

# SN 1993J

## Una radio supernova del tipo IIb

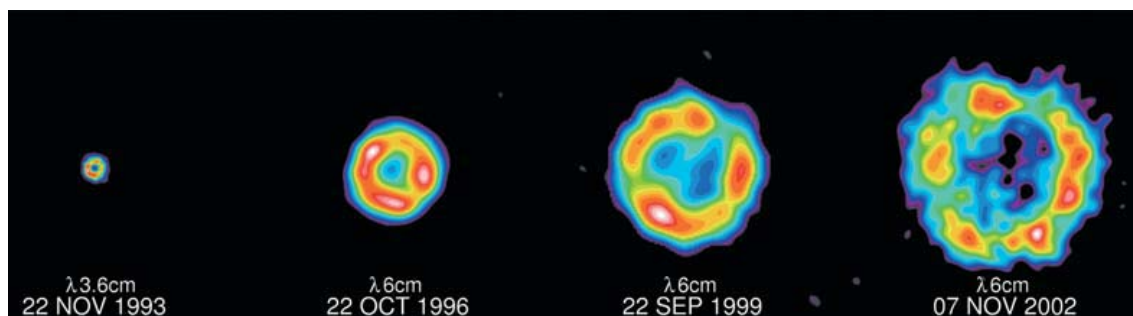
Antxon ALBERDI (IAA-CSIC)

Si tuviera que escoger un objeto astronómico de los que me ha acompañado a lo largo de mi carrera científica, tendría que optar entre el núcleo activo de la galaxia 4C39.25, la radio supernova SN 1993J y la galaxia *starburst* NGC 7469 en cuyo anillo circumnuclear de formación estelar estalló la radio supernova SN 2000ft. Pero para este artículo he decidido seleccionar la supernova SN 1993J, objeto sobre el que hemos publicado resultados de gran impacto científico. Nuestro primer artículo data del año 1994 y, hoy día, seguimos trabajando de forma muy activa en la física asociada a SN 1993J. En estos dieciséis años, la supernova ha mostrado un cambio de flujo de más del 100%.

La supernova SN 1993J estalló en la galaxia M81, situada a una distancia de unos doce millones de años luz, el 28 de marzo de 1993. Fue descubierta por el astrónomo aficionado español Francisco García y alcanzó una magnitud que la convirtió en la supernova más brillante descubierta en el hemisferio norte desde la supernova SN 1954A. La cercanía de M81 y la alta declinación de SN 1993J hacen que sea una de las supernovas mejor observadas en la historia de la Astronomía. Espectros ópticos tomados una semana después de su descubrimiento mostraron líneas de hidrógeno muy prominentes, lo que indicaba que la supernova era de tipo II, producto del colapso de una estrella con un mínimo de ocho veces la masa solar. Sin embargo, pronto se comprobó que no era una supernova tipo II arquetípica, ya que evolucionó rápidamente a una supernova de tipo Ib, debido a que la envoltura de hidrógeno era muy poco masiva. Así, se la caracterizó como una supernova de tipo IIb.

### Observaciones en radio

Pero además, el brillo y la distancia de SN 1993J la convertían en un perfecto objeto de estudio para observaciones radiointerferométricas de alta resolución angular (VLBI), en caso de que el objeto emitiera en longitudes de onda de radio. Y así fue: la emisión de radio a dos centímetros fue detectada tan solo dos semanas después de su explosión. En los meses siguientes, pudo detectarse la emisión a longitudes de onda más largas (3,6, 6, 13 y 18 centímetros).



**SN 1993J, que muestra una clara estructura de tipo cáscara esférica.**

Gracias a las observaciones de alta resolución angular (una resolución angular de 0,5 milisegundos de arco a una distancia de 3,6 Mpc corresponde a una resolución

lineal de ¡0,03 días luz!), detectamos por primera vez la estructura tipo *shell* (cáscara o corteza esférica) para una radio supernova joven. Esta estructura había sido ya propuesta por los modelos teóricos, que establecían que la emisión en radio se debía al choque entre el material expulsado de la supernova y el medio circumestelar, que resultaba en la formación de una estructura de tipo cáscara esférica. En esta región los electrones son acelerados a velocidades próximas a la de la luz y, en presencia del campo magnético amplificado en la región afectada por la onda de choque, emiten radiación sincrotrón que se detecta a longitudes de onda de radio.

A lo largo de los años hemos obtenido la primera película de la expansión angular de la supernova y hemos hallado que se produce manteniendo un alto grado de circularidad a lo largo de toda su vida (ver la imagen, donde se muestra la evolución de SN 1993J a lo largo de diez años de vida). Gracias a las observaciones multiépoca y multifrecuencia hemos comprobado que la expansión angular se va decelerando con el tiempo y que el parámetro de deceleración depende de la

**“El brillo y la distancia de SN 1993J la convertían en un perfecto objeto de estudio para observaciones radiointerferométricas de alta resolución angular (VLBI)”**

longitud de onda de observación. Ello nos ha permitido conocer la densidad tanto del medio circumestelar como del material expulsado por la supernova, así como modelar la variación de la opacidad asociada con dicho material a medida que la supernova se expande. En trabajos muy recientes, hemos construido un modelo numérico que resuelve las ecuaciones de transferencia de la radiación sincrotrón y simula tanto las curvas de luz multifrecuencia de SN 1993J como las imágenes.

Así, hemos determinado los parámetros físicos característicos de la radio emisión: el campo magnético en la región de emisión, la densidad de electrones en la misma región, la eficiencia de la aceleración de los electrones relativistas en el choque frontal y la temperatura de los electrones circumestelares.

En este año 2009, seis mil días después de su explosión, SN 1993J se ha convertido en una supernova muy débil (con una densidad de flujo por debajo del miliJansky) y el medio circumestelar se ha vuelto transparente para la supernova en expansión. SN 1993J se encuentra ya en la transición de radio supernova a remanente de supernova, donde su evolución vendrá gobernada por la interacción con el medio interestelar.

**Antxon ALBERDI (IAA\_CSIC)**

Este artículo aparece en el número 29, octubre 2009, de la revista “Información y Actualidad Astronómica”, del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA\_CSIC)