

Novas y supernovas

En 1885, se observó en la nebulosa de Andrómeda lo que parecía una 'nueva estrella', o **nova**. Estraba justo por debajo del límite de visibilidad a simple vista. A partir de mediados de la década de 1920, quedó cada vez más claro que algunas 'nebulosas' son en realidad galaxias, externas a nuestra Vía Láctea (ver túmip 15). La **nebulosa** de Andrómeda se convirtió así en la **galaxia** de Andrómeda, ubicada a más de dos millones de años luz de distancia. Como resultado, la luminosidad de la nova de 1885 fue reevaluada y resultó ser ¡casi mil millones de veces la del Sol! Los astrónomos Fritz Zwicky y Walter Baade acuñaron el término **'supernova'** para describir estos objetos extraordinarios. Usando el recién inaugurado telescopio Mount Wilson, encontraron muchas otras supernovas.

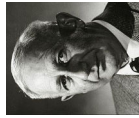
Hoy en día, se descubren varios cientos de supernovas al año, ¡algunas a distancias que superan los mil millones



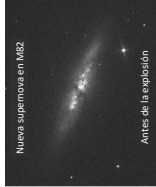
El telescopio Mount Wilson inició su operación en 1917. Fue el telescopio más grande del mundo en su tiempo, con un espejo de 2,5 m de diámetro.



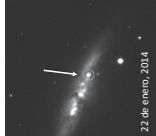
Fritz Zwicky



Walter Baade



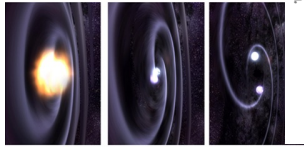
Nueva supernova en M82



Antes de la explosión

Una supernova que apareció en la galaxia M82.

4

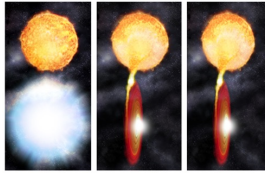


Crédito: GSCFD, Berry

12

Dos enanas blancas en un sistema binario se acercan gradualmente hasta que chocan, lo que provoca la explosión.

Crédito: NASA/CXC/M. Weiss



Dos escenarios que llevan a la explosión de una supernova de tipo I:

¿Cómo explotan las SNI?

El mecanismo de las SNI es totalmente diferente al de las SNIi, aunque la masa crítica de 1,4 masas solares vuelve a tener un papel importante. La estrella que explota es una 'enana blanca', el residuo de la evolución de una estrella de unas pocas masas solares. Está compuesta de carbono y oxígeno y está 'degenerada', como el núcleo de hierro de las estrellas masivas, pero su masa es menor a 1,4 masas solares.

Sin embargo, en un sistema binario, la masa de la enana blanca puede aumentar por 'acreción' de una compañera o por la fusión con otra enana blanca. Entonces se contrae y calienta. Así, nuevas reacciones nucleares pueden comenzar en su centro y 'prender' toda la estrella. Un frente de combustión se propaga hacia el exterior y transforma el carbono y el oxígeno primero en níquel, cobalto y hierro, luego en silicio y magnesio. La enana blanca se destruye y su materia se dispersa.

13

¿Qué estrellas explotan?

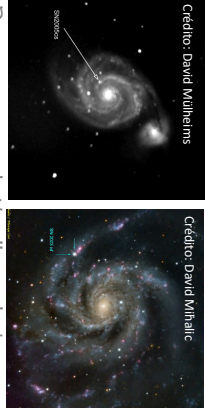
Una primera indicación sobre la naturaleza de las estrellas que explotan como supernovas proviene del tipo de galaxias en las que se observan.

Las **SNIi** siempre se ven en galaxias que están formando estrellas (galaxias espirales o irregulares), pero nunca en galaxias donde la formación de estrellas terminó hace miles de millones de años (galaxias elípticas). Esto lleva a la idea de que las SNIi corresponden a la explosión de estrellas **masivas**, que viven sólo unos pocos millones de años.

