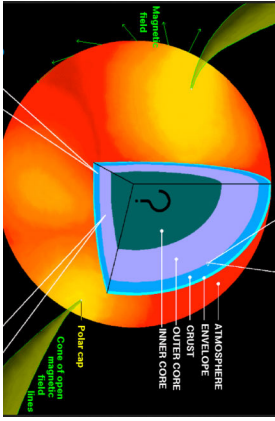


De fuera a dentro encontramos una atmósfera caliente con temperatura de un millón de grados, una envoltura a más fría; una corteza cristalina de núcleos de hierro; un núcleo externo hecho de neutrones, protones y electrones en estado sólido; y finalmente, el núcleo interno hecho de núcleos de hierro;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

8



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

3

## El Universo en mi bolsillo



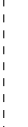
## La nebulosa del Cangrejo



Grażyna Stasińska  
Observatorio de París

3

3



4

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.

9

## 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.

¿Muestran todas estas imágenes la nebulosa del Cangrejo?

Respuestas al dorso

Test

13

13

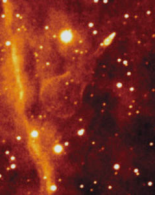
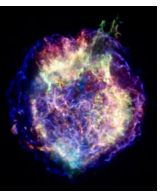
1

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

12



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



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

## 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 debido 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.

13

**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 fecha de la explosión no se entendía en aquellos tiempos, por lo que su idea no fue inicialmente aceptada.

\* Ver página 4

5

En 1054, el astrónomo imperial chino Yang Weide vio una estrella nueva en el cielo. Esta 'estrella visitante', como la llamó, pudo verse a plena luz del día durante 23 días y permaneció detectable en el cielo nocturno durante más de dos años.



Este evento está reportado en antiguos registros chinos, como el Lidai mingchen zouyi (Lizhiqulenda). 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.

4

El astrónomo aficionado inglés John

Bayer 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

Herschel 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 conglo-

merado de estrellas sino una nebulosa

de verdad, compuesta de gas difuso

ionizado.



Traducido por Mónica Rodríguez  
TUMIP Creative Commons



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

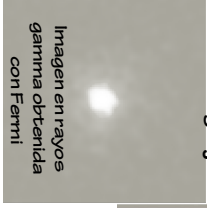


Imagen en rayos gamma obtenida con Fermi

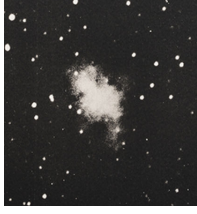


Imagen en rayos X obtenida con Chandra

Todas las imágenes son de la nebulosa del Cangrejo

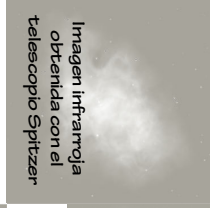


Imagen infrarroja obtenida con el telescopio Spitzer

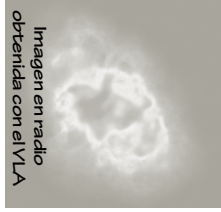
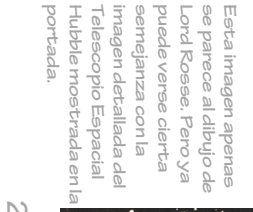
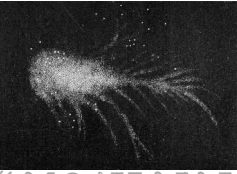


Imagen en radio obtenida con el VLA



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.

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



El primer dibujo de este objeto, realizado por Lord Rosse en 1844, refleja 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.

## El púlsar del Cangrejo

En la década de 1960, los radioastrónomos observaron en el cielo unas señales de radio extrañas, las cuales pulsaban regularmente. Demostraron que los pulsos procedían de fuentes astronómicas. Tales radio-fuentes fueron llamadas púlsares. El púlsar del Cangrejo fue uno de los primeros en descubrirse.

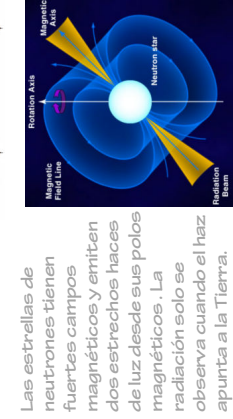
Sin embargo, pronto se entendió que la emisión en radio no provenía de un objeto pulsante, sino de un estrella de neutrones girando rápidamente y emitiendo radiación en dos haces de luz. Los haces barren el espacio cuando la estrella rota, exactamente igual que los haces de un faro.

## 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.

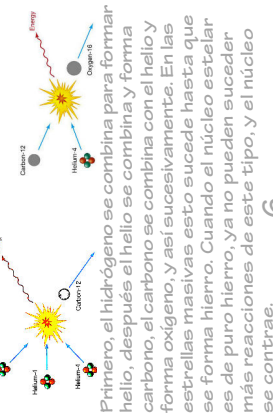


Las estrellas de neutrones tienen fuertes campos magnéticos y emiten haces estrechos de luz desde sus polos magnéticos. La radiación solo se observa cuando el haz apunta a la Tierra.

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

La vida de una estrella es una batalla constante entre dos fuerzas opuestas: la gravedad, que produce contracción, y la presión, que produce expansión.

En el núcleo de la estrella, su 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 es de puro hierro, ya no pueden suceder más reacciones de este tipo, y el núcleo se contrae.