

SUPERNOVAS: EXPLOSIONES ESTELARES

El 2015 fue el Año Internacional de la Luz. En la Universidad Nacional de Río Negro realizamos la segunda Muestra de Fotografía Astronómica que en este caso se centró en un tema de investigación actual: las explosiones de supernovas.

Mariana Orellana e Ingrid Meschin

Con el respaldo de las Naciones Unidas, el 2015 fue declarado Año Internacional de la Luz y las Tecnologías basadas en la Luz, proponiendo una oportunidad para reflexionar sobre los aspectos energéticos, científicos y culturales en general, acerca de la luz. La propuesta fue presentada ante la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) por el gobierno de México y patrocinada por 35 países. En la Figura 1 se muestra el logotipo que ha servido de emblema a esta celebración.

Más allá de que la luz ha sido por siempre motivo de admiración y fascinación, resulta también fundamental para el desarrollo de la vida (por ejemplo, la radiación solar calienta la atmósfera y brinda la energía para el proceso de fotosíntesis de las plantas). Innegablemente, para el ser humano la luz es de suma importancia en varios aspectos: la luz reflejada o emitida por los objetos nos permite ver; y el uso de

formas y colores para expresar emociones e ideas depende en primera instancia de la luz. La capacidad de manipular este recurso elemental ha permitido crear nuevas tecnologías entre las cuales podemos mencionar el uso de la electricidad para generar luz, baterías solares, sensores de distinto tipo, redes inalámbricas, y con más generalidad, sistemas de telecomunicación, el láser, radiografías y otros avances médicos, por poner algunos ejemplos.

¿Qué es la luz?

Desde su comprensión teórica la luz parece mantenerse rodeada de "milagros". Sigue costando explicar en los términos más simples, que algo pueda ser a la vez una onda y una partícula llamada fotón; que pueda desplazarse a la increíble velocidad de 300.000 kilómetros por segundo sin que nada pero nada la supere, y que incluso pueda ser desviada por la gravedad. ¿Qué tan rápido es eso? Por hacer una comparación, a ese ritmo, la luz tarda unas cinco horas para, partiendo del Sol, llegar hasta Plutón, mientras que a un artefacto humano le ha llevado casi diez años.

Como lo enuncian Cortez y colaboradores: "Esta pregunta ancestral (¿qué es la luz?) sigue sin una respuesta plenamente satisfactoria [...] sin embargo, sí podemos preguntarnos por lo que hace, por lo que genera, por lo que transfiere, por cómo se propaga, por sus características físicas, por cómo se manifiesta en distintas situaciones. Esta forma de preguntar, y, consecuentemente, de construir respuestas, es lo que ha posibilitado a la civilización actual comprender mucho mejor la íntima relación y dependencia de la vida en la Tierra con este agente físico fundamental."

La exploración del universo sería una tarea imposible sin la luz

Cuando la información "íntima" sobre la luz estelar se hizo accesible a los astrónomos, empezó una era de reunión de datos sin precedentes. Recolectando y analizando la luz emitida por objetos luminosos hemos podido saber mucho sobre su estructura, y hemos medido y examinado sus propiedades físicas y químicas.

Palabras clave: astronomía, luz, supernovas, astrofísica

Mariana Orellana

Dra. en Astronomía por la Universidad Nacional de La Plata
Investigadora de CONICET, Jefe de Trabajos Prácticos en la Sede Andina de la Universidad Nacional de Río Negro, Bariloche, Argentina.
morellana@unrn.edu.ar

Ingrid Meschin

Dra. en Astronomía por la Universidad de La Laguna (España)
Docente de la Universidad Tecnológica Nacional y otros establecimientos educativos de Bariloche, Argentina.
Becaria de experiencia en investigación transferencia y arte (BEITA) de la UNRN.
Año Internacional de la Luz

Recido:

Aceptado:



Figura 1: El Año Internacional de la Luz fue una celebración global. El logotipo elegido busca generar una sensación de iniciativa, combinando el Sol, banderas, los colores del espectro, una flor como símbolo de la vida, y un diseño circular para dar idea de unidad y celebración.

2015 INTERNATIONAL YEAR OF LIGHT AND LIGHT-BASED TECHNOLOGIES

cas; incluso analizamos el material más diluido que existe entre las estrellas.

Gracias a un enorme conjunto de observaciones (cuánta luz llega, de qué colores y en qué dirección), hemos llegado a conocer también la estructura del cosmos, y emprendido estudios sobre su evolución, es decir cómo y hace cuánto se inició. Por esto la comunidad astronómica, usuaria por excelencia de la luz como materia prima de estudio, ha sido invitada a proponer y organizar actividades durante 2015, en el marco de la celebración del año de la luz.

Estrellas, fuentes de luz, ¿cómo funcionan?

