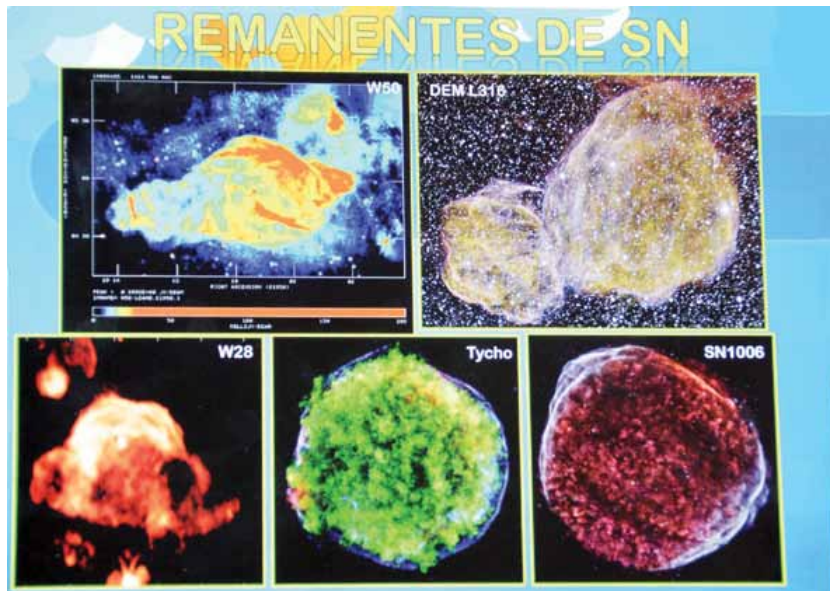


## Supernovas y nebulosas planetarias, dos formas de muerte estelar

Por la conducción térmica, el centro de un remanente de supernova evolucionado brilla más en rayos X, señaló Pablo Velázquez, del ICN de la UNAM. Al explotar una estrella, libera elementos que hoy son clave para la vida: carbono, oxígeno, hierro y silicio



Un remanente de supernova es un cadáver estelar, son los restos de la muerte de una estrella que estalla al perder el equilibrio entre la presión de radiación y la gravedad.

UNAM

Somos polvo de estrellas, decía el astrónomo Carl Sagan. Vida a partir de la muerte estelar. Eso afirmó Pablo Velázquez Brito, quien estudia en la UNAM los plasmas astrofísicos: "somos hijos de los remanentes de supernovas (RSN)".

Un remanente de supernova (del latín nova, nueva, porque en la antigüedad la explosión de una de ellas se veía como una nueva estrella) es un cadáver estelar, son los restos de una estrella que estalla al perder el equilibrio entre la presión de radiación y la gravedad, apuntó el investigador del Instituto de Ciencias Nucleares (ICN).

Una estrella, explicó, genera energía mediante la unión de elementos. Si fusiona hidrógeno, obtiene helio; de helio, litio, "y así toda la tabla periódica". Este proceso genera energía y elementos; no ocurre igual con el hierro, que le quita energía, hace que se desestabilice y explote. Es el caso de la supernova tipo II.

Al pasar por ese proceso, libera todos los elementos que son importantes para la vida y el ser humano: "el carbono para nuestro ADN, el oxígeno que respiramos, el hierro que está en nuestra hemoglobina, el silicio que hizo posible las computadoras".

Desde hace más de una década, Velázquez Brito estudia los RSN, en particular el plasma y las ondas de choque que se generan. El plasma astrofísico es básicamente gas caliente que emite luz.

En sentido general, esta última es todo el espectro electromagnético: óptico, rayos X e infrarrojos, y radio. Con telescopios y satélites se obtiene información de los plasmas porque estos pueden emitir en alguna longitud de onda de luz.

La onda de choque con que finaliza la explosión, propaga el material que se liberó (plasma), barre lo que encuentra a su paso y calienta el entorno estelar.

Básicamente, remarcó, estudio las ondas de choque (supersónicas, como un balazo, un latigazo o las que generan los jets) en RSN, en vientos estelares y en chorros (jets) astrofísicos (como los objetos HH, asociados con estrellas recién formadas, descubiertos por el mexicano Guillermo Haro y el norteamericano George Herbig).

