

Anatomía de una estrella de neutrones visualizada por Dany Page (Univ. de México)

De fuera a dentro encontramos una atmósfera caliente con temperatura de un millón de grados; una envoltura más fría; una corteza cristalina de núcleos de hierro; un núcleo externo hecho de neutrones, protones y electrones en estado sólido; y finalmente, el núcleo interno, compuesto de las mismas partículas pero en estado líquido. Junto con, tal vez, quarks libres, las partículas fundamentales que se combinan para formar protones y neutrones.

## El Universo en mi bolsillo



Grażyna Stasińska  
Observatorio de París

¿Muestran todas estas imágenes la nebulosa del Cangrejo?

Respuestas al dorso

**Test**

## Estrellas de neutrones

Cuando el núcleo de una estrella se ha convertido en hierro, no pueden suceder más reacciones nucleares y se produce un colapso gravitacional en cuestión de segundos. El tirón de la gravedad es tan fuerte que aplasta a los átomos unos contra otros. Los electrones se ven forzados a fusionarse con los protones, y se forma una esfera muy densa de neutrones. La estrella de neutrones en el interior de la nebulosa del Cangrejo es más masiva que el Sol, pero tiene un diámetro de solo 20km. Un terrón de azúcar de su material pesaría en la Tierra tanto como toda la humanidad.

A estas densidades extremas, ocurren procesos físicos que son muy diferentes a los del resto del Universo. Necesitamos usar física teórica para deducir la estructura interna de una estrella de neutrones.

## Otros 'Cangrejos' del Universo

Dado el número de estrellas que han muerto en nuestra Galaxia, ésta debe contener miles de millones de estrellas de neutrones. Sin embargo, la mayoría son viejas y frías e indetectables. Además, las estrellas de neutrones calientes solo pueden detectarse cuando su haz se dirige hacia la Tierra o cuando forman parte de un sistema binario. En este último caso, suele haber emisión de rayos X debida a gas caliente que cae sobre la superficie de la estrella de neutrones. Hoy en día conocemos cerca de 3000 estrellas de neutrones en la Vía Láctea, la mayoría de las cuales se han detectado como radio-púlsares. La página opuesta muestra imágenes de algunas de ellas.

La nebulosa de la Guitarra en luz visible. La produce una estrella de neutrones común y corriente, pero que viaja a alta velocidad.

Imagen en rayos X de Cas A. Se estima que la luz de la explosión alcanzó la Tierra hace 300 años, pero no hay registros escritos del evento.

Una imagen del remanente de supernova Vela, tomada por el astrónomo aficionado Marco Lorenzi en luz visible.

Imagen en rayos X de la nebulosa compacta que rodea al púlsar de Vela. Las partículas de alta energía emitidas por la estrella de neutrones crean los arcos.

## El Cangrejo y la estrella visitante

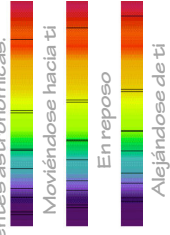
En los primeros años de la década de 1920, los astrónomos se dieron cuenta de que la posición de la nebulosa del Cangrejo coincidía con la de la 'estrella visitante' observada por los astrónomos chinos en el 1054. También notaron que el tamaño angular de la nebulosa del Cangrejo crecía con el tiempo, y los espectros de sus filamentos indicaban que estos se movían a una velocidad de 1500 kilómetros por segundo. \* Concluyeron que la nebulosa nació e inició su expansión unos 1000 años atrás. En 1928, Edwin Hubble propuso que la nebulosa del Cangrejo era el remanente de la estrella cuya explosión se observó en 1054. Sin embargo, la física de la explosión no se entendía en aquellos tiempos, por lo que su idea no fue inicialmente aceptada.

\* Ver página 4

Este evento está reportado en antiguos registros chinos, como el Lidai mingchen zaoji (izquierda). El texto marcado se refiere a la estrella visitante.

El evento se observó también en otras partes del mundo, como Japón, Europa y Arabia.

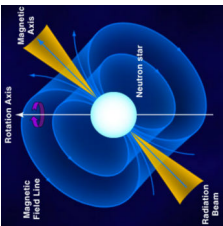
Abajo: El modo en que los espectros revelan el movimiento de las fuentes astronómicas. El desplazamiento de las líneas espectrales es proporcional a la velocidad de la fuente con respecto al observador.



**Supernovas**

En 1934, Baade y Zwicky sugirieron que estas explosiones estelares — a las cuales llamaron **supernovas** — podían ocurrir durante la transición de una estrella normal a una estrella con un radio muy pequeño y alta densidad. Sin embargo, todavía no se entendía qué causaba tal transición.

En 1957, Burbidge, Burbidge, Fowler & Hoyle explicaron en un artículo fundamental cómo en los interiores muy calientes de las estrellas masivas, los elementos químicos se transforman gradualmente en otros más pesados, hasta que el núcleo está compuesto enteramente de hierro. Entonces el núcleo colapsa mientras que las capas externas explotan y eyectan los elementos recién formados al espacio interestelar.



Durante el colapso gravitacional que produce una estrella de neutrones, la velocidad de rotación de la estrella aumenta muchísimo porque la estrella se contrae. Es el mismo fenómeno que hace que una patinadora que gira con los brazos extendidos rote mucho más rápido cuando los recoge hacia dentro.

