

**Gloria Koenigsberger**

Instituto de Ciencias Físicas, UNAM  
 Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos

**E**ra el año de 1782. El astrónomo William Herschel barría el cielo con la mira de su telescopio cuando detectó una pequeña esfera verde suspendida en el espacio. “¡Otra más!”, debió pensar, al anotarla con el número H IV.1 en su libreta. Los primeros 4 objetos de este tipo habían sido descubiertos por Messier (en 1764 y 1779) y por Méchain (en 1780 y 1781). Herschel había encontrado el quinto y siguió descubriéndolos a lo largo de los

siguientes 8 años, todo el tiempo preguntándose: “¿Serán cúmulos de estrellas ubicados muy lejos de la Tierra, o nebulosidades que por alguna razón inexplicable presentan ese color verdoso?”

Los telescopios de aquellas épocas no permitían discernir los detalles de las “esferas verdes”, así que no era fácil encontrar la respuesta a estas preguntas. Sin embargo, en 1790 Herschel descubrió el objeto ahora llamado NGC 1514 en cuyo centro se podía ver claramente una estrella solita muy brillante (véase la Figura 1). Esto lo convenció de que se trataba de material nebuloso asociado a una estrella central, y las

bautizó con el nombre de “nebulosas planetarias” por la similitud que presentaban, vistas en el pequeño telescopio, al planeta Urano.

El color verde de las nebulosas planetarias se debe a que la luz de la estrella central ilumina el material nebuloso, produciendo una transición entre dos niveles excitados del átomo de oxígeno. La emisión que resulta de esta transición tiene una longitud de onda alrededor de los 5,000 ángstroms (1 ángstrom mide la diez mil millonésima parte de un metro y en 1 ángstrom cabe aproximadamente 1 átomo), lo cual la ubica dentro de la región verde del espectro electromagnético.

# Las nebulosas pla



Figura 1: La nebulosa planetaria NGC 1514 descubierta por Herschel en 1790. El material difuso (azul) consiste de gas y polvo expulsados de la superficie de la estrella, la cual aparece como el punto blanco en el centro de la nebulosa. Créditos: NASA/JPL-Caltech/UCLA; [http://wise.ssl.berkeley.edu/gallery\\_NGC1514.html](http://wise.ssl.berkeley.edu/gallery_NGC1514.html)