La fusión produce en el interior de la estrella energía suficiente para compensar la que se “pierde” por emisión de luz a través de la superficie. En otras palabras, es el mecanismo que permite mantener el balance energético. Dicha energía estelar es liberada en el interior, pero sólo en una región donde la temperatura llega a las decenas de millones de grados. Esto es lo que llamamos el núcleo de la estrella. Allí las condiciones físicas permiten que tengan lugar reacciones nucleares (entre núcleos de átomos), la fusión de los elementos livianos genera los más pesados. Por ejemplo, a partir de núcleos de hidrógeno, se obtienen los del helio. Esta “quema”, también conocida como fusión termonuclear, es lo que ocurre durante la mayor parte de la vida de la estrella. También es importante notar que esta fuente de energía (la fusión) es en forma indirecta la responsable de mantener equilibradas la fuerza gravitatoria, que tiende a contraer la estrella, y la fuerza que ejerce hacia afuera la presión del gas caliente.

Masa: un punto clave

La masa identifica la cantidad de materia contenida en un cuerpo. Dentro del Sistema Internacional, su unidad es el kilogramo, pero a los astrónomos nos es más útil medirla en comparación con el Sol (2×10^{30}

kg., ¡esto es unas trescientas mil veces la masa de la tierra!). Eventos como las supernovas son muy importantes. Marcan el final de la vida de una estrella masiva (al menos una decena de veces más grande que el Sol).

Una estrella

Cuando se queda sin combustible, una estrella puede terminar su existencia de diversas formas. Algunas lo hacen desvaneciéndose de a poco, otras explotando violentamente: en un momento la estrella se desintegra expulsando al espacio todo el material fabricado durante millones de años.

El final está definido casi con exclusividad por la masa de la estrella, aunque esto, es válido solamente para estrellas solitarias (o aisladas).

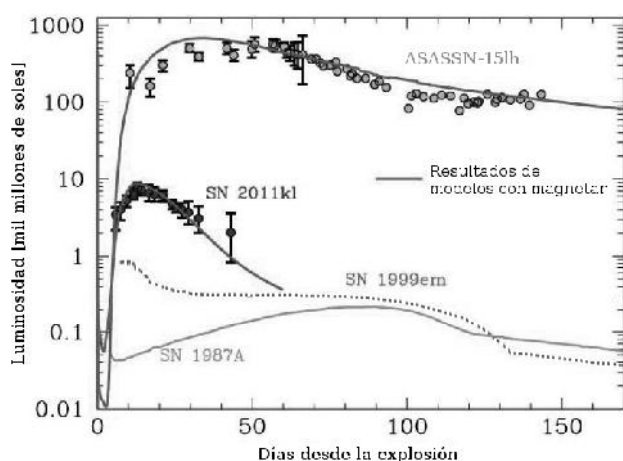
Muchas estrellas

Cambiemos por un momento de escala para pensar en colectividades de estrellas. La dinámica estelar es la rama de la astronomía que trata el problema de las trayectorias de las estrellas. Las estrellas pueden cambiar de órbita en su galaxia. El problema es complejo. A diferencia de lo que ocurre en el sistema solar, el objeto del centro no domina todo el campo gravitacional; sino que en una galaxia hay una distribución de masa extendida en comparación con el tamaño total. A causa de las órbitas que siguen las estrellas, las galaxias resultan con diferentes formas.

Las estrellas formadas en cúmulos lo suficientemente masivos, quedan retenidas y se mueven con ese

Figura 2: La curva de luz de una supernova es el gráfico de su brillo (corregido por la distancia) o luminosidad en función del tiempo. Cada observación es un círculo, mientras que las líneas continuas se obtienen como resultado de cálculos que modelan el evento. Incluimos resultados recientes sobre dos supernovas superluminosas (SN 2011kl y ASASSN-15lh), y dos menos brillantes, pero representativas de su tipo. Imagen: Bersten, Benvenuto, Orellana & Nomoto (2016)





conjunto. Otras, como es el caso de nuestro Sol, no sabemos si tuvo estrellas "hermanas" que se formaran más o menos juntas. Una analogía muy simplificada la encontramos en el hecho de que mucha gente se muda lejos de su lugar de nacimiento. Sin embargo, si pensamos en la población de niños, ellos normalmente no se van lejos de donde nacieron, o al menos, no lejos de sus padres. Salvando el hecho de que no tienen voluntad propia, algo similar ocurre con las estrellas más masivas, puesto que ellas consumen rápidamente su combustible, es probable que exploten dentro o cerca de la región donde se han formado (ver más adelante, Una supernova memorable).

Final de la vida de una estrella masiva

Como ya hemos dicho, la fusión forma elementos cada vez más pesados. El núcleo de hierro es el más estable en la naturaleza; es el último elemento del que se logra extraer energía por fusión. Cuando finalmente se ha llegado a la formación de hierro el corazón de la estrella colapsa y las capas externas caen sobre éste. Lo hacen tan rápido que "rebotan" sobre el núcleo a enorme velocidad. Éste es uno de los factores que origina la explosión de la estrella. Digamos, para quienes tienen conocimientos un poco más avanzados, que el otro es la copiosa liberación de unas partículas muy ligeras conocidas como neutrinos.

