN CAMPO MAGNÉTICO EXTREMO ★



LA GRAN LLAMARADA DE 2004

El 27 de diciembre de 2004, SGR 1806-20 produjo una de las mayores llamaradas jamás registradas en nuestra galaxia.



ONDA DE CHOQUE



La onda de choque alteró la ionosfera terrestre, afectando las comunicaciones de radio durante varios minutos.



¿QUÉ ES?

Es un magnetar: una estrella de neutrones con un campo magnético extraordinariamente intenso.



TIPO DE OBJETO

Magnetar



UBICACIÓN

Vía Láctea · dirección de la constelación de Sagitario



DISTANCIA A LA TIERRA

≈ 50.000 años luz



MASA

≈ 1,4 masas solares



TAMAÑO

Diámetro ≈ 20 km



CAMPO MAGNÉTICO

Entre los más intensos conocidos



PERIODO DE ROTACIÓN

≈ 7,6 segundos



ESTALLIDOS

Produce poderosas llamaradas de rayos gamma y rayos X



¿POR QUÉ ES ESPECIAL?

- Su gran flare de 2004 fue uno de los eventos más energéticos vistos en nuestra galaxia.
- Su campo magnético es monstruosamente fuerte.
- Nos enseña cómo se comporta la materia en condiciones extremas.



CURIOSIDADES

- Una gran llamarada de 2004 de SGR 1806-20 alteró la ionosfera terrestre, interrumpiendo temporalmente las comunicaciones de radio.
- Un magnetar es una versión supermagnetizada de una estrella de neutrones: su densidad es enorme y su campo magnético es billones de veces más fuerte que el de la Tierra.
- Su superficie puede sufrir "starquakes" (terremotos estelares) que liberan enormes cantidades de energía.



STARQUAKE



COMPARACIÓN VISUAL

Campo magnético del magnetar frente al de la Tierra (comparación esquemática)

CAMPO DE SGR 1806-20



~ 10^{14} - 10^{15} gauss
(billones de veces más fuerte)

VS.