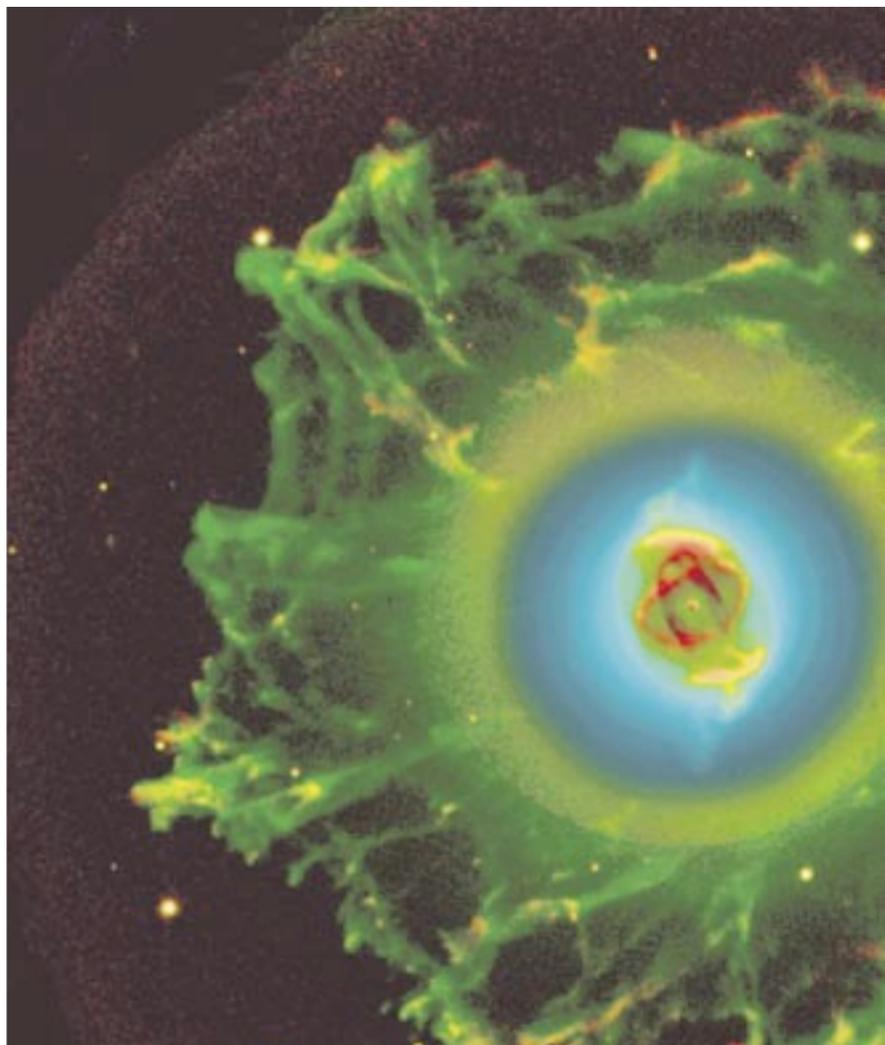


Figura 2: La nebulosa planetaria llamada NGC 6543, también conocida como “Ojo del Gato”. El halo externo tiene un diámetro de aproximadamente 3 años luz. Créditos: R. Corradi (Isaac Newton Group), D. Goncalves (Inst. Astrofísica de Canarias); <http://apod.nasa.gov/apod/ap031101.html>





**Información Inteligente**



**RADIO** Lunes a Viernes  
15:00 a 16:00 Hrs.



**TV.** Lunes a Viernes  
16:00 a 17:00 Hrs.  
22:30 a 23:00 Hrs.

**GRUPO SONPROSA**



# anetarias



co. Hay emisiones en muchas otras longitudes de onda, pero la de 5,000 ángstroms es la que predomina.

Hoy en día sabemos que las nebulosas planetarias corresponden a las etapas finales en la vida de las estrellas, como nuestro Sol. Durante estas etapas, hay procesos físicos que producen la expulsión de sus capas externas. Al expandirse en el espacio vacío, estas capas se convierten en las nebulosas planetarias.

¿Por qué y cómo son expulsadas las capas externas de una estrella como el Sol? Parte de la respuesta se encuentra en la forma en que evolucionan las estrellas. Las estrellas pasan la mayor parte de su vida temprana brillando gracias a las reacciones nucleares que ocurren en sus regiones centrales. Inicialmente, fusionan los átomos de hidrógeno en helio. Al agotarse el hidrógeno, comienza la conversión del helio en carbono y oxígeno. Durante estas etapas la estrella se expande, convirtiéndose en gigante roja. Eventualmente, se agota el helio en la región central y cesa la producción de energía en esta zona. Pero sigue habiendo reacciones nucleares en la capa que rodea la zona central, lo cual hace que la estrella pierda su estabilidad, y sus capas externas comiencen a latir.

Como un corazón que se expande y contrae, las capas externas de la estrella gigante roja se expanden y contraen periódicamente. Estos movimientos propician la eyección de su atmósfera hacia el espacio. Primero, el material emana como una tenue brisa de átomos y moléculas, pero conforme avanza el tiempo, los movimientos se van haciendo más violentos. Con cada expansión, las capas externas son expulsadas y se alejan de la estrella con mayor fuerza. Finalmente, mediante un proceso que no se entiende aún, todas las capas que todavía rodean al núcleo de la estrella son eyectadas rápidamente. Aunque nunca se ha visto, creemos que debe ser un evento pirotécnico espectacular. Al finalizar el proceso, todo el material que fue expulsado por la estrella tiene la forma de cascarones y estructuras filamentosas que se alejan de ella.

Una de las nebulosas planetarias más espectaculares es la que se conoce como "Ojo de Gato". Su nombre oficial es NGC 6543 y se muestra a diferentes escalas en las Figuras 2, 3 y 4. La Figura 2 es la de mayor escala. En ella se pueden apreciar 3 regiones con morfologías distintas. La más externa (verde) consiste de una estructura filamentosa cuya emisión es dominada por la transición atómica del oxígeno mencionada arriba. Esta región corresponde al material que probablemente fue expulsado por la estrella durante el inicio de su fase como gigante roja, hace aproximadamente 50 a 90 mil años. La segunda región (azul) consiste de una serie de cascarones concéntricos, que probablemente se formaron durante una etapa en que la estrella sufría inestabilidades periódicas. Los cascarones se pueden apreciar más claramente en la Figura 3. La tercera región (rojo) consiste de filamentos en forma de espiral, entrelazados con otros filamentos muy finos. Estas estructuras fueron formadas hace menos de 10,000 años, y se pueden ver más claramente en la Figura 4.

