

LA SUPERNOVA DE MAGALLANES

Héctor Durand

La Supernova de Magallanes fue detectada el 23 de febrero de 1987 por Ian Shelton, de la Universidad de Montreal, desde el observatorio de Las Campanas en Chile. Por ser la primera supernova de 1987 se le llamó SSN 1987 A y fue la primera estrella en explosión visible sin telescopio después de 383 años, desde Kepler. Está situada en la gran Nube de Magallanes, galaxia irregular satélite de la Vía Láctea distante 170 000 años luz de la Tierra.

El primer posible registro de una explosión supernova fue hecho por los chinos en 532 A.C.; desde entonces hasta el siglo XVII se registraron otras 10, de las cuales sólo las cuatro últimas son universalmente aceptadas como genuinas supernovas. Estas son:

a) SN 1006.- La cual fue registrada por los chinos.
b) SN 1054.- También registrada por los chinos y cuyo remanente forma actualmente la nebulosa del Cangrejo.
c) SN 1572.- Conocida también como la supernova de Tycho Brahe al haber sido observada por este astrónomo y con la cual se demostró que las teorías de Aristóteles sobre la inmutabilidad de los cielos eran erróneas. Durante la aparición de esta supernova, Tycho Brahe creó la palabra Nova para referirse a la estrella, ya que el nombre supernova sería inventado siglos más tarde para diferenciar a éstas de las verdaderas novas.
d) SN 1604.- Conocida también como la supernova de Kepler. Es la última supernova histórica y la última en verse a simple vista por espacio de casi cuatro siglos.

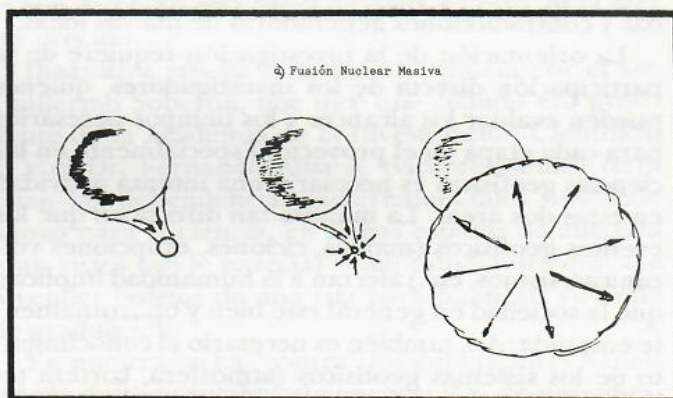
La primera supernova detectada con telescopio fue también la primera extragaláctica observada y fue vista en la galaxia espiral de Andrómeda en el año de 1885, es decir, 281 años después de la supernova de Kepler. Desde entonces se han reportado cerca de 600 supernovas extra galácticas.

Hasta 1934 todas las estrellas en explosión que se observaban recibían el nombre de novas, pero ese año, cuando W. Baade y F. Zwicky, estudiando el evento de 1885 en Andrómeda, llegaron a la conclusión de que la energía liberada durante la explosión era tan grande que la estrella debería haberse destruido, cosa que no ocurría con las novas normales estudiadas dentro de nuestra galaxia. Entonces, para

diferenciar entre éstas y las estrellas que se destruyeron completamente, crearon el nombre de supernova para estas últimas.

Mecanismos de explosión de una estrella

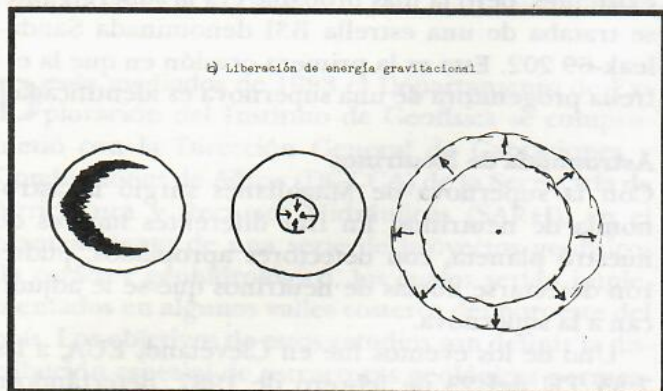
Para tratar de explicar cómo es que una estrella puede destruirse totalmente los astrofísicos teóricos han imaginado dos posibles mecanismos (Fig. 1):