Perturbando el vecindario

Los elementos de la tabla periódica más pesados que el hierro (elementos transféricos) sólo se producen en las supernovas (el mecanismo en juego no es la fusión, pero no ahondaremos aquí sus detalles). Cuando explotan, las supernovas arrojan material al espacio a velocidades de 15.000 a 40.000 kilómetros por segundo. Entonces, gracias a la explosión de las

Figura 3: Parte de la exposición "Supernovas: explosiones estelares", en el hall del edificio de la Sede Andina en Bariloche. Imagen: M. Orellana

supernovas el medio entre las estrellas se ve modificado y hay dos efectos: por un lado es enriquecido químicamente con elementos pesados, y por otro, es movilizado y comprimido por la onda en expansión. Para que esta frase cobre mayor sentido, conviene aclarar que el espacio entre las estrellas no está completamente vacío. El medio interestelar incluye, principalmente, gas y partículas de polvo. La densidad promedio es realmente baja, suele ser de unas 100 partículas por cada metro cúbico (el aire que respiramos tiene en comparación una densidad aproximada de 10^{25} moléculas por metro cúbico, ¡un 1 seguido de 25 ceros!).

El material liberado por una supernova se expande y se enfría. En nuestra galaxia vemos algunas de las burbujas que las explosiones de supernova han creado; las conocemos como remanentes de la supernova. Pasarán varios miles de años hasta su completa disipación. De lo que era el núcleo estelar sobrevive una pequeña y muy compacta estrella de neutrones (de unos diez kilómetros de diámetro); o bien, si se trata de estrellas más masivas, el núcleo puede ser atrapado por su propia gravedad y convertirse en un agujero negro (ver Glosario).

Otras características importantes

En el apogeo de la explosión, una supernova puede ser tan brillante como la totalidad de la galaxia

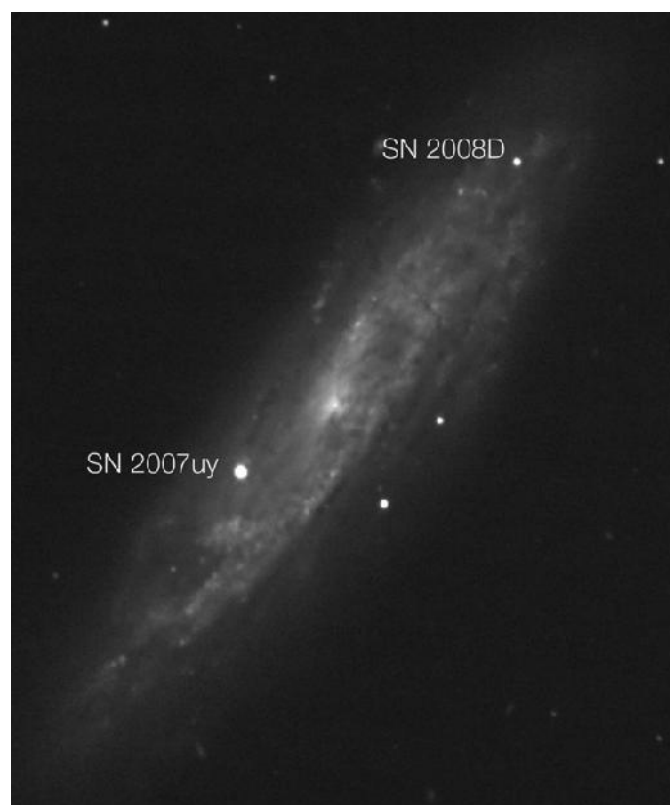


Figura 4: Supernovas en la galaxia NGC 2770. La sigla NGC se debe al Nuevo Catálogo General, una compilación enorme de objetos celestes difusos. Imagen: European Southern Observatory

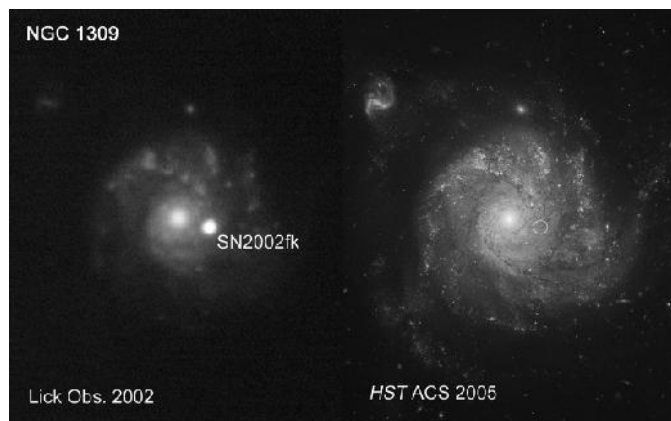


Figura 5: Supernova SN2002fk en la galaxia NGC 1309, y la misma galaxia en su estado “normal”. Imagen: Observatorio Lick Kait / Palomar Observatory / NASA & ESA

que la alberga. Por ello, otro aspecto crucial de las supernovas es que, al ser tan brillantes, pueden llegar a verse desde enormes distancias. Y no sólo eso, sino que además un subgrupo de ellas funciona mediante un mecanismo muy preciso: todas tienen una emisión o brillo intrínseco tan similar, que podemos utilizarlas como herramientas para estimar distancias. La gran precisión lograda en las medidas usando este tipo de supernovas, llevó al hallazgo de la aceleración en la expansión del universo y a la introducción de la hipótesis de la “energía oscura” como un componente principal, aunque aún incomprendido, del cosmos.