CAMPO DE LA TIERRA



~ 0,5 gauss

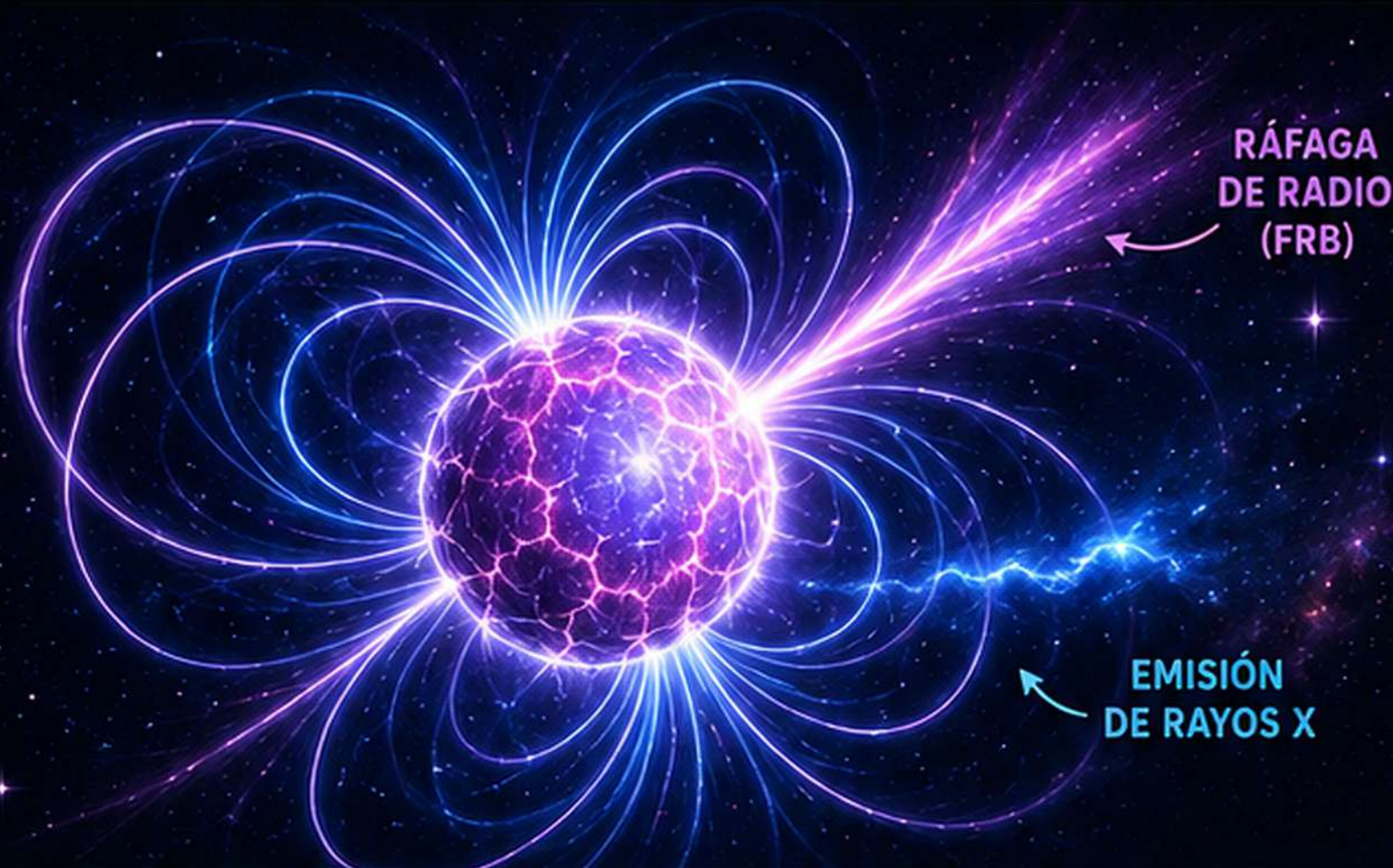


COLECCIÓN | AGUJEROS NEGROS Y OBJETOS EXTREMOS DEL UNIVERSO



SGR 1935+2154

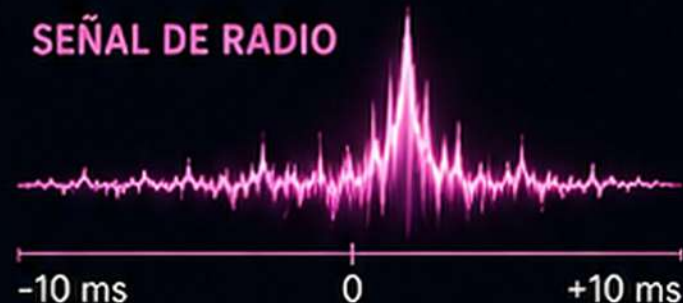
★ EL MAGNETAR QUE AYUDÓ A EXPLICAR LAS RÁFAGAS RÁPIDAS DE RADIO ★



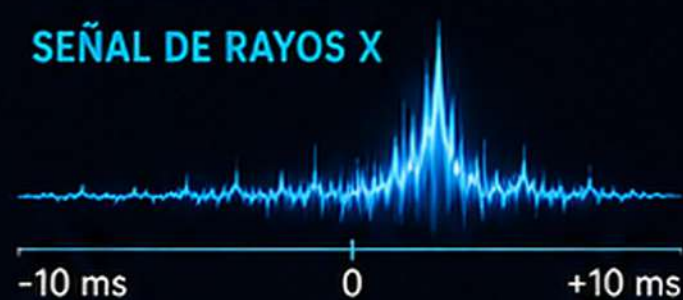
EL EVENTO FRB 200428

Detectado el 28 de abril de 2020

SEÑAL DE RADIO



SEÑAL DE RAYOS X



★ Las señales ocurrieron a la vez



¿QUÉ ES?

Es un magnetar de nuestra galaxia, una estrella de neutrones supermagnetizada capaz de producir estallidos energéticos.



TIPO DE OBJETO

Magnetar



UBICACIÓN

Vía Láctea



DISTANCIA A LA TIERRA

≈ 30.000 años luz



MASA

≈ 1,4 masas solares



TAMAÑO

Diámetro ≈ 20 km



CAMPO MAGNÉTICO

Extremadamente intenso



PERIODO DE ROTACIÓN

≈ 3,2 segundos



RÁFAGA DE RADIO

En 2020 produjo una señal tipo FRB



¿POR QUÉ ES ESPECIAL?

- Ayudó a relacionar los magnetares con las misteriosas FRB.
- Produjo a la vez una ráfaga de radio y un estallido de rayos X.
- Acercó una gran pregunta cósmica a una explicación real.



CURIOSIDADES

- La señal se detectó dentro de nuestra propia Vía Láctea.
- Su ráfaga de radio fue muy corta, de milisegundos, pero extremadamente potente.
- Después del evento principal, el magnetar mostró un comportamiento extraño con nuevos brotes.

