

## ASTRONOMÍA

# Estrellas de neutrones: pequeñas, densas y superfluidas

Con una masa hasta dos veces mayor que la del Sol, tienen apenas 20 kilómetros de diámetro, y una de ellas cabría en una ciudad, afirmó Dany Page, del Instituto de Astronomía de la UNAM.

En su interior tienen un singular estado de la materia, superfluido, donde no hay viscosidad ni fricción. De ellas, escapan los neutrinos, partículas elementales sin carga eléctrica, cuya masa es tan pequeña que no ha podido medirse.

Las estrellas de neutrones son pequeñas, densas, muy energéticas y dentro de ellas, la materia tiene un singular estado: la superfluidez, donde no hay viscosidad ni fricción, afirmó Dany Page, investigador del Instituto de Astronomía (IA) de la UNAM.

Tienen una masa hasta dos veces mayor que la del Sol, pero son del tamaño de una urbe, como de 20 kilómetros de diámetro.

Page hizo un cálculo para explicar la densidad de estos objetos celestes. "Podríamos tomar todos los edificios de la Ciudad de México, Puebla, Toluca y Cuernavaca, y concentrarlos a esa densidad: cabrían en una cucharita sin llenarla. Estamos seguros que las estrellas de neutrones existen y alcanzan estos niveles. Pero ¿de qué está hecha la materia a esas densidades?", cuestionó.

Fascinado por su singularidad, el universitario viró de la física de altas energías a la astrofísica, en el momento en que, el 23 de febrero de 1987, se observó una supernova, la primera visible al ojo desde el tiempo de Kepler, y el nacimiento de una nueva estrella de neutrones.

"Fue un mensaje del cielo", dijo, tras confirmar que actualmente se conocen alrededor de dos mil 500 de ellas, aunque los astrónomos estiman que en la Vía Láctea hay cientos de millones. Es decir, que cerca del uno por ciento de las estrellas de nuestra galaxia son de neutrones.

"Unas dos mil se conocen porque emiten ondas de radio, y hay otras, entre 300 y 500, que no emiten en radio y se captan con rayos X porque son muy energéticas", indicó.

### COMPOSICIÓN

Respecto a su conformación, algunas estrellas de neutrones están solas, otras tienen una compañera y acrecientan material de ella. Algunas son jóvenes y todavía emiten radiación por su alta temperatura, o emiten pulsos en ondas de radio, por lo que se llaman pulsares. Las que acrecientan materia de su estrella compañera se vuelven tremendamente calientes, y comúnmente el material acrecentado produce explosiones termonucleares, llamados estallidos de rayos X, explicó.

Estos astros nacen si muere una estrella masiva. "Una estrella normal está principalmente formada con hidrógeno y helio, y durante su vida transforma estos en elementos cada vez más pesados. Las que tienen una masa superior a unas 10

veces la del Sol, alcanzan a producir hierro en su núcleo, que crece cada vez más, y llega un momento en que la gravedad que produce este núcleo denso es tan fuerte, que la materia no aguanta la fuerza y se empieza a colapsar. Este colapso del núcleo de hierro produce una estrella de neutrones e induce una gigantesca explosión del resto de la estrella".

Este último proceso se observa como supernovas, pero el desplome forma la característica concentración muy energética en pocos kilómetros, algo muy pequeño para su densidad y el tamaño habitual de esos cuerpos celestes. "Una vez formadas, son casi indestructibles", afirmó Page.

LA REVELACIÓN DE CASSIOPEIA A En su tesis doctoral, Page se percató de la importancia de la superfluidez en la evolución de las estrellas de neutrones. "Son las únicas que presentan ese fenómeno, que también se puede reproducir en laboratorio, pero a muy bajas temperaturas, a unos pocos grados Kelvin, muy cerca del cero absoluto", abundó.

Si se reproduce en un laboratorio, un superfluido capturado en un tubo cerrado corre ininterrumpi-

damente sin perder energía por fricción, pues no es viscoso.

En altas temperaturas, ese estado se produce en sistemas de enorme densidad y alta energía, como la estrella de neutrones Cassiopeia A, con la que Page y sus colaboradores del IA, por un lado, y un grupo de colegas rusos, por otro, comprobaron la superfluidez a inicios de este 2011.

La revelación de Cassiopeia A significó para el investigador pasar de la teoría a la práctica, pues la superfluidez se estudia teóricamente hace más de 50 años, pero ahora Dany Page, en la UNAM, y sus colaboradores, y el grupo de Peter S. Shternin, del Instituto Físico-Tecnológico Ioffe de San Petersburgo, Rusia, observaron el singular fenómeno en Cassiopeia A, una estrella de neutrones ubicada a 11 mil años luz de distancia, en la vecindad del Sistema Solar.

Cassiopeia A, que se observó con el telescopio de rayos X del satélite Chandra, se ubica en el centro del remanente de una supernova, es decir, una estrella en agonía que para morir explotó hace 330 años (muy poco tiempo en términos astronómicos), y es la estrella de neutrones más joven conocida.

### ESTUDIO DE NEUTRINOS

La superfluidez de las estrellas de neutrones acentúa la emisión de neutrinos, partículas elementales sin carga eléctrica, cuya masa es tan pequeña que no ha podido medirse. Los neutrinos se originan en condiciones muy especiales y, una vez producidos, no interactúan con la materia, por lo que el

Universo es casi transparente para ellos.

Las reacciones nucleares que proporciona la energía del Sol (fusión del hidrógeno en helio) también produce neutrinos: millones de ellos nos atraviesan cada segundo sin que nos enteremos, y luego la Tierra, sin que ellos se den cuenta.

Los neutrinos son una fuga de energía en las estrellas, pues una vez producidos se escapan y se llevan energía.

En algunos casos, como en las estrellas de neutrones jóvenes, la pérdida de energía por neutrinos, desde el interior de la estrella, supera mucho la pérdida de energía debida a la emisión de fotones, desde la superficie de la estrella. "Para explicar el enfriamiento rápido observado en Cassiopeia A, necesitamos una pérdida que supere a la de los fotones por un factor 10 mil: sólo los neutrinos pueden hacer esto", comentó Page.

Para formar un superfluido, los neutrones tienen que aparearse; forman "pares de Cooper". Se puede comparar este proceso a un baile en una fiesta de adolescentes: las parejas se forman, se separan, y otras lo vuelven a hacer. Si un "par de Cooper" de neutrones se forma puede emitir un par de neutrinos y la repetición del proceso resulta en una enorme pérdida de energía, que explica el enfriamiento rápido observado en esta joven estrella de neutrones en Cassiopeia A.

Para mayor información, visitar las siguientes ligas:  
APS (American Physical Society),



**Dany Pierre Page Rollinet, del Instituto de Astronomía de la UNAM**

artículo "A Stellar Superfluid" <http://physics.aps.org/viewpoint-for/10.1103/PhysRevLett.106.081101>

RAS (Royal Astronomical Society), artículo "Superfluid and Superconductor discovered in a star's core" <http://www.ras.org.uk/news-and-press/217-news2011/1925-superfluid-and-superconductor-discovered-in-a-starscore>

NASA, artículo "NASA's Chandra Finds Superfluid in Neutron Star's Core" <http://chandra.harvard.edu/photo/2011/casa/>

Science@NASA en YouTube, artículo "ScienceCasts: Superfluids" <http://www.youtube.com/watch?v=Fb6zWYCYGfE&>

**ezenza**  
**CENTRO DE ESPECTACULOS**

YUCATAN 12\* COL. VISTA HERMOSA

WWW.EZENZA.COM.MX

INFORMES: 2791406—3122244—3121414