Para entender qué originó una supernova, por qué la cáscara externa tiene determinada morfología y emite en tal o cual longitud de onda, o para reconstruir su historia, "necesito observaciones y modelos", acotó. Hay una retroalimentación continua entre ambos. Las primeras ayudan a limitar los ingredientes (temperatura, densidad, presión) para el modelo matemático, que involucra la resolución de ecuaciones de dinámica de gases (las de conservación de masa, de momento y de energía).

En tanto, con la ecuación de estado de un gas ideal, vía programas de simulación en cómputo de alto rendimiento, obtiene imágenes sintéticas, en 3D, de los RSN, que le permiten reconstruir

su historia, los fenómenos físicos que los formaron, develar su origen y predecir su evolución.

Con Alejandro Raga, también del ICN, estudió, por ejemplo, la conducción térmica (proceso físico que permite el transporte de energía sin que se mueva la masa) en un tipo particular de remanente de supernova llamado de centro lleno.

Al observarlo en rayos X, se veía una emisión central fuerte y no en la periferia. En cambio, en radio lo que se percibía era una cáscara. ¿Por qué? Velázquez y Raga pudieron responder esta pregunta al incluir la conducción térmica.

Esta última hacía que el centro del RSN no se vaciara tanto. Es decir, en rayos X la densidad que hay se percibirá muy brillante, mientras que en radio se verá como una cáscara debido a las partículas aceleradas en el campo magnético comprimido por la onda de choque principal.

Otra muestra de su trabajo, realizado con apoyo de estudiantes, fue Asimetrías en remanentes jóvenes. Cuando una estrella explota se espera que la supernova sea esférica. Por ejemplo, de remanentes históricos como los observados a simple vista por Tycho Brahe en 1572 y por Johannes Kepler en 1604 (son jóvenes porque tienen entre 400 y 500 años) se esperaba que su morfología fuera totalmente simétrica, pero no es así, indicó el universitario.

Al verlos en radio y rayos X, presentan en la periferia alguna asimetría. Se suponía que el medio

estelar no les afectaba. Sin embargo, al explorar sus características parece que el RSN choca con un viento muy denso que tenía antes el progenitor (la estrella que explotó o la estrella compañera). Por eso emiten con cierta asimetría.

Actualmente, Pablo Velázquez Brito trabaja en dos proyectos. Uno es un estudio teórico observacional en flujos astrofísicos: remanentes de supernovas, vientos de cúmulos estelares y chorros o jets astrofísicos en objetos Herbig-Haro. Cuenta con apoyo del Conacyt.

El otro es en colaboración con científicos del Instituto de Astronomía Teórica y Observacional de Córdoba, Argentina. Desarrollan una teoría magnetodinámica de ondas de choque con campos magnéticos en plasmas astrofísicos.

A diferencia de algunos colegas que analizan la formación estelar, por ejemplo el nacimiento de estrellas en la Nebulosa de Orión, el universitario indaga el gas de la estrella que explotó y trata de ver cómo era en vida o determinar las causas de su muerte.

Por eso lleva a cabo una especie de estudios forenses estelares, para tratar de entender mejor los procesos físicos que ocurren en un remanente de supernova.

La conducción térmica, por ejemplo, siempre está presente durante la vida de la supernova y la evolución del remanente. Cuando el RSN envejece la conducción

térmica es importante.

Es tanta la velocidad de la onda de choque, que al principio de un remanente de supernova lo que más emite es la cáscara externa. Sin embargo, conforme se propaga, ese gas se enfría, y al hacerlo la cáscara emite menos, lo que permite ver el interior que, por la conducción térmica, brilla aún más, explicó.

Velázquez Brito se ha percatado que "la física es una, no hay distintas para los remanentes", como el modelo también es único, y más bien hay que agregarle ciertos ingredientes para obtener tal o cual morfología de remanente.

La supernova, remarcó finalmente, es una forma en que mueren algunas estrellas. Otras no perecen así, pero también tienen una etapa geriátrica. Son las llamadas nebulosas planetarias, que no tienen nada que ver con planetas, sino que son la etapa final de una estrella.

Se sospecha que muchas nebulosas planetarias albergan en su interior un sistema binario, formado por una estrella gigante roja y una compañera que probablemente es una enana blanca. Si la primera sobrepasa su lóbulo de Roche (espacio en la que el material orbitante está ligado gravitacionalmente a ella), la segunda le quita material y forma un disco de acreción; como resultado se emiten un par de jets. La estrella, concluyó, "está muriendo y lanzando vientos potentes".



Pablo Velázquez Brito, investigador del Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM.