

¿QUÉ OCURRE DESPUÉS DE UNA NOVA CLÁSICA?

Claudia García

Una nova clásica es una explosión termonuclear que se produce en la superficie de una enana blanca perteneciente a un sistema binario. La enana blanca recibe materia de su estrella compañera, que se transfiere a través de un disco de acreción. A medida que se acumula material en la superficie, aumenta su densidad y temperatura hasta que se desencadena la explosión y parte de la materia es expulsada al medio interestelar.

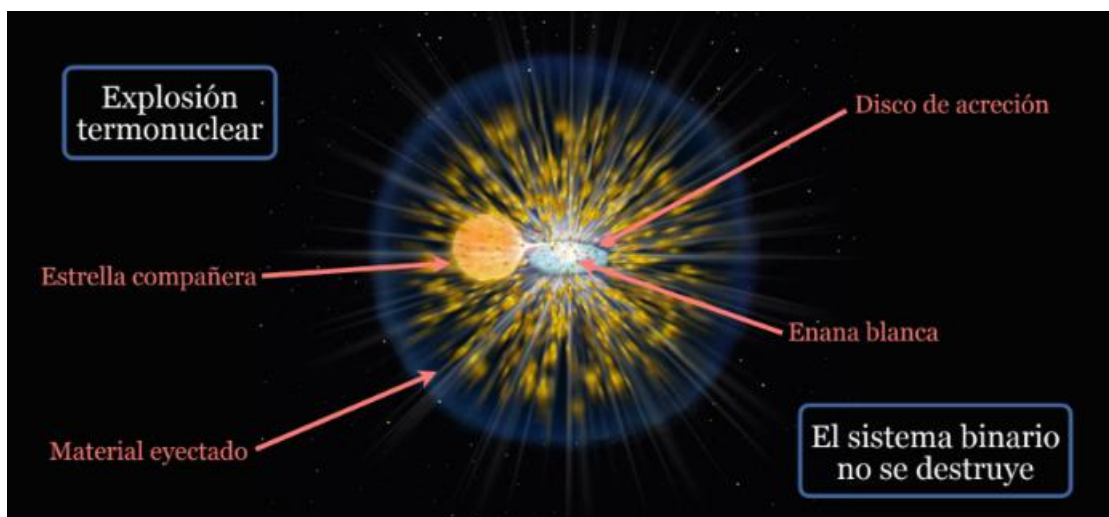


Figura 1. Esquema de una nova clásica

A diferencia de una supernova, la explosión no destruye el sistema binario ni la enana blanca. Desde la Tierra, el fenómeno se observa como un aumento repentino del brillo, de unas 8 a 12 magnitudes, en una escala de días. Después, la nova se debilita gradualmente y vuelve a un estado de menor actividad a lo largo de semanas o meses.

Las novas pueden verse como un punto brillante en imágenes de luz visible. En imágenes obtenidas con filtros de banda estrecha también puede observarse el material expulsado durante la explosión.

El papel de la astronomía amateur

Los astrónomos aficionados han contribuido de manera importante al descubrimiento de novas. Entre los ejemplos históricos se encuentran Thomas Anderson, que descubrió novas en Auriga en 1891 y en Perseo en 1901, y George Alcock, que descubrió cinco novas utilizando prismáticos y su conocimiento de los campos estelares.

El descubrimiento de novas está al alcance de observadores aficionados: sus máximos de brillo pueden situarse aproximadamente entre las magnitudes 5 y 15, un intervalo accesible a distintos instrumentos. Además de descubrirlas, es importante seguir su evolución mediante curvas de luz.

La AAVSO, fundada en 1911, reúne observaciones de miles de observadores de todo el mundo en una base de datos abierta con decenas de millones de medidas. Cada punto de una curva de luz representa una medición del brillo realizada en un momento determinado.

La espectroscopia también está al alcance de algunos aficionados. La red ARAS dispone de una base de datos abierta con espectros de numerosas novas. Estos datos permiten estudiar la evolución de los sistemas mucho después de la explosión. Por ejemplo, una nova que explotó en 1901 todavía puede observarse hoy: su espectro muestra líneas de hidrógeno y helio, señal de que el sistema continúa activo.

Las observaciones de aficionados también se utilizan en investigaciones profesionales. Cientos de espectros recopilados en bases de datos abiertas pueden servir para estudiar la evolución de las novas. Con el desarrollo de los grandes sondeos astronómicos, la detección de nuevos eventos ha cambiado, pero las observaciones históricas siguen siendo útiles para investigar qué ocurre después de la explosión.

Un catálogo de 465 novas

El proyecto en el que trabajé se basó en un catálogo de 465 novas que habían explotado años atrás. Se revisaron algunas coordenadas utilizando la información publicada en estudios anteriores. La distribución del catálogo muestra que la mayoría de las novas se encuentran en el plano galáctico y que muchas se concentran hacia el centro de la Vía Láctea.

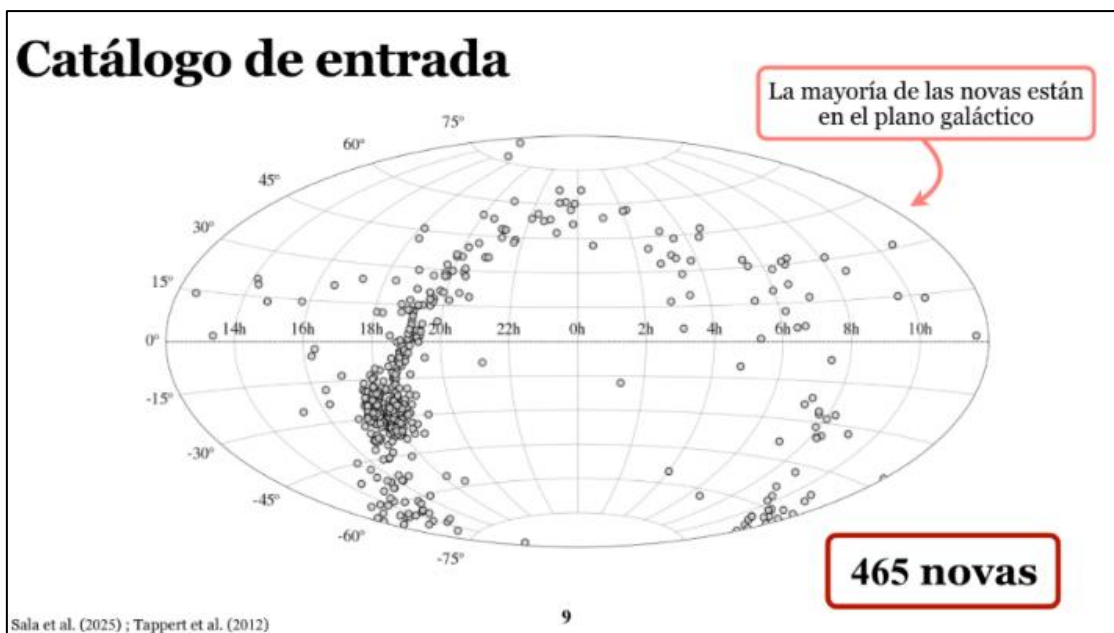


Figura 2. Posición en el firmamento de las novas descubiertas

El objetivo era averiguar qué sucede con estos sistemas después de la explosión. Para ello se realizó un estudio en múltiples longitudes de onda, cruzando las posiciones del catálogo con bases de datos de distintas misiones espaciales. Esta técnica, conocida como *cross-match*, permite comprobar si una fuente registrada por un satélite coincide con la posición de una nova conocida.

Se consultaron datos ultravioletas de GALEX, datos ópticos de Gaia y datos infrarrojos de 2MASS, SPHEREx y WISE. La disponibilidad de datos varía según la misión y la zona del cielo observada. En la muestra estudiada, 29 novas tenían datos de GALEX; 349 contaban con fotometría de Gaia; 105 tenían datos de 2MASS, 51 de WISE y 39 de SPHEREx.

Correcciones y análisis de los datos

Las misiones proporcionan el brillo que recibimos desde la Tierra, pero no necesariamente el brillo intrínseco de cada fuente. Por eso es necesario considerar la distancia y la extinción interestelar, causada por el polvo, que hace que los objetos se vean más débiles y enrojecidos.

Para estimar las distancias se utilizaron paralajes de Gaia. Se seleccionaron fuentes con paralaje positiva y un error relativo inferior al 20 %. Al aplicar este criterio a los datos ópticos, quedaron 56 novas. Después se corrigió la extinción, lo que modificó su posición en el diagrama color-magnitud: las fuentes corregidas aparecen más brillantes y más azules que antes de la corrección.

Las novas seleccionadas quedaron situadas entre la secuencia principal y la región de las enanas blancas. Esto es coherente con que se trate de sistemas binarios en los que una enana blanca está recibiendo materia de una estrella compañera.

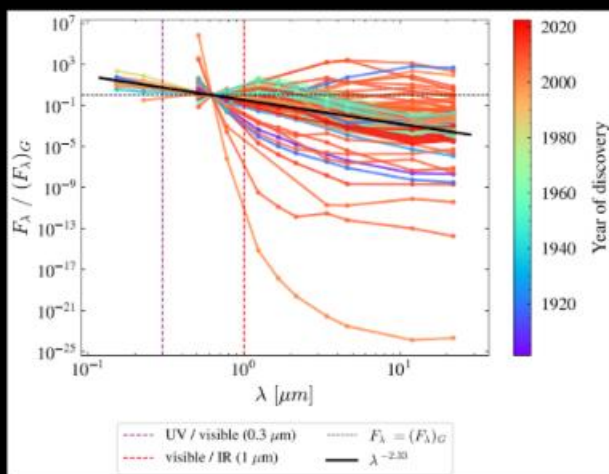
Distribución espectral de energía

Con los datos disponibles se construyeron distribuciones espectrales de energía (SED, por sus siglas en inglés), que muestran cómo se reparte la emisión de cada sistema en distintas longitudes de onda. Para comparar las fuentes, los flujos se normalizaron respecto al flujo óptico de Gaia; por eso las curvas coinciden en ese punto.

Algunas distribuciones siguen aproximadamente la forma esperada para un disco de acreción, mientras que otras se apartan de ella. Estas diferencias pueden indicar que el disco no contribuye de la misma manera en todos los sistemas o que los datos disponibles no permiten identificar claramente su señal.

En algunas novas aparece un exceso en el infrarrojo cercano, que podría estar relacionado con la contribución de la estrella compañera. Otras muestran un exceso en el infrarrojo medio, que puede indicar la presencia de polvo. Estas interpretaciones son indicios obtenidos a partir de los datos y requieren estudios adicionales para confirmarse.

Distribución Espectral de Energía



Novas con datos en los cartografiados GALEX, Gaia, 2MASS y WISE

Contribución de la estrella compañera

Exceso en el IR cercano

Formación del disco de acreción

Ley de potencias: $\lambda^{-2.33}$

Formación de polvo

Exceso en el IR medio

Figura 3. Distribución espectral de energía de las novae

Preguntas

¿Qué causa el descenso temporal de brillo o “dip” que se observa en algunas curvas de luz de novae?

Se debe a la presencia de polvo formado durante la explosión. No todas las novae muestran este descenso y el mecanismo de formación del polvo todavía se está investigando.

¿Los campos magnéticos intensos pueden afectar a la evolución de una nova?

Sí, los campos magnéticos pueden influir en distintos aspectos de la explosión y del sistema.

¿En los espectros de las novae pueden aparecer elementos como carbono, nitrógeno y oxígeno?

Sí, podrían aparecer. La explosión está relacionada con reacciones nucleares del ciclo CNO, en el que intervienen carbono, nitrógeno y oxígeno. El material expulsado procede principalmente de las capas acumuladas sobre la enana blanca; en una nova clásica, la enana blanca y el sistema binario sobreviven a la explosión.

¿Todas las novae clásicas tienen una estrella compañera?

Sí. La transferencia de materia desde la estrella compañera hacia la enana blanca es parte esencial del mecanismo que desencadena una nova clásica.

¿Puede volver a explotar un sistema después de una nova?

Sí. Se distinguen las novae clásicas de las novae recurrentes. En algunos sistemas se han observado explosiones repetidas, mientras que en muchas novae clásicas no se ha registrado una nueva explosión desde su descubrimiento.