La explicación para ese notable tipo de supernovas consiste en postular que resultan de un mecanismo diferente del que hemos mencionado. Hasta aquí hacíamos referencia a una estrella aislada. Pero la mayoría de las estrellas cohabitan con una segunda estrella: se forman y evolucionan en sistemas ligados de estrellas binarias o múltiples, orbitando en torno a un centro de gravedad común. En algunos casos, una de ellas puede ser una enana blanca (ver Glosario) que esté recibiendo material de su compañera (sistemas binarios llamados interactuantes). Llegados a un punto, la enana blanca ha absorbido tanto material de su compañera que la presión sobre el núcleo es suficientemente intensa como para desatar una explosión de supernova.

Estudiando supernovas

En forma observacional, las diferencias que llevan a clasificar una supernova como proveniente de una estrella masiva aislada o de un sistema binario hay que buscarlas en el espectro, es decir, la descomposición de la luz recibida en sus diferentes colores (o longitudes de onda), en forma análoga a la separación que ocurre en forma natural en el arco iris. Ésta es la técnica que permite conocer la composición química

del material expulsado a través de la identificación de máximos (líneas en emisión) y mínimos (líneas en absorción) en ciertas longitudes de onda. También se dan clasificaciones de carácter fotométrico. El concepto que hay detrás de esto, es más simple en este caso: se investiga la dependencia del brillo observado respecto al tiempo, que es lo que llamamos la “curva de luz” de la supernova (ver Figura 2).

La última supernova que vimos en nuestra propia galaxia, la Vía Láctea, se produjo hace unos 400 años y, ya que por la posición del Sol vemos sólo una fracción de la galaxia, pensamos que aún pueden pasar unos cuantos años para que veamos otra tan cercana. Sin embargo, para la astronomía son sucesos muy útiles, y se las continúa investigando con interés. Con los instrumentos más modernos o mediante búsquedas organizadas, que más parecen cacerías, se descubre en promedio una supernova en alguna otra galaxia, cada dos días. La riqueza de los datos disponibles estimula las más diversas preguntas de quienes estudian estas lejanas explosiones. Un ejemplo fascinante es la conexión entre los restos o remanentes de supernovas y el origen de los rayos cósmicos (ver Glosario). Los análisis teóricos sugieren que en los remanentes de supernovas podrían existir regiones donde partículas cargadas como los protones, adquieren energía suficiente para moverse a las enormes velocidades con que son detectados.

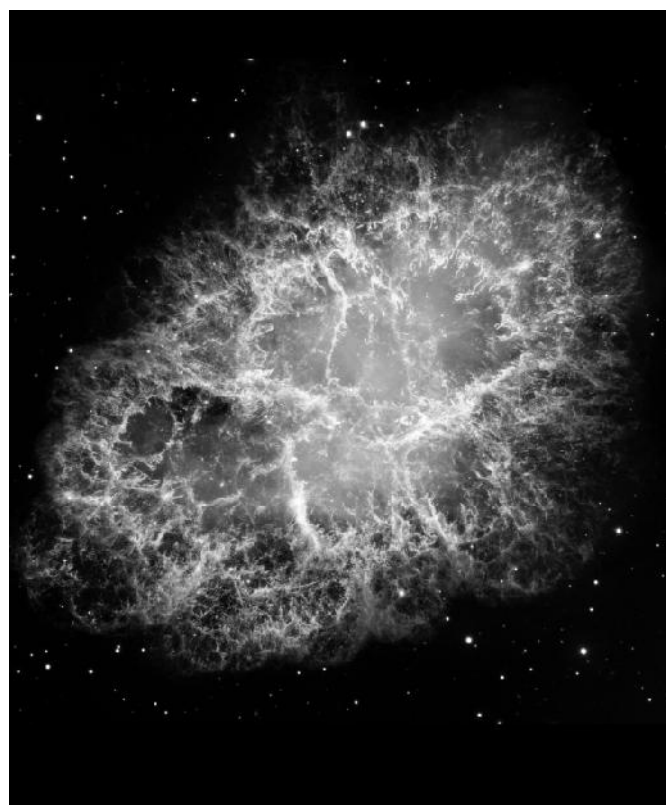


Figura 6: Nebulosa del Cangrejo, los restos de la SN1054, en nuestra galaxia. Crédito: NASA y ESA.

