

Remanentes de supernova con morfología mixta

Las supernovas juegan un rol muy importante en la evolución de la galaxia, ya que inyectan una importante cantidad de energía mecánica al medio en que se originan. De esta manera, estos eventos catastróficos enriquecen con elementos pesados al medio interestelar, que luego son utilizados para la creación de nuevas estrellas y/o sistemas planetarios. Los remanentes gaseosos asociados a estos fenómenos son conocidas como Remanentes de Supernova. Estas fuentes extendidas, que pueden mostrar diferentes morfologías, brillan a lo largo de todo el espectro electromagnético, desde radio hasta rayos gamma.

Los remanentes de supernova pueden tener su origen en dos escenarios diferentes relacionados con el proceso explosivo de su estrella progenitora: el colapso de una estrella masiva de masa mayor a 10 masas solares, llamadas supernovas tipo II; o supernovas termonucleares, en cuyo caso se debe a explosiones termonucleares de enanas blancas de C/O, llamadas supernova tipo Ia. De acuerdo a las condiciones del medio en el cual la estrella progenitora está inmersa, y a las condiciones físicas de la misma, entre otros factores, los remanente de supernova podrán tener distintas formas, o morfologías.

Los remanentes son usualmente clasificados de acuerdo a su morfología en radio/rayos-X en las siguientes categorías: tipo cáscara (shell), pleriones, remanentes compuestos y una categoría un poco más moderna, conocida como de morfología mixta. Los remanentes tipo shell presentan una estructura tipo cascarón. Esta estructura de plasma caliente que brilla tanto en radio como en X es formada cuando la onda de choque, producto de la explosión de supernova, barre el material del medio interestelar. Un prototipo de esta clase de remanentes es Cygnus Loop (Figura 1). Los remanentes tipo pleriones presentan emisión central tanto en radio como en rayos-X, pero por lo general no presentan emisión sobre las regiones externas, o en algunos casos ésta es muy débil. La emisión en el caso de estos objetos es debido al pulsar wind nebula, la cual se origina por una estrella de neutrones y no por el material interestelar barrido, como en el caso anterior. Un ejemplo de esta clase de remanentes es la famosa Crab Nebula (Figura 2). Otros remanentes presentan emisión, en radio y X, tanto central como en los extremos. Debido a esto son denominados remanentes compuestos. En estos casos tenemos la emisión generada por la pulsar wind nebula, pero rodeada por un cascarón. Kes 75 es un ejemplo de remanente compuesto (Figura 3).



Figura 1: El remanente de supernova Cygnus Loop es clasificado como remanente tipo shell de acuerdo a su morfología. Esta imagen fue tomada por el Telescopio Espacial Hubble en el año 1991, y muestra una parte del remanente de supernova Cygnus Loop. (Fuente: [NASA Image Gallery](#)).