a) Fusión nuclear masiva

Para que este fenómeno pueda llevarse a cabo se necesita un sistema binario muy especial formado por una estrella normal de secuencia principal y una enana blanca; además deben acercarse la una a la otra lo suficiente como para que las fuerzas de marea formen un filamento de materia que fluya de la estrella de secuencia principal a la enana blanca. La enana blanca ya quemó todo su combustible y no existe presión de radiación que se oponga a la fuerza de gravedad, por lo cual, la estrella se sostiene por las fuerzas de degeneración debidas al principio de exclusión de Pauli y que no pueden sostener una masa mayor que la de la propia enana blanca; sin embargo, la materia fluye hacia ésta procedente de la estrella compañera hasta que en un momento dado las fuerzas de degeneración no son capaces de sostener a la estrella y ésta se colapsa bajo su propio peso. Al contraerse, la materia se calienta hasta que alcanza una temperatura tan alta que todo el material rico en hidrógeno procedente de la estrella de

secuencia principal sufre una fusión nuclear, la cual libera energía suficiente como para evaporar literalmente a la estrella; entonces ésta estalla convirtiéndose en una bola de gases ardientes que se aleja del punto de explosión a gran velocidad.



b) Liberación de energía gravitacional

Otro mecanismo por el cual pueden explotar las estrellas y convertirse en supernovas requiere la presencia de una super gigante roja. Este tipo de estrellas se encuentran a punto de morir ya que han quemado todo su hidrógeno y están quemando helio, oxígeno o aun materiales más pesados; en el momento en que en el núcleo deja de haber reacciones nucleares, la presión de radiación deja de actuar y el núcleo se colapsa bajo la fuerza de gravedad y al hacerlo se libera energía potencial gravitacional que calienta este núcleo a temperaturas altísimas. En ese momento la presión de radiación provocada por este núcleo supercaliente es tan grande que lanza al exterior, con una fuerza explosiva, todas las capas superiores de la estrella. En este caso la estrella no es completamente destruida, sino que sobrevive el núcleo contraído en forma de una estrella neutrón o pulsar.

Clasificación de las Supernovas

De todas las observaciones se ha sacado la siguiente clasificación:

Tipo I: Estas supernovas se caracterizan principalmente en que su espectro carece de las líneas de hidrógeno, su curva de luz (brillo vs. tiempo) es típico que alcance rápidamente una magnitud absoluta de -19 y luego decrece exponencialmente con una vida media de 55 días. Las velocidades de expansión de los gases son del orden de 20 000 km/s. Este tipo de supernovas ocurren en cualquier tipo de galaxia.

Tipo II: En estas supernovas, contrariamente a las de tipo I, las líneas de Balmer del hidrógeno aparecen muy claras en su espectro. Su curva de luz es

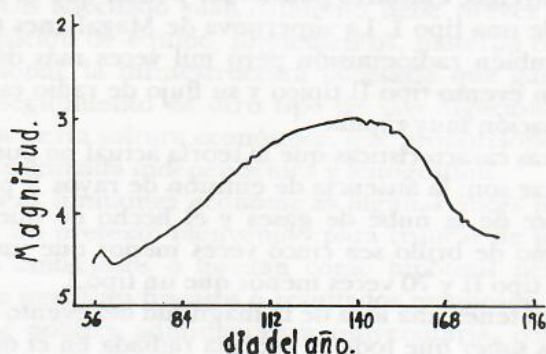
más extendida, las velocidades de expansión son del orden de 5000 Km/s y meses después de la explosión se convierten en fuentes de radio centimétricas. Este tipo de supernovas ocurren sólo en galaxias en las que hay formación de estrellas

Hasta hace pocos años, estos eran los únicos tipos de supernovas, sin embargo, se empezaron a observar algunos eventos en los que una supernova tipo I tenía radioemisión o bien tipo I con intensidad pico cinco veces menor; éstas se englobaron en un tercer tipo al cual se le llamó tipo Ib. Por otro lado se observaron eventos tipo II con un decaimiento exponencial de 50 días de vida media y estos recibieron el nombre de tipo IIb. Una curva de luz extraña en la supernova SN 1961V llevó a Zwicky a crear el tipo III, el cual todavía no es generalmente admitido.

SN 1987A

Toda la anterior clasificación nos muestra cómo se encontraba la situación antes de la supernova de Magallanes; pero esta ha puesto en dificultades a los astrónomos para poder clasificarla ya que:

a) Su espectro es rico en hidrógeno, lo cual indicaría que se trata de un evento tipo II. b) Las velocidades de expansión de los gases son del orden de 20 000 km lo cual es característico de una supernova tipo I. c) Su curva de luz (Fig. 2) es igual a la de la SN 1961V lo cual implicaría un tipo III.



Todo esto nos muestra una serie de diferencias que dificultan su clasificación.