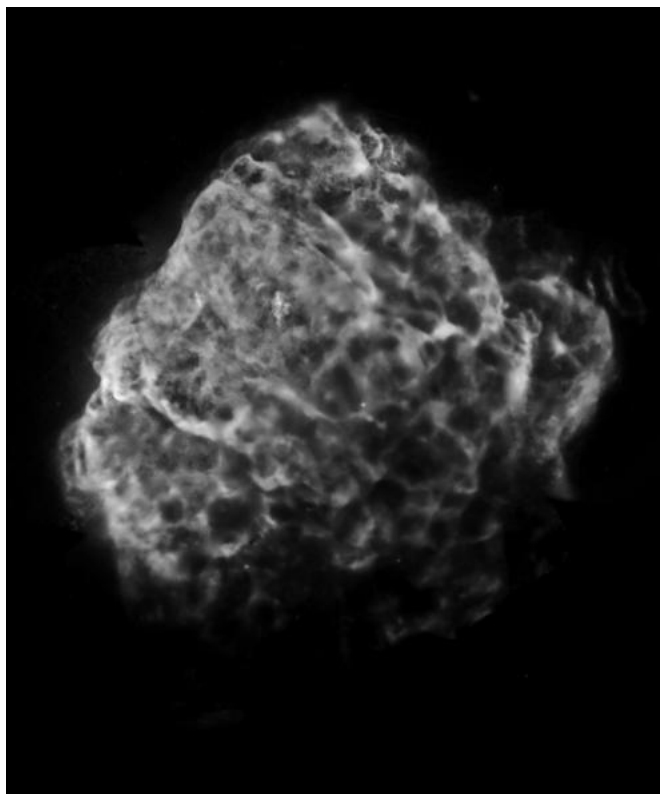


Figura 7: Puppis A, remanente de otra supernova que ocurrió en nuestra galaxia. Crédito: NASA/CXC/IAFE & ESA/XMM-Newton.

Los nombres de las supernovas

El término “supernova” fue acuñado en 1931 por el astrónomo Fritz Zwicky. Esta denominación permitió diferenciar a los fenómenos más luminosos (super) de las ya conocidas novas (estrellas “nuevas” pues antes no se veían o al menos no brillaban tanto). El nombre que se asigna a una supernova está formado por el año de descubrimiento, seguido inmediatamente por una una o dos letras. Las primeras 26 supernovas del año reciben una letra en mayúsculas; más tarde, se usan parejas de letras minúsculas, a partir de “aa”, “ab”, y así sucesivamente, con excepción de unas pocas supernovas consideradas históricas, que son conocidas simplemente por el año en que se descubrieron. En forma provisional, los laboriosos equipos que están dedicados a la búsqueda de supernovas le asignan un nombre de acuerdo a su propio listado, destacando el nombre del instrumento o institución encargada. A veces esa denominación se vuelve más popular, sobre todo cuando el descubrimiento es “fuera de serie”.

La muestra fotográfica “Supernovas: explosiones estelares”

En este artículo deseamos documentar un proyecto de divulgación de la Sede Andina de la UNRN y el Centro Científico y Tecnológico Patagonia Norte del CONICET, con el apoyo de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de La Plata. Se trata de la segunda edición de la Muestra de Fotografía Astronómica. En 2014 iniciamos esta actividad con “Vistas del Sistema Solar”.

El eje del proyecto fue generar y compartir con el

público, en forma abierta y gratuita, una selección de imágenes de supernovas y sus restos, todas ellas obtenidas y gentilmente facilitadas por diferentes agencias y observatorios (principalmente NASA y ESA, que son las administradoras estadounidense y europea respectivamente). Se buscó aportar al conocimiento general de la comunidad, brindando la oportunidad de disfrutar de una selección de fotografías. Al mismo tiempo, deseábamos difundir la temática de las investigaciones que desarrollamos en nuestra institución. Para ello, redactamos una breve descripción que acompañara cada fotografía, brindando en forma accesible y amena las nociones más básicas. La muestra fue expuesta en los edificios de la Sede Andina de Bariloche (ver Figura 3) y El Bolsón, y en el Centro Administrativo de Bariloche. Recientemente, nos ha sido solicitada para ser expuesta como muestra invitada del Museo de Ciencia, Tecnología y Sociedad “Imaginario” dependiente de la Universidad Nacional de General Sarmiento. Aprovechamos para agradecer aquí a todos los involucrados en materializar este esfuerzo. A continuación brindamos los detalles de alguna de las imágenes.

Algunas de las imágenes elegidas Fábricas de supernovas

En promedio una galaxia espiral tiene una explosión de supernova alrededor de una vez por siglo. La hermosa espiral mostrada en la Figura 4 se conoce como NGC 2770 y ha superado por mucho esa cantidad. Se ubica a unos 90 millones de años luz y ya había mostrado una supernova en el año 1999. Sorprendentemente, se vieron en ella dos explosiones de supernova casi en simultáneo. La imagen es del 12 de enero de 2008, gentileza del Observatorio Europeo Austral (ESO). Salvo las supernovas, que están indicadas en la imagen, las demás estrellas que se ven individualmente se llaman “de campo” y son parte de nuestra galaxia: podríamos decir que se colaron en la foto. Si bien no la incluimos en la muestra, uno de los récords se lo lleva NGC 6946, apodada la “galaxia de los fuegos artificiales”. Al ser rica en gas y polvo, tiene una tasa muy alta de nacimiento y muerte de estrellas. A lo largo de los últimos 100 años, se descubrieron en ella al menos nueve supernovas. La perspectiva facilita la tarea, ya que es una galaxia cuyo disco espiral vemos de frente. Puede apreciarse en URL: observatorio.info/2011/01/galaxia-de-los-fuegos-artificiales-ngc-6946.