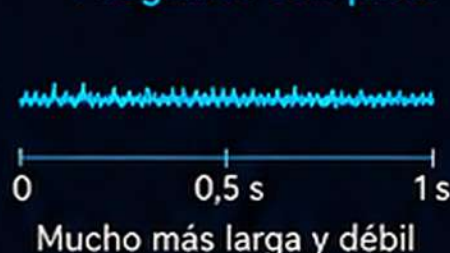


COMPARACIÓN VISUAL

FRB (milisegundos)



1 segundo completo



CAMPO MAGNÉTICO

SGR 1935+2154 vs. Tierra



≈ $10^{14} - 10^{15}$ G (gauss)

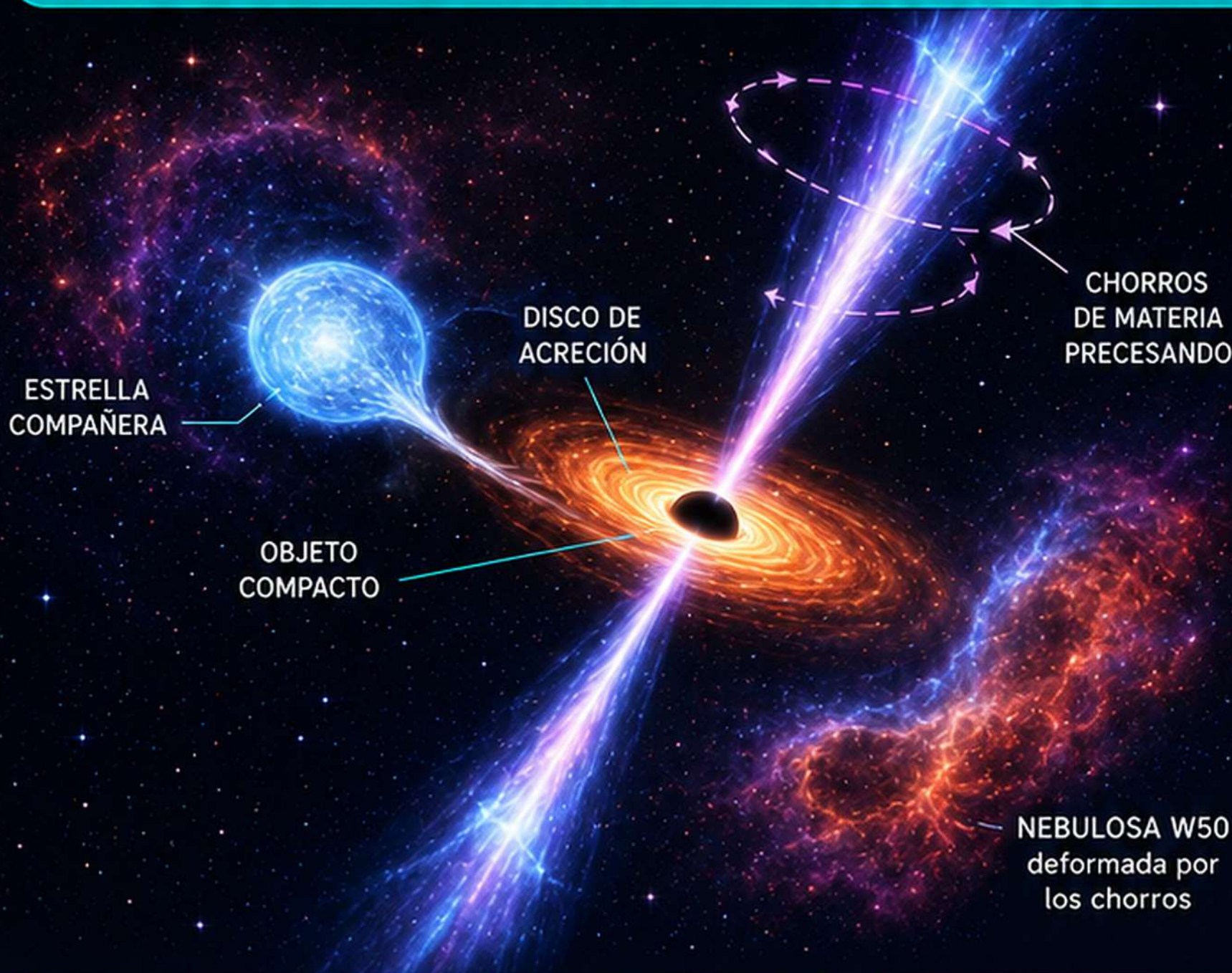
MILLONES DE MILLONES DE VECES MÁS FUERTE



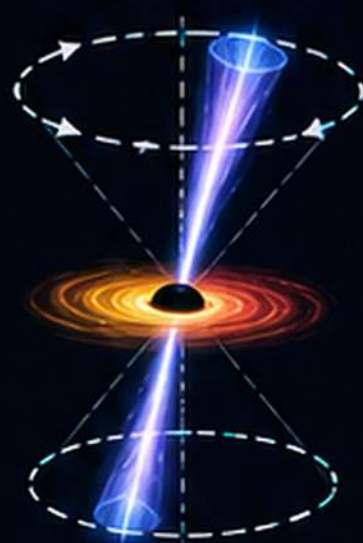
≈ 0,5 G

SS 433

★ UN SISTEMA EXTREMO QUE DISPARA CHORROS DE MATERIA A VELOCIDADES ENORMES ★

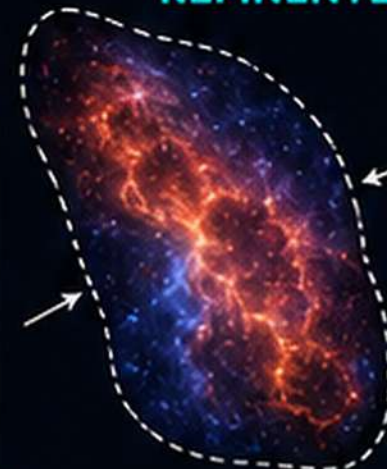


PRECESIÓN DE LOS CHORROS



Los chorros giran como un trompo, barriendo el espacio a lo largo del tiempo.

REMNE NTE W50



Los chorros de SS 433 inflan y deforman la nebulosa W50, creando enormes burbujas a cada lado.



¿QUÉ ES?

Es un sistema binario extremo donde un objeto compacto roba materia a una estrella y lanza chorros muy veloces.



TIPO DE OBJETO

Microcuásar · sistema binario de rayos X



UBICACIÓN