Las **SNI**, por otro lado, se observan en todo tipo de galaxias, incluidas las elípticas. Esto sugiere que surgen de estrellas de **baja masa**, que pueden explotar miles de millones de años después de su formación.

Los mecanismos de explosión de los dos tipos de supernovas son muy diferentes. Son muy complejos y se estudian activamente.

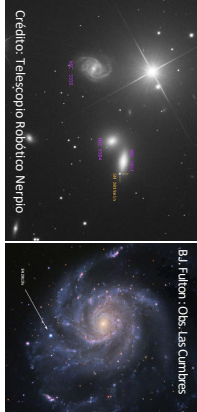
9



Crédito: David Mulsoms

Crédito: David Mulsoms

Dos supernovas de tipo I: a la izquierda, en una galaxia elíptica; a la derecha, en la galaxia espiral M101.



B.J. Fulton: Obs. Las Cumbres

El universo en mi bolsillo



Supernovas: estrellas que explotan



Robert Mochkovitch
Paris
Instituto de Astrofísica

TEST

1) Espectros de la supernova 1992H observados en diferentes momentos después de que alcanzara su máximo brillo.

¿Era de tipo I o tipo II?

2) ¡Tres supernovas observadas a la vez (en enero de 2022) en la misma galaxia espiral! ¿Realmente hubo tres explosiones tan cerca en el tiempo?

¿Cuándo ocurrirá la próxima supernova visible a simple vista en nuestra galaxia, la Vía Láctea?

13

4

3

3

3

2

Dos tipos de supernovas

Con **espectroscopia**, podemos distinguir dos tipos principales de supernovas:

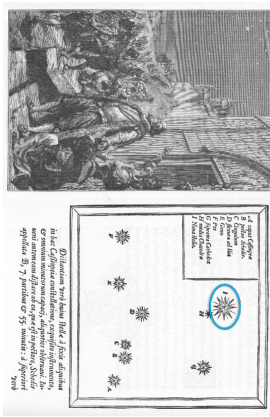
- **Supernovas de Tipo I (SNI)**, cuyos espectros no muestran ninguna línea de hidrógeno. Esto es sorprendente porque el hidrógeno es el elemento más abundante en el Universo. Las principales líneas que se observan son de silicio, calcio, oxígeno y hierro.

- **Supernovas de Tipo II (SN II)**, cuyos espectros están dominados por líneas de hidrógeno.

Las **curvas de luz** de los dos tipos también son diferentes:

- Las **SN I** se caracterizan por una gran uniformidad en sus curvas de luz, las cuales son muy similares de un evento a otro.
- Las **SN II** muestran una gran diversidad en sus curvas de luz, aunque a menudo tienen una meseta de brillo después de una caída inicial.

- Las **SN II** muestran una gran diversidad en sus curvas de luz, aunque a menudo tienen una meseta de brillo después de una caída inicial.

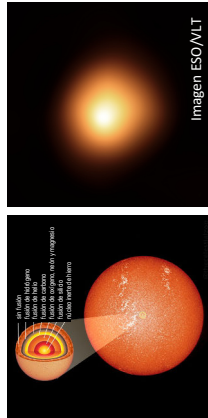
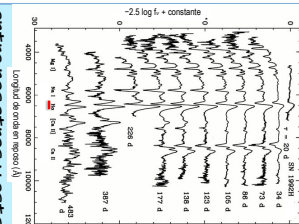


RESPUESTAS

1) Notamos la presencia de la línea H α del hidrógeno; por lo tanto, es una supernova de tipo II.

2) ¡NO! ¡Una galaxia es un objeto muy grande! Dependiendo de su

galaxia, la distancia entre nosotros y estas supernovas puede diferir en varios miles de años luz. La diferencia en el tiempo de viaje se compensa aquí con la diferencia entre los tiempos de explosión, lo cual es una coincidencia notable.