Realmente es más común encontrar supernovas en galaxias espirales, ya que contienen más estrellas jóvenes y masivas. Durante algunas semanas una super-



Figura 8: Parte del campo profundo norte del Hubble, donde se descubrió una supernova muy lejana. La estrella más brillante se encuentra en el interior de nuestra galaxia y luce picos de difracción que le dan aspecto de cruz. Este efecto es causado por los soportes internos del telescopio. Crédito: NASA y J. Blakeslee.

nova brilla tanto como la galaxia que la alberga. En la Figura 5, la imagen de la izquierda corresponde tanto a lo que vemos antes de la supernova como a lo que volvemos a ver un par de meses después del máximo brillo de la explosión, cuando todo vuelve a la normalidad, visto cómodamente desde aquí. Esta galaxia, cuya denominación es NGC 1309, se encuentra a una distancia de 120 millones de años luz, en dirección de la constelación del Río Eridano. A la izquierda, la supernova SN2002fk observada por el Observatorio Lick Kait (EEUU), con un telescopio de 0,76 metros de diámetro, en 2002. La ubicación de la supernova se indica en la imagen del telescopio espacial Hubble, a la derecha.

Histórica

La Nebulosa del Cangrejo (Crab en inglés) es el resultado de la explosión de supernova observada en el año 1054 por astrónomos chinos y árabes en la constelación de Tauro. Fue documentada como una estrella visible a la luz del día. ¡Debe haber sido todo un espectáculo! La explosión se mantuvo visible durante 22 meses. Siete siglos más tarde, Charles Messier comenzó su catálogo de objetos no cometarios con esta Nebulosa, que se veía difusa a través del telescopio; por eso se la conoce también como M1. La Nebulosa del Cangrejo pertenece a nuestra galaxia: está situada a una distancia de aproximadamente 6.300 años luz de la Tierra. Este remanente de supernova (ver Figura 6) tiene un diámetro de 6 años luz que crece a una velocidad de 1.500 kilómetros por segundo. De esa expansión recién nos hemos enterado a principios del siglo XX, gracias a nuevas técnicas de observación. Cuando estos restos se enfrían y se dispersen, pasarán a integrar el medio interestelar, que es la materia prima de la próxima generación de estrellas, planetas, y tal vez seres que los habiten. Gracias también a avances tecnológicos, hemos aprendido que el centro de la nebulosa contiene una estrella de neutrones, el

compacto centro de la estrella original, que gira sobre sí misma a una velocidad de 30 revoluciones por segundo. Por su inclinación, vemos las emisiones como pulsantes; éstas van desde los rayos gamma (fotones de mayor energía) a las ondas de radio (en el otro extremo, de baja energía).

El remanente Puppis A

Puppis es la constelación de la popa, junto con Carina (quilla), Pyxis (brújula) y Vela, formaba parte de La Nave de los Argonautas. Se encuentra en el hemisferio sur. Puppis A es la nomenclatura estelar asignada por la Unión Astronómica Internacional. Los restos de una supernova que se habría presenciado en la Tierra hace unos 3.700 años, y que se encuentra a 7.000 años luz de distancia, pueden verse en la Figura 7. Tiene unos diez años luz de diámetro. Esta imagen ofrece la vista en rayos X más completa y detallada que se ha obtenido de Puppis A hasta ahora. A medida que un remanente se expande en un entorno grumoso y no uniforme se forman filamentos con distintas temperaturas. En este caso son lo bastante altas como para producir el brillo en rayos X. La imagen es una combinación de datos obtenidos por dos telescopios espaciales Chandra y XMM-Newton. Los colores de la fotografía son falsos pero corresponden al ordenamiento natural: los rayos X de baja energía se muestran en rojo, los rayos X de energía intermedia en verde y los rayos X de energía alta en azul.

Una supernova lejana

El “campo profundo” (Hubble Deep Field o HDF en inglés) es una fotografía muy famosa del telescopio espacial Hubble, tomada en 1995. Cubre un área muy pequeña del cielo (equivalente en tamaño angular a una pelota de tenis a una distancia de 100 metros), pero la mayoría de los 3.000 objetos que muestra han sido identificados como galaxias. En 2002 apuntando en la misma dirección que esa fotografía, se capturó el brillo de una supernova muy distante, SN2002dd (ver Figura 8). Se estima que esta supernova se encuentra a 8.000 millones de años luz. La cámara con la cual se detectó está calibrada para captar con preferencia el color rojo, por lo que la supernova resulta rojiza en la imagen.