Respecto a su curva de luz podemos ver que después del máximo de la explosión hay un breve decaimiento y luego un nuevo y prolongado ascenso de aproximadamente 80 días de duración, que superó en intensidad al primer máximo. Para que se

produjera este fenómeno, se requiere una fuente de energía y se han propuesto tres posibles:

a) **Decaimiento radiactivo:** Durante la explosión, las altas energías liberadas permiten la nucleosíntesis de elementos tales como el Ni que es un isótopo radiactivo de corta vida para que el decaimiento de este isótopo justificara el ascenso observado en la curva de luz tendrían que haberse formado 0.1 masas solares de Ni, número que coincide con los cálculos teóricos sobre el proceso de nucleosíntesis.

b) **Estrella neutrón radiando:** Se considera que el mecanismo de explosión de esta supernova en particular es el de liberación de energía gravitacional y si las teorías sobre este punto son correctas, entonces el núcleo de la estrella progenitora debe haberse colapsado hasta formar una estrella de neutrones. Dado que el material de esta estrella debe estar suficientemente caliente como para emitir rayos X, entonces éstos podrían haber calentado la envoltura de gases durante la segunda subida de la curva de luz.

c) Otro posible mecanismo de liberación de energía sería la recombinación electrón-ión. Durante la explosión, el material es fuertemente ionizado y más tarde al recombinarse los electrones y los iones habrá una liberación de energía.

La supernova de Magallanes explotó en una región rica en formación de estrellas, lo cual también dificulta su clasificación ya que en una región así pueden existir tipos I y II, mientras que si se hubiera producido en una galaxia en la que ya no se formarían estrellas, entonces podríamos pensar que se trataba de una tipo I. La supernova de Magallanes tiene también radioemisión pero mil veces más débil que un evento tipo II típico y su flujo de radio es de declinación muy rápida.

Otras características que la teoría actual no puede explicar son: la ausencia de emisión de rayos X procedente de la nube de gases y el hecho de que el máximo de brillo sea cinco veces menor que un evento tipo II y 70 veces menor que un tipo I.

Para tener una idea de la magnitud del evento debemos saber que toda la energía radiada en el óptico, en el primer año, es de 10 ergios, es decir, 17 órdenes de magnitud más grande que la ráfaga solar más poderosa que se haya observado; y si tomamos en cuenta todo el espectro de la energía total estaría entre 2×10 y 3×10 ergios.

Estrella Progenitora

En cuanto se tuvo noticia de la supernova de Magallanes, se empezó a buscar en las fotografías que se tenían de la región, tomadas antes de la explosión,

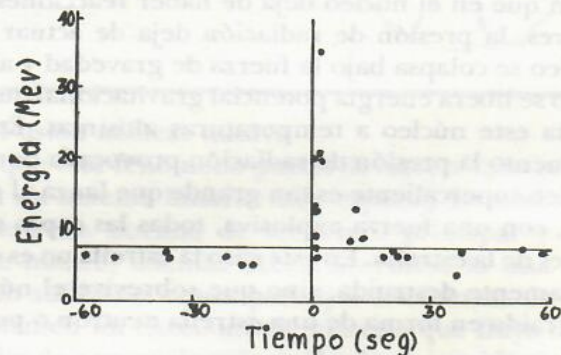
la estrella que pudiera ser la progenitora. En un principio se descubrieron dentro del área dos estrellas, una de secuencia principal y otra una supergigante azul. Ninguna de las dos estrellas se ajustaba a lo que debía ser una progenitora, según las teorías existentes, pero la más probable era la supergigante, se trataba de una estrella B3I denominada Sanduleak-69 202. Esta es la primera ocasión en que la estrella progenitora de una supernova es identificada.

Astronomía de Neutrinos

Con la supernova de Magallanes surgió la astronomía de neutrinos. En tres diferentes lugares de nuestro planeta, con detectores apropiados, pudieron detectarse lluvias de neutrinos que se le adjudican a la supernova.

Uno de los eventos fue en Cleveland, EUA, a las 7:35 TU del 23 de febrero de 1987, detectándose ocho neutrinos de energía entre 20 y 40 MeV.

El segundo evento coincidente con el primero fue en Kamiokande, Japón, también a las 7:35 TU del 23 de febrero (Fig. 3); se detectaron once neutrinos de energía entre 7.5 y 36 MeV.



El último evento ocurrió en Monte Blanco, Francia, a las 2:52 T. U. del mismo 23 de febrero con cinco neutrinos de energía MeV. Todo mundo está de acuerdo en atribuir los dos primeros eventos al colapso del núcleo de la estrella durante el cual, según las teorías, debe existir una gran liberación de neutrinos. El evento de Monte Blanco nadie sabe qué hacer con él y algunos piensan que incluso fue una falla del equipo.

SN 1987A ha confirmado algunas de las predicciones teóricas pero otras no. Con el tiempo y el estudio de esta supernova surgirá una teoría más sólida sobre estos eventos.