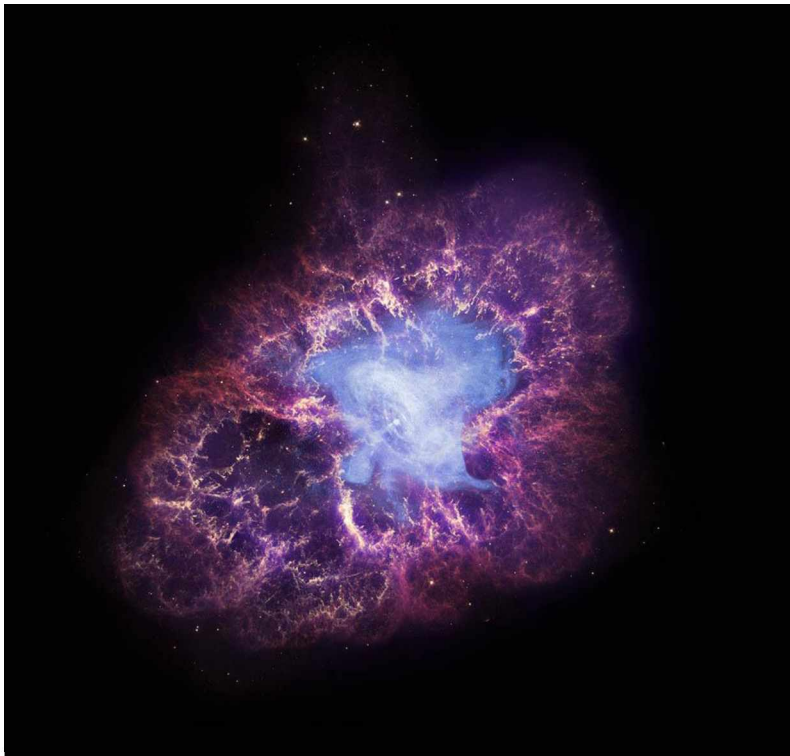


Figura 2: El remanente de supernova conocido como Crab Nebula es clasificado de acuerdo a su morfología como tipo plerión. Esta imagen está compuesta por datos de tres observatorios de la NASA: en azul datos de Chandra X-ray Observatory, en rojo y amarillo datos del Telescopio Espacial Hubble y datos del telescopio espacial Spitzer, en la banda de infrarrojo, en violeta. (Fuente: [Spitzer Space Telescope](#)).

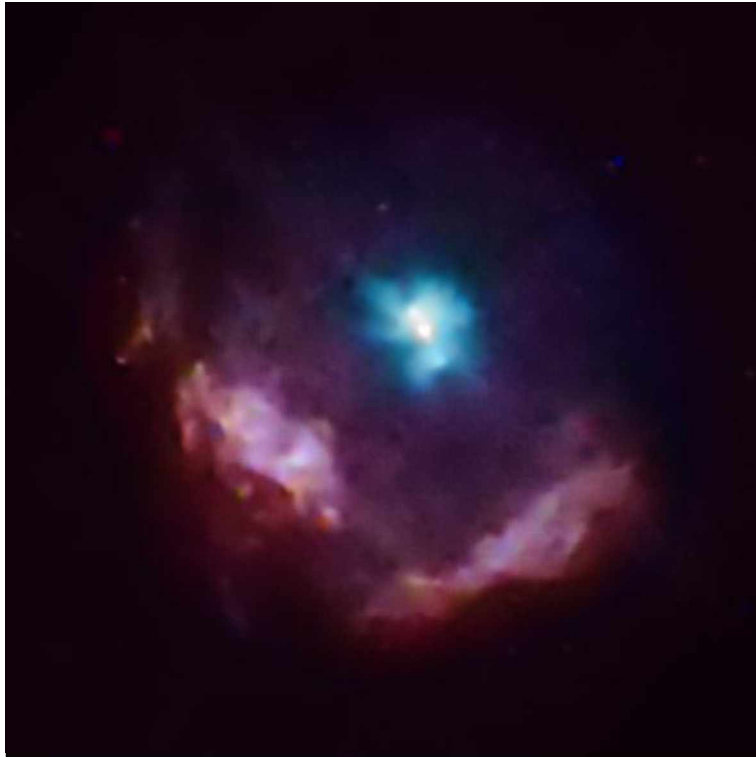


Figura 3: Remanente de supernova KES 75 es clasificado como tipo compuesto de acuerdo a su morfología. Esta es una imagen KES 75 obtenida con observaciones del Observatorio Chandra en rayos X. (Fuente: [Chandra Observatory](#)).

Remanentes de Morfología Mixta

Antiguamente los remanentes eran principalmente clasificados por su emisión en radio, en las tres categorías principales conocidas, como shell, pleriones y compuestos. Fue gracias a los avances en las observaciones en rayos X de satélites como ROSAT, y actualmente de satélites como Chandra y XMM Newton, que una nueva categoría conocida como de Morfología Mixta tomó mayor relevancia. Estos remanentes se caracterizan por tener una emisión tipo shell en radio, pero tienen también emisión en rayos X en su interior que puede ser amorfa, o con picos en la región central. Esta emisión es de origen térmico, y se origina del material interestelar barrido. Los espectros de alta resolución en rayos X de estos remanentes suelen mostrar líneas de emisión, y pueden ser bien modelados por procesos térmicos, como por ejemplo modelos de plasmas que no han alcanzado el equilibrio de ionización. La abundancia de metales en estos remanentes suele ser cercana a la solar. Y la temperatura suele ser uniforme a lo largo de todo el remanente.