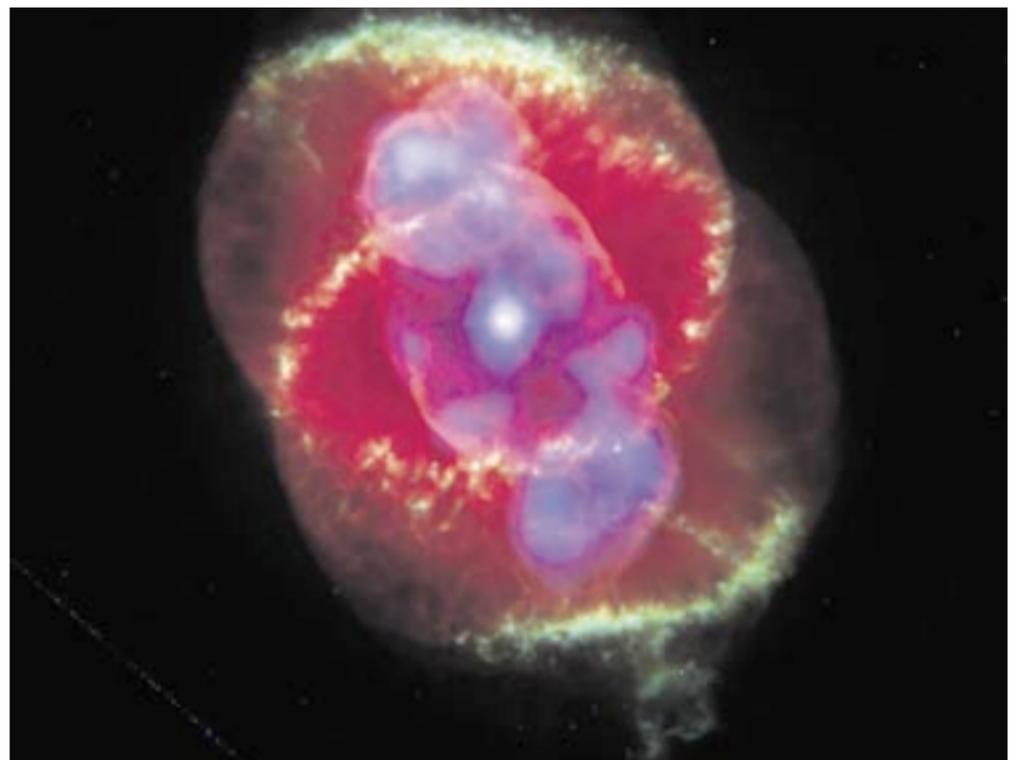
En las tres imágenes se aprecia claramente el punto luminoso central de donde surge la radiación que ilumina a la nebulosa. Este objeto es lo que quedó de la estrella original y es un objeto llamado "enana blanca". Habiendo sido la región de la estrella en la que se llevaron a cabo las reacciones nucleares, es un objeto muy caliente. La temperatura de su superficie es alrededor de cien mil grados Kelvin o más. Pero además de muy calientes, las enanas blancas son objetos muy, muy densos. Su densidad es del orden



**Figura 3: Ampliación de las regiones internas (aproximadamente medio año luz en diámetro) de NGC 6543. Créditos: NASA, ESA, HEIC, and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA); <http://apod.nasa.gov/apod/ap110424.html>**

de un millón de gramos por centímetro cúbico. Para darnos una idea de lo que esto representa, consideren un recipiente que mida un centímetro de largo, uno de ancho y uno de fondo. Si a este recipiente lo llenáramos de agua y lo colocáramos sobre una báscula, el agua pesaría 1 gramo. En cambio, si llenáramos el recipiente con material de una enana blanca (¡cosa que no es posible en la práctica!), pesaría 1 millón de gramos, o sea, 1,000 kilogramos.

Es interesante notar que aunque los núcleos de NGC 6543 y el de NGC 1514 parecen un solo punto, en realidad cada uno de ellos está compuesto por dos estrellas; es decir, son binarias. Algunos astrónomos investigan la hipótesis de que la interacción entre las estrellas binarias podría ser el mecanismo mediante el cual se forman las hermosas estructuras gaseosas de las nebulosas planetarias. Queda de tarea para el lector imaginar como se podría dar este fenómeno.



**Figura 4: Región interna de NGC 6543, imagen obtenida por el telescopio espacial Hubble en el visible y en Rayos-X con el telescopio espacial CHANDRA. Créditos: NASA / X-ray: Y. Chu (UIUC) et al., Optical: J. P. Harrington, K. J. Borkowski (UMD), Composite: Z. Levay (STScI); <http://apod.nasa.gov/apod/ap010111.html>**