

UNA DE LAS ESTRELLAS MÁS BRILLANTES DE LA VÍA LACTEA

Josep Maria Trigo i Rodriguez

Diez millones de veces más luminosa que el Sol.

JOSEP MARIA TRIGO i RODRIGUEZ es físico y trabaja como operador de Sistemas del Planetario de Castellón, Valencia.

El pasado 7 de octubre la NASA dio a conocer una fotografía sorprendente. En ella aparecía brillando de manera inusitada una estrella de más de cien masas solares y diez millones de veces más luminosa que nuestro Sol, muy próxima al núcleo de la Vía Láctea. Su presencia había pasado inadvertida hasta los años noventa, oculta por densas nubes de polvo interestelar.

Nuestra galaxia es una enorme isla de estrellas con forma espiral que contiene más de cien mil millones de soles. Es tan sólo una de las más de cincuenta mil millones de galaxias que el telescopio espacial Hubble ha estimado que son visibles en el Universo observable que no es todo: por limitaciones físicas existen partes del Universo invisibles. La razón es que la edad del Universo es limitada y en los aproximadamente quince mil millones de años que han transcurrido desde el Big Bang todavía hay zonas más alejadas⁽¹⁾ con lo que no ha transcurrido suficiente tiempo para que la luz nos llegue desde esos recónditos lugares.

Pero el Hubble no sólo nos descubre el Universo más alejado y nos permite ver las galaxias tal como eran cuando la luz que vemos salió de ellas hace miles de millones de años. También nos permite indagar en la propia estructura de la galaxia que, precisamente por estar nosotros en su interior, existen grandes dificultades para estudiar su morfología, sus dimensiones y su estructura.⁽²⁾ La razón es que hasta hace pocas décadas se había observado el Universo en el rango óptico, limitados en parte a hacerlo en otros rangos del espectro electromagnético debido a que desde la superficie terrestre hay absorción de ciertas longitudes de onda. Hoy en día las sondas y satélites en órbita permiten observar sin que exista absorción luminosa por parte de la atmósfera.

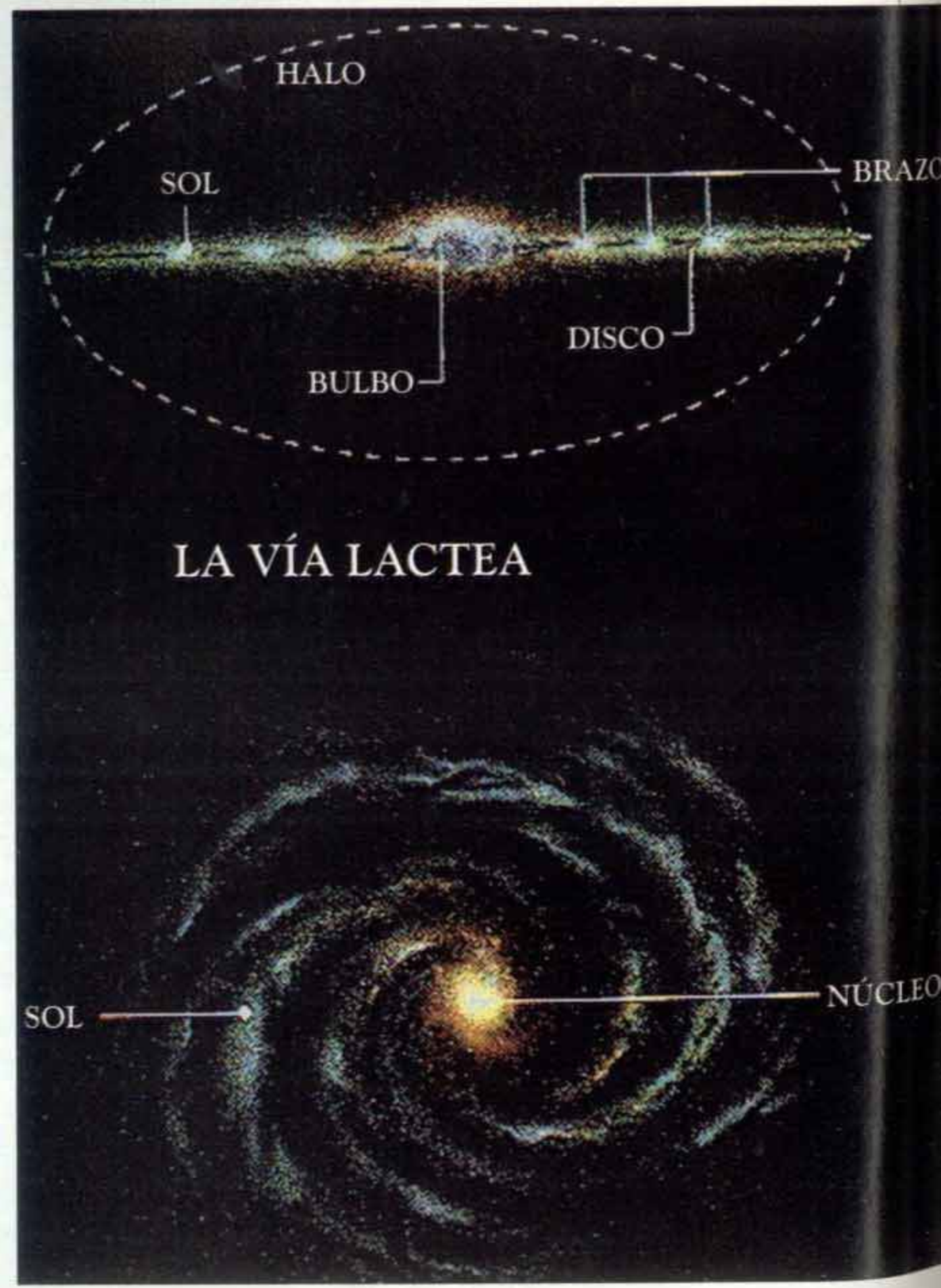
Pero, ¿qué nos permite el estudio del Universo en otros rangos diferentes del visible? La respuesta a esta pregunta es

sumamente interesante. En principio con el desarrollo actual de la astrofísica y siguiendo estrechamente los procesos teóricos predichos por ella en el campo de la evolución estelar podemos comprobar experimentalmente los procesos físicos que tienen lugar en todas las estrellas. Teniendo en cuenta que las estrellas son emisoras de luz y de partículas, al analizar cada estrella qué radiación emite podemos interpretar lo que en ella sucede. Por ejemplo, el estudio de las fuentes de emisiones de Rayos X nos delimita la presencia de fenómenos extraordinariamente violentos y ha permitido apoyar la presencia real de agujeros negros como Cignus X-1, por ejemplo.

Pero el interés por el rango infrarrojo es todavía mayor debido a que las galaxias poseen además de materia en forma estelar que produce luz visible, otra buena cantidad de materia oscura

que forma parte de inmensas nubes