Una supernova memorable

La Figura 9 muestra el retrato de una espectacular cuna estelar, la Nebulosa de la Tarántula y sus alrede-

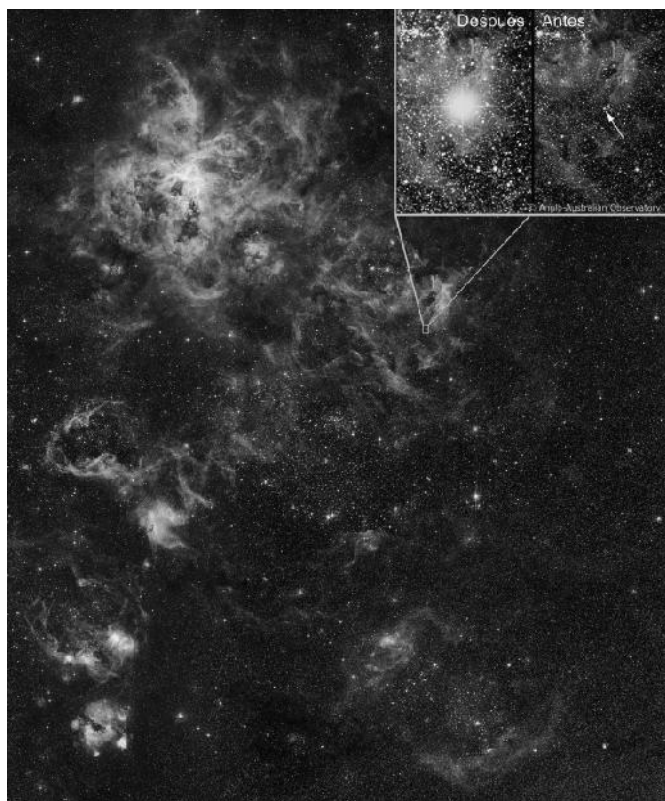


Figura 9: Región donde se ubica una de las supernova más estudiadas de todos los tiempos, SN 1987A. Imagen: Observatorio Anglo Australiano/ NASA / ESA / ESO.

dores. La nebulosa con forma de tela de araña puede apreciarse en la parte superior de la imagen. Ligera-mente más abajo y a la derecha, una red de filamentos alberga a la famosa supernova SN 1987A. Además se observan muchas otras nebulosas y estrellas jóvenes.

El recuadro muestra ampliado un primer plano de la región: una de las imágenes es antes de la explosión, y la otra durante la misma, ambas capturada por el Observatorio Anglo Australiano. La explosión fue bien visible desde nuestras latitudes, ya que ocurrió en la mayor de las Nubes de Magallanes, a 160.000 años luz de la tierra. Su brillo alcanzó su punto máximo en mayo de 1987, disminuyendo lentamente en los meses siguientes. Fue la primera oportunidad para que los astrónomos pudieran ver de cerca una supernova con instrumental moderno, tarea que continúa mientras vamos viendo crecer y enfriarse al remanente. Un hecho muy importante fue que no sólo se detectó la luz de esta explosión: los detectores de tres experimentos diferentes lograron captar el débil flujo de neutrinos procedentes de la explosión. Con ello nació, hace unos 25 años, la astronomía de neutrinos.

Extra brillantes

Durante la última década se han detectado supernovas superluminosas, que brillan entre 10 y 100 veces más que las supernovas normales. Son bastante inusuales, una de entre 10.000 supernovas. En algún momento se las llamó hipernovas, pero esa denominación cayó en desuso. El origen físico de su extrema luminosidad (el cómo y el por qué se producen, ver Glosario) permanece especulativo, y es materia de

estudio actual. Una explicación posible, y de hecho popular, sugiere que del colapso del núcleo de la estrella masiva podría resultar una estrella de neutrones extremadamente magnetizada, la que se conoce como un magnetar. Se espera que al formarse, un magnetar rote rápidamente, completando una vuelta en pocos mili-segundos. Si bien no se han observado magnetares tan jóvenes, sí se conocen algunos que, debido al tiempo que llevan perdiendo energía, se fueron frenando y rotan en la actualidad más lentamente que cuando se formaron. Una supernova sería superluminosa si se viera potenciada por la emisión de un magnetar. La energía extra provee mayor impulso y la velocidad del material expulsado es tan alta que deben tenerse en cuenta consideraciones relativistas, como sucede siempre que una velocidad se vuelve una fracción no despreciable de la de la luz. Venimos estudiando el efecto de la propagación de la onda de choque que desarma la estrella utilizando el frenado del magnetar como mecanismo propulsor adicional. Para ello hicimos un estudio numérico que simula las condiciones y los procesos físicos en el interior de una estrella que acaba de explotar. Más precisamente, lo que se hace es resolver las ecuaciones que nos dicen cómo se modifican cantidades físicas como la temperatura, densidad, velocidad, etc. A este proceso es lo que llamamos “modelar” la situación. Por supuesto, han de formularse hipótesis sobre algunas de las condiciones al principio del estudio pero, para mayor consistencia, utilizamos los resultados de cálculos que se encuentran entre los más refinados disponibles de la evolución de una estrella masiva. También se incluyen en el cálculo la creación y decaimiento de iones radiactivos. Para otras supernovas puede resultar un efecto muy importante, pero para éstas tan brillantes es menos notorio.