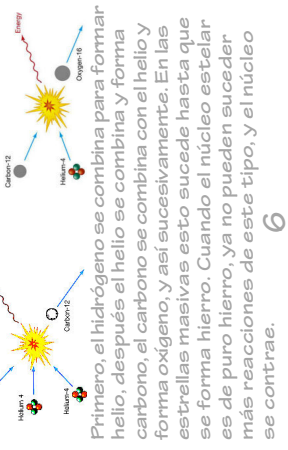
Las estrellas de neutrones tienen fuertes campos magnéticos y emiten dos estrechos haces de luz desde sus polos magnéticos. La radiación solo se observa cuando el haz apunta a la Tierra.

Cuando la estrella de neutrones rota y el haz de luz barre la Tierra, se observan pulsos de radiación a intervalos de tiempo constantes.

**El pulsar del Cangrejo**

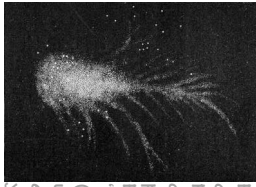
En la década de 1960, los radioastrónomos observaron en el cielo una señal de radio extraña, las cuales pulsaban regularmente. Demostraron que los pulsos procedían de fuentes astronómicas. Tales radio-fuentes fueron llamadas pulsares. El pulsar del Cangrejo fue uno de los primeros en descubrirse.

Sin embargo, pronto se entendió que la emisión en radio no provenía de un objeto pulsante, sino de una estrella de neutrones girando rápidamente y emitiendo radiación en dos haces de luz. Los haces barren el espacio cuando la estrella rota, exactamente igual que los haces de un faro.



En el núcleo de la estrella, en una zona más caliente, los núcleos atómicos se combinan en otros más pesados. Este proceso libera energía y crea presión. Cuando se acaba el combustible, la gravedad contrae el núcleo y éste se calienta hasta que se producen nuevas reacciones nucleares.

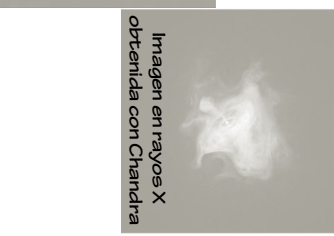
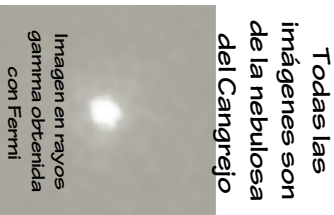
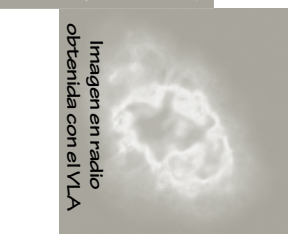
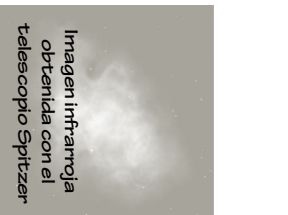
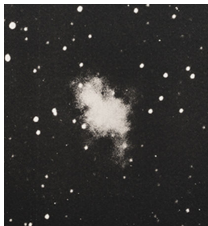
Primero, el hidrógeno se combina para formar helio, después el helio se combina y forma carbono, el carbono se combina con el helio y forma oxígeno, y así sucesivamente. En las estrellas masivas esto sucede hasta que se forma hierro. Cuando el núcleo estelar se enfrió y ya no puede producir más reacciones de este tipo, y el núcleo se contrae.



El primer dibujo de este objeto, realizado por Lord Rosse en 1844, reflejando lo que observó con su telescopio de 90 cm de diámetro. Este dibujo dio pie al nombre 'Nebulosa del Cangrejo' (aunque se ve más como un bicho). En cualquier caso, el nombre 'cangrejo' cuajó, y sigue en uso hoy en día.

**Abajó:** La primera fotografía de la nebulosa del Cangrejo fue obtenida en 1892 por Isaac Roberts, un ingeniero y astrónomo aficionado galés, con una exposición de 3 horas en un reflector de 50 cm.

Esta imagen apenas se parece al dibujo de Lord Rosse. Pero ya puede verse cierta semejanza con la imagen detallada del Telescopio Espacial Hubble mostrada en la portada.



Todas las imágenes son de la nebulosa del Cangrejo

Imagen en rayos X obtenida con Chandra

Imagen en rayos gamma obtenida con Fermi

**El Universo en mi bolsillo No. 10**

Este librito fue escrito en 2018 por Grazyna Stasińska del Observatorio de París (Francia) y revisado por Fabrice Mottez, Mikaela Oertel y Silvano Bonazzola (todos ellos del Observatorio de París).

Imagen de portada: la nebulosa del Cangrejo observada por el Telescopio Espacial Hubble. Crédito de la imagen: NASA, ESA, J. Hester, y A. Loll (ASU).

Otras imágenes de este librito son de HST, VLA, Spitzer, ALMA, Chandra y Fermi.



Para saber más sobre esta serie y sobre los temas presentados en este librito, por favor visita <http://www.tulimp.org>

Traducido por Mónica Rodríguez TULIMP Creative Commons



**Cómo se descubrió**

El astrónomo aficionado inglés John Bevis descubrió este objeto en 1731. Más tarde fue redescubierto por el astrónomo francés Charles Messier, cuando estaba buscando al cometa Halley, cuyo retorno a los cielos se había predicho para 1758. Como el objeto no se movía, no podía ser un cometa. Messier lo listó como el número 1 en su 'catálogo de nebulosas y cúmulos estelares', a no confundir con cometas.

Alrededor del año 1800, William Herschell lo observó muchas veces con un telescopio grande y concluyó que era un cúmulo de estrellas.

Más de un siglo después, espectros del objeto — los cuales permitieron a los astrónomos analizar la naturaleza de su luz — mostraron que no era un conglomerado de estrellas sino una nebulosa ionizada.