Se piensa que la formación de estos remanentes peculiares tiene fuerte relación con el medio en el que se han desarrollado. Muchos de los objetos de esta categoría se encuentran próximos a nubes moleculares. O se los puede ver interactuando con nubes moleculares shockeadas, con máseres de OH, o con nubes de HI. Por eso es que se cree que esta clase de condiciones en el medio interestelar es necesaria para la formación de esta clase de remanentes. Un ejemplo de

esta clase de remanentes es W28 (Figura 4).

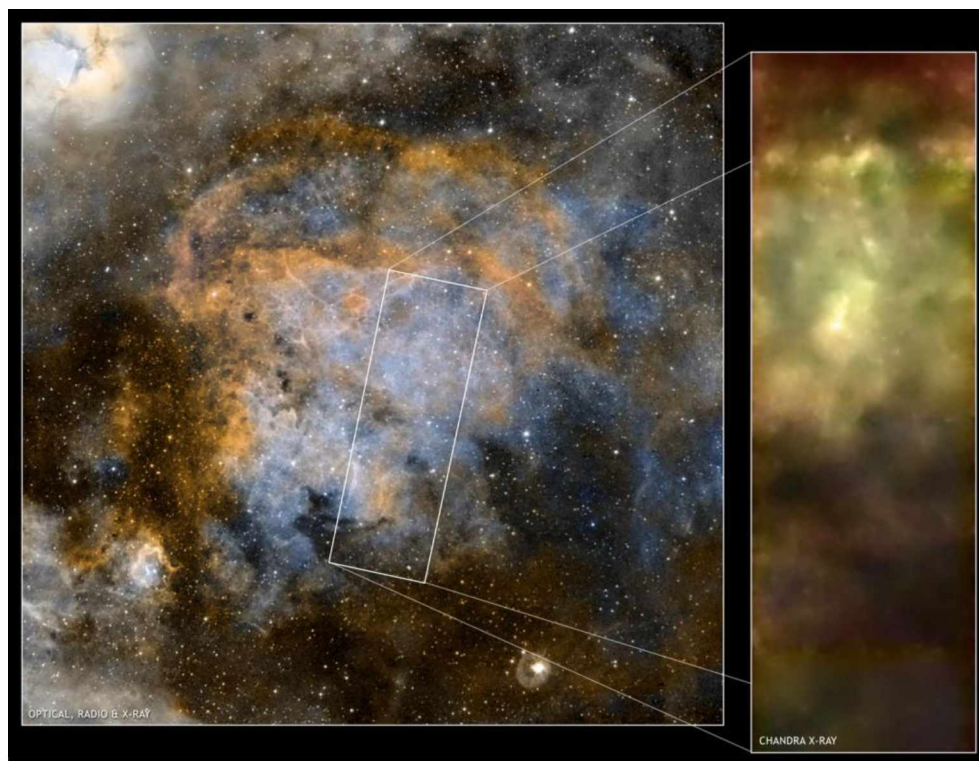


Figura 4: El remanente de supernova W28 es un ejemplo de remanente de morfología mixta. Esta imagen es una composición obtenida con datos en el óptico del Observatorio Cerro Tololo (blanco y gris), en radio obtenidas por Very Large Array (naranja) y en rayos X obtenidas por ROSAT (azul). (Fuente: [Chandra Observatory](#)).

. Sobre la autora

La **Lic. Alejandra Suarez** inició su trabajo de tesis doctoral en nuestro Instituto en abril del año 2013 bajo la dirección del Dr. Jorge A. Combi mediante una beca del CONICET, en el tema "Estudios de fuentes de rayos-gammas a través de su correlación con observaciones de rayos-X".