

Científicos de la UPC recrean por primera vez en 3D las explosiones estelares de novas

Científicos de la UPC recrean por primera vez en 3D las explosiones estelares de novas

Científicos de la Universidad Politécnica de Catalunya BarcelonaTech (UPC) han simulado por primera vez en 3D los fenómenos críticos producidos durante las explosiones estelares de novas.

Gracias a ello, se han podido caracterizar de manera precisa las propiedades físicas y la composición química del material expulsado, lo que ha servido para resolver un enigma de hace más de 50 años: el origen de la distribución irregular y heterogénea del material eyectado.

El trabajo, que publica esta semana la revista Nature, ha permitido, en definitiva, analizar la función que tienen estas explosiones termonucleares en el enriquecimiento químico de la galaxia.

Gracias a los complejos fenómenos nucleares que concurren en el interior de las estrellas, el Universo ha evolucionado desde un estadio químicamente pobre, dominado exclusivamente por la presencia de hidrógeno, helio y sólo trazas de litio, en un lugar con cerca de un centenar de elementos estables.

El origen de la mayor parte de estos elementos químicos hoy en día presentes en el cosmos, que han propiciado la formación de estructuras como planetas y estrellas o la génesis de formas de vida (desde el calcio de nuestros huesos, hasta el hierro de la sangre o el uranio que utilizan las centrales nucleares), se gesta en titánicas explosiones estelares, como las explosiones de supernovas y novas.

Las novas son fenómenos estelares de tipo cataclísmico que tienen lugar en sistemas binarios que contienen un objeto estelar compacto (una “enana blanca”, de hasta 1.4 veces la masa del Sol, pero con dimensiones planetarias) y una estrella poco masiva.

Ambos cometas están lo suficientemente cerca como para que el intenso campo gravitatorio de la enana blanca arranque parte del material de las capas más externas de su compañera.

Las nuevas, relativamente frecuentes en nuestra Galaxia (se producen unas 30-35 explosiones de tipo nueva por año), constituyen el tercer fenómeno explosivo de tipo estelar más violento del Universo, en términos energéticos, después de las supernovas y los llamados gamma-ray bursts.

Novas y supernovas han sido observadas a lo largo de la historia, desde hace más de dos milenios. El repentino aumento en el brillo de estos astros, en ocasiones observables directamente por el ojo desnudo, ha suscitado las más diversas conjeturas sobre su origen.

Gracias al advenimiento de nuevas técnicas observacionales más precisas (fotometría, espectroscopía ...), los expertos han podido caracterizar de manera precisa diversas propiedades físicas del material expulsado durante las explosiones de novas, como su composición química.

Se conoce que el material transferido por la estrella compañera es, a menudo, de tipo solar (es decir, con cerca del 98% en masa constituido exclusivamente por hidrógeno y helio). Pero el material expulsado durante una explosión de nova puede llegar a presentar entre un 30% y un 50% de otros elementos, en el rango entre el carbono (C) y el calcio (Ca).

El origen de este peculiar patrón de abundancias químicas y de su distribución irregular en el material eyectado ha constituido un verdadero enigma en el campo de la astrofísica estelar, desde hace casi medio siglo.

La hipótesis más probable es que, al depositarse sobre la enana blanca el material transferido por la estrella compañera se producen episodios de mezcla justo en la frontera entre las capas más externas de la enana blanca y la envoltura de material transferido.

Con todo, la caracterización de este proceso de mezcla ha provocado acaloradas discusiones. Uno de los mecanismos propuestos no ha podido ser simulado con todo rigor hasta que se ha dispuesto de herramientas informáticas bastante potentes.

Simulaciones con el MareNostrum

Ahora, pues, un equipo de investigadores liderado por Jordi Casanova, estudiante de doctorado, y Jordi José y Enrique García-Berro, físicos de los Departamentos de Física e Ingeniería Nuclear y Física Aplicada de la Universidad Politécnica de Catalunya BarcelonaTech (UPC), han demostrado que la acumulación de material por esta vía sobre la enana blanca es inestable, lo que da lugar a episodios de mezcla de material justo en la frontera entre las capas más externas de la enana blanca (ricas en elementos, como el carbono y el oxígeno, o el oxígeno y el neón) y el envoltorio de material transferido.

Y se ha podido constatar, por tanto, el grado de enriquecimiento en elementos pesados ¿¿a que da lugar este fenómeno, el cual hasta ahora se deducía a partir de las observaciones.

Este fenómeno lo han demostrado a partir de simulaciones en 3D del proceso de mezcla, realizadas por primera vez en el ámbito de las explosiones de novas. Unas simulaciones que se han podido hacer gracias al uso de sofisticadas herramientas de cálculo, como el ordenador MareNostrum del Barcelona Supercomputing Centre-Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS), y después de 150.000 horas de cálculo.

Por otro lado, la posibilidad de recrear en 3D fenómenos físicos como la convección, en las condiciones que operan durante las explosiones de novas, ha hecho posible resolver la segunda parte del enigma.

Se conocía, pero sólo de manera formal, cómo opera el transporte de energía por convección en las estrellas. Ahora, gracias al estudio realizado por investigadores de la UPC, se ha podido comprobar numéricamente que, en las condiciones que imperan durante una explosión de nova, la materia (plasma) presenta régimen turbulento, es decir, que se mueve de forma casi caótica, con movimientos desordenados.

Este régimen turbulento presenta intermitencias, lo que provoca irregularidades en la distribución química de material a los envoltorios expulsados.

Esto nunca se había podido probar numéricamente en explosiones de novas (ni se había llegado a conjeturar como hipótesis para explicar el origen de las inhomogeneidades químicas observadas).

Este hecho se atribuía hasta ahora a imprecisiones asociadas al proceso de medida. El estudio, que publica esta semana la revista científica Nature, demuestra que, por el contrario, el fenómeno es real y está causado por intermitencias en los fenómenos turbulentos que aparecen en el plasma estelar al producirse su explosión termonuclear.

Los investigadores Jordi Casanova y Jordi José están adscritos a la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Industrial de Barcelona (EUETIB) y al Instituto de Estudios Espaciales de Catalunya (los dos primeros), y Enrique García-Berro, en la Escuela de Ingeniería de Telecomunicación y Aeroespacial de Castelldefels (EETAC) y al Instituto de Estudios Espaciales de Catalunya.

lavanguardia.com

Barcelona, 20 Octubre 2011 – R.N.C.