Aportes en colaboración

En un artículo publicado recientemente mostramos resultados que hacen compatible este modelo de magnetar con la supernova más brillante detectada hasta ahora, SN 2015L, mejor conocida como ASASSN-15lh (ver Figura 2). La sigla del proyecto ASASSN, que en inglés suena parecido a “asesino”, puede traducirse como Censo Automatizado de Supernovas del Cielo Completo. En su momento de mayor intensidad, ASASSN-15lh brilló con 570.000 millones de veces la luminosidad del Sol. Si ese número no impresiona por sí mismo, aclaremos que equivale aproximadamente a 20 veces toda la producción lumínica de las 100.000 millones de estrellas que comprenden nuestra galaxia. Comparada con las de su clase, fue dos veces más

brillante que cualquier otra explosión estelar de la que tengamos registro. Los descubridores de esta explosión sin precedentes, utilizaron dos telescopios montados en Cerro Tololo, en la Región de Coquimbo, Chile. Por nuestra parte, para los cálculos del modelo, utilizamos una computadora de escritorio de características un poco mejores que las que se venden para el hogar.

Glosario

Luminosidad: término que utilizamos en astronomía para hablar de la energía emitida por segundo por cualquier objeto celeste. En cambio, brillo denota energía recibida, que, como se ha desparramado desde la fuente en un enorme volumen, es menor a la cantidad emitida. Para poder hacer comparaciones, decimos en forma coloquial que se “corrige por distancia”.

Enana blanca: se dice de lo único que sobrevive del núcleo de una estrella de hasta unas ocho veces la masa del Sol. A causa de la fuerte compresión de la materia, una enana blanca es mucho más pequeña y densa que una estrella normal. Su tamaño promedio es similar al de la Tierra. Este es el destino final de una estrella que consideramos de baja masa. Mediante la fusión nuclear alcanza a producir elementos químicos como el Carbono, pero no se alcanzan las condiciones para avanzar hacia elementos más pesados.

Agujero negro: es una región del espacio cuya atracción gravitatoria es tan fuerte que ni la materia ni la luz pueden escapar. Esto no quiere decir que no podamos encontrar evidencia de que existen. En algunos casos, la materia que está cayendo hacia el agujero negro es la que podemos detectar. Según la temperatura que este material adquiera, puede incluso emitir rayos X. La existencia de los agujeros negros es una de las fascinantes predicciones de la teoría de la relatividad general enunciada por Einstein, hace exactamente un siglo.

Rayos cósmicos: son partículas que llegan desde el espacio constantemente y desde todas direcciones. La mayoría de estas partículas son protones o núcleos de átomos. Algunas de ellas (las que estudia el Observatorio Pierre Auger en Malargüe, Mendoza) son más energéticas que cualquier otra partícula observada en la naturaleza o acelerada en experimentos. Los rayos cósmicos que se producen en los restos de supernovas no alcanzan esas energías tan extremas, pero son más abundantes.

Siglas en los créditos:

CXC: Chandra X-ray Center

ESA: European Space Agency

ESO: European Southern Observatory (inter gubernamental, Chile y países de Europa)

NASA: National Aeronautics and Space Administration (Estados Unidos)

IAFE: Instituto de Astronomía y Física del Espacio (Argentina)

¿Por qué 2015?

Se eligió el 2015 en oportuna coincidencia con aniversarios de una notable serie de hitos en la historia de la ciencia de la luz; entre ellos:

1015: la labor sobre la óptica de Ibn Al-Haytham.

1815: Fresnel propone el carácter ondulatorio de la luz.

1865: Maxwell formula la teoría electromagnética de propagación de la luz.

1915: Einstein presenta la teoría de la relatividad general, en la que reformuló por completo el concepto de gravedad.

1965: el descubrimiento de la radiación cósmica de fondo por Penzias y Wilson. Este mismo año, Charles Kuen Kao realizó avances revolucionarios relacionados con la transmisión de luz en fibras ópticas, hoy fundamental para las telecomunicaciones.

Lecturas sugeridas

Año Internacional de la Luz – Argentina. En URL: 2015luz.com.ar

Colección Viaje a través del Universo (1994). España: Ediciones Folio S.A.,

Cortez, G..L., N. Camino, L. Lacolla, M. L. Melchiorre, M. E. Huaranca y M. Curel (2014), Radiaciones: Una mirada multidimensional, Ministerio de Educación de la Nación, Escritura en Ciencias, Vol 17. En URL: cedoc.infed.edu.ar/upload/Radiaciones_una_mirada_multidimensional.pdf

Archivo de imágenes ESO. En URL: www.eso.org/public/spain/images