

El misterio de la pérdida de masa asimétrica de la estrella Betelgeuse



Imagen de la constelación de Orión. La estrella rojiza en el cuadrante superior izquierdo es Betelgeuse. (Crédito: Matthew Spinelli, <http://apod.nasa.gov/apod/ap030207.html>).

Gloria Koenigsberger
Instituto de Ciencias Físicas, UNAM
Campus Morelos

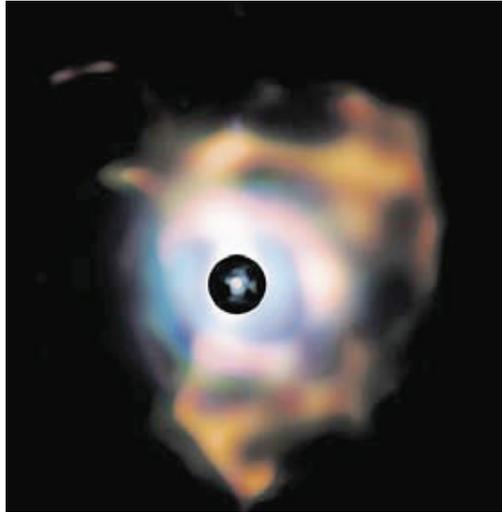
Betelgeuse es una estrella supergigante roja fácilmente reconocible en el cielo nocturno desde México. Es la que marca la posición del hombro derecho de Orión, y es la estrella más espectacular de esta bien conocida constelación.

Observaciones recientes hechas con uno de los telescopios más grandes del mundo han mostrado dos cosas. La primera es que la superficie de la estrella no es lisa y uniforme como la de una esfe-

ra, sino que está más alargada en ciertas direcciones que en otras, como si hubiera enormes "burbujas". La segunda cosa que han mostrado es que hay material muy tenue distribuido de manera asimétrica lejos de la estrella. Este material fue expulsado por la misma estrella, aparentemente, por la acción del movimiento de las "burbujas". Esto permite por primera vez en forma directa, relacionar la actividad en la atmósfera de Betelgeuse con la eyección de masa. El entender cómo pierden masa las supergigantes rojas ha sido una de las preguntas sobresalientes de la



Imagen de la supergigante Betelgeuse que muestra el disco estelar con su envolvente asimétrica. (Crédito: ESO/ P. Kervella).



La nebulosa alrededor de Betelgeuse esta formada por material que fue expulsado de la superficie de esta supergigante roja. La asimetría de la nebulosa es comparable con la asimetría de la envolvente de la estrella, mostrada en la Figura 2, la cual se reproduce aquí a escala en la región central. El disco negro es una región muy brillante de la nebulosa que fue bloqueada durante la observación. Esta región hubiera saturado el detector y no se hubiera podido obtener la imagen que aquí se muestra. Los colores corresponden a diferentes regiones del espectro infrarrojo. (Crédito: ESO/ Kervella et al., A&A, 531; <http://www.eso.org/public/news/eso11211>).

astrofísica estelar y Betelgeuse nos está mostrando el camino para encontrar las respuestas. Para comprender más a fondo el significado de estas observaciones, es importante responder la pregunta: ¿Qué es una supergigante roja? La mayoría de las personas contestarían que es una estrella muy, muy grande y cuyo color es rojizo. Esta respuesta es acertada, pero es incompleta. Faltaría decir, entre otras cosas, que se trata de una estrella masiva (como 20 veces más masiva que el Sol) que se acerca al final de su vida y que pronto (en escalas astronómicas !) explotará como supernova. Cabe hacer la pregunta: ¿Por qué evolucionan las estrellas? La vida de una estrella esta gobernada por el equilibrio entre dos fuerzas. La primera es la fuerza gravitacional que atrae todo el material hacia el centro de la estrella. La segunda fuerza es la asociada a la presión que ejerce el material. Para entender el concepto de la presión del gas, sólo hay que pensar en el ejemplo de un globo de gas inflado y la forma en que se resiste a ser comprimido cuando lo apretamos. De la misma manera, el material estelar ejerce una presión que contrarresta la fuerza de atracción gravitacional. Sin embargo, para ejercer la presión requerida con el fin de evitar el colapso de

la estrella, el material tiene que estar muy caliente. Uno de los mecanismos de calentamiento del gas es a través de las reacciones nucleares que se dan en el centro de la estrella. Cuando las estrellas son jóvenes, su zona central es un gran reactor nuclear en donde se fusionan

átomos de hidrógeno, convirtiéndolos en átomos de helio. Este proceso libera grandes cantidades de energía que le dan a la estrella la capacidad de soportar el peso de sus capas externas. Las estrellas masivas poco evolucionadas mantienen un delicado equilibrio entre las dos fuerzas y son muy calientes, compactas y de color azul.

¿Pero qué sucede cuando se agota el hidrógeno en el núcleo estelar? Al cesar la producción de energía, el núcleo estelar comienza a contraerse. Al mismo tiempo, hay un conjunto de procesos que causan la expansión de las capas externas de la

estrella, inflándolas hasta que su extensión llega a ser hasta miles de veces mayor que su tamaño original. En el caso de Betelgeuse, su radio es tan grande, que de ubicarse en el lugar de nuestro Sol, su superficie estaría a la distancia de Júpiter. Las órbitas de Mercurio, Venus, la Tierra y Marte quedarían dentro de Betelgeuse. Esta atmósfera tan extendida es muy inestable y la teoría predice que debe prevalecer un fenómeno llamado convección. La convección es, en términos cotidianos, el proceso que se da cuando hervimos agua en un recipiente sobre la estufa. El agua que está en contacto con la base del recipiente se calienta primero y, por el principio de Arquímedes, se eleva hasta llegar a la parte superior del recipiente. Así como al agua que hierve produce burbujas en la superficie, se piensa que la atmósfera de Betelgeuse también produce enormes burbujas, llamadas "celdas convectivas". Estas serían las "burbujas" que mencionamos al inicio de este artículo. El "hervor" de las celdas convectivas da lugar a fuertes movimientos de la superficie. Aparentemente, estos movimientos propician la eyección de material hacia el espacio. El gran misterio ahora es determinar el porqué se expulsa el material preferentemente en ciertas direcciones y no en otras. Las observaciones fueron hechas con un telescopio con espejo primario de 8 m de diámetro perteneciente a la ESO (European Southern Observatory), ubicado en Chile.

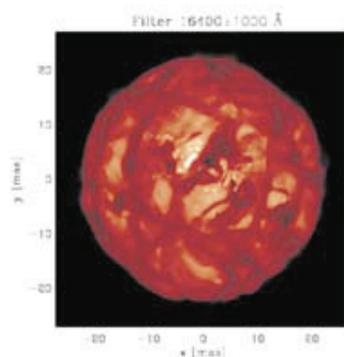


Imagen construida con los resultados de un modelo numérico que predice la presencia de grandes celdas convectivas en la superficie de Betelgeuse. Se piensa que el movimiento de estas celdas propicia la expulsión del material que se observa en las Figuras 2 y 3. El gran misterio es por qué la pérdida de masa es tan asimétrica. (Crédito: ESO/ Chiavassa et al. 2010, A&A, 515, 12)