Izquierda: diagrama de una estrella
supergigante roja a punto de explotar;

¡Ojo! Las capas no están a escala: si representáramos el núcleo de hierro con una cabeza de alfiler, las capas hasta el helio estarían en una esfera de un metro de diámetro, mientras que la envoltura de hidrógeno tendría un radio de más de cien metros!

Crédito: Pablo Carlos Budass

Derecha: imagen de Betelgeuse (una supergigante roja) obtenida con el instrumento SPHERE instalado en el telescopio europeo VLT (8,20 m de diámetro). Con una masa de 10 a 20 veces la del Sol y un radio casi mil veces mayor, Betelgeuse ha entrado en sus últimos millones de años de vida, pero es difícil predecir cuándo explotará.

El Universo en mi bolsillo No 44

Este librito fue escrito en 2025 por Robert Mochkovitch del Instituto de Astrofísica de París (IAP) y revisado por Grażyna Strasińska del Observatorio de París y Stan Kurtz (IRyA, Morelia, México).

Imagen de portada: a la izquierda, la Supernova 1987A justo después de su explosión en febrero de 1987 en la Gran Nube de Magallanes y, a la derecha, una foto de la misma zona tomada antes de la explosión

Crédito: David Malin / Observatorio Astronómico
Australiano



Para obtener más información sobre esta serie y los temas tratados en este libro, visite <http://www.tuimp.org>



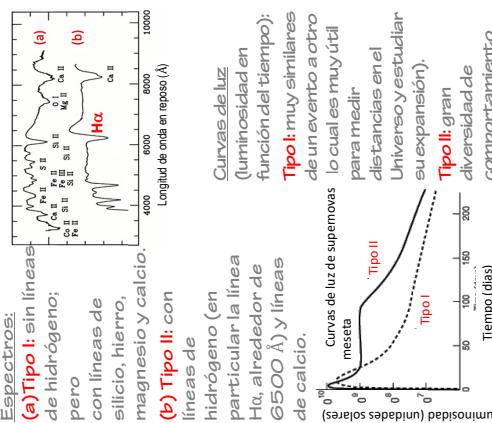
Traducción: Mónica Rodríguez
TUMIP Creative Commons

¿Cómo explotan las SN II?

oxígeno, carbono y helio, todo ello inmerso en una gran envoltura de hidrógeno.

El núcleo de hierro es tan denso (mil ton. por cm^3) que obedece leyes físicas especiales. No puede superar una masa crítica, cercana a 1,4 veces la masa del Sol. Sin embargo, su masa aumenta porque la combustión del silicio produce hierro.

Cuando supera la masa crítica, se vuelve inestable y colapsa hasta alcanzar una densidad de 100 millones de ton. por cm^3 . Entonces, la materia se niega a comprimirse más y el núcleo rebota sobre sí mismo, dando lugar a una onda de choque que provoca la explosión de la estrella. El núcleo profundo y ultradenso se convierte entonces en una estrella de neutrones o en un agujero negro, dependiendo de la masa que quede.



Espectros:

Supernovas históricas

Las supernovas son estrellas que explotan. Cuando una estrella explota como supernova, se vuelve tan brillante que puede verse visible a simple vista a pesar de su gran distancia. Esto sucedió seis veces durante el último milenio, en 1005, 1054, 1181, 1572, 1604 y 1987.

La supremacía de 1 054 en la constelación de Tauro ¡fue visible a plena luz del día durante dos años! Hoy podemos usar telescopios para observar los restos de esta explosión, la famosa nebulosa del Cangrejo (ver túmp 10).

Durante el Renacimiento, en 1572 y 1604, los astrónomos Tycho Brahe y Johannes Kepler descubrieron dos supernovas.

La siguiente supernova visible a simple vista no apareció hasta 1987 (imagen de portada). Exploró en la Gran Nube de Magallanes, una pequeña galaxia satélite de la Vía Láctea, mientras que las primeras cinco ocurrieron en la Vía Láctea.