Centro del remanente W50 · constelación del Águila



DISTANCIA A LA TIERRA

≈ 18.000 años luz



MASA

Objeto compacto ≈ 4-5 masas solares (estimado)



TAMAÑO

Sistema compacto con disco de acreción y chorros



VELOCIDAD DE LOS CHORROS

≈ 26% de la velocidad de la luz



COMPAÑERO

Una estrella que alimenta al objeto compacto



¿POR QUÉ ES ESPECIAL?

- Fue el primer microcuásar descubierto.
- Sus chorros deforman la nebulosa W50 a escala de años luz.
- Es un laboratorio natural para estudiar chorros relativistas.



CURIOSIDADES

- Sus chorros parecen un trompo que se bambolea (precesión).
- El sistema fue descubierto en los años 70 gracias a sus señales de rayos X.
- Muestra cómo objetos pequeños pueden imitar fenómenos de galaxias activas.



ÁGUILA

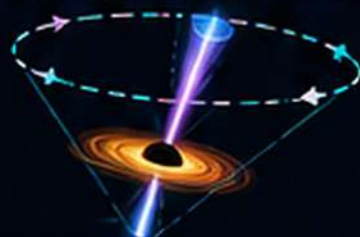


COMPARACIÓN VISUAL

VELOCIDAD DE LOS CHORROS DE SS 433 VS LA LUZ (comparación esquemática)

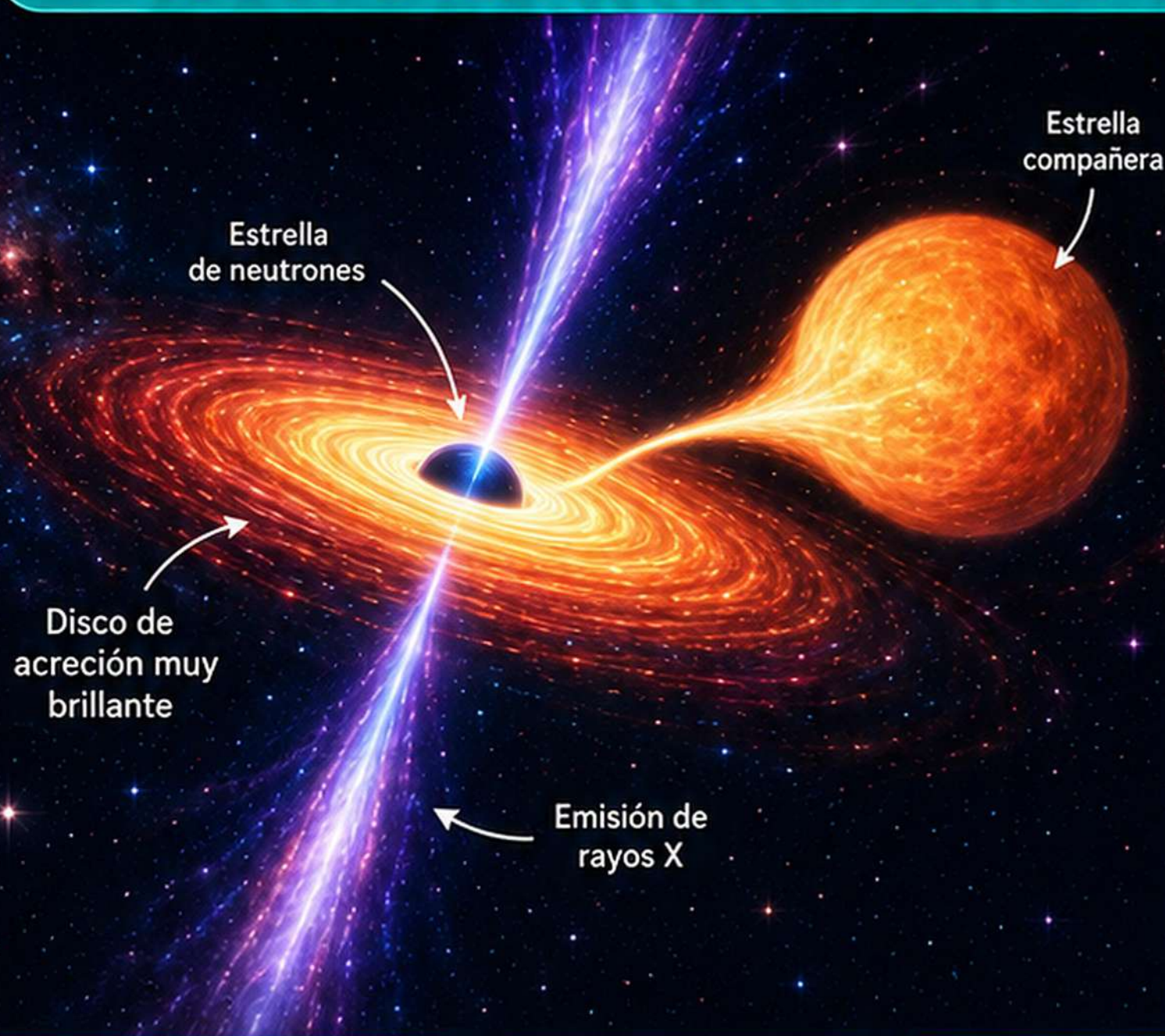


PRECESIÓN COMO TROMPO



SCORPIUS X-1

★ UNA POTENTÍSIMA FUENTE CÓSMICA DE RAYOS X ★



UN DESCUBRIMIENTO HISTÓRICO



Scorpius X-1 fue descubierto en 1962 por el cohete estadounidense Aerobee 150.



★ ¡La **PRIMERA** fuente de rayos X descubierta fuera del Sistema Solar!

BRILLO EN RAYOS X: COMPARACIÓN

SCORPIUS X-1

NEBULOSA DEL CANGREJO

Es ≈ 10 veces más brillante en rayos X que la Nebulosa del Cangrejo (M1).



¿QUÉ ES?

Es un sistema binario en el que una estrella de neutrones roba materia a una compañera y brilla intensamente en rayos X.



TIPO DE OBJETO

Sistema binario de rayos X • estrella de neutrones



UBICACIÓN

Constelación de Escorpio



DISTANCIA A LA TIERRA

≈ 9.000 años luz



MASA

Estrella de neutrones $\approx 1,4$ masas solares



TAMAÑO

Diámetro de la estrella de neutrones ≈ 20 km



DISCO DE ACRECIÓN

Muy caliente y brillante



LUMINOSIDAD EN RAYOS X

La fuente persistente más brillante tras el Sol



ÓRBITA

Periodo orbital $\approx 18,9$ horas



¿POR QUÉ ES ESPECIAL?

- Fue la primera fuente de rayos X descubierta fuera del Sistema Solar.
- Es una de las más brillantes del cielo en rayos X.
- Ayuda a estudiar cómo una estrella de neutrones devora materia.



CURIOSIDADES

- Su brillo en rayos X es varias veces el de la Nebulosa del Cangrejo.
- No es visible a simple vista; solo puede detectarse con telescopios de rayos X.
- Muestra cambios rápidos de brillo en escalas de minutos mientras acreta materia.



COMPARACIÓN VISUAL

BRILLO EN RAYOS X

SCORPIUS X-1

$\approx 10 \times$

NEBULOSA DEL CANGREJO

TAMAÑO DE LA ESTRELLA DE NEUTRONES

Estrella de neutrones (≈ 20 km)

=



Una ciudad típica ($\approx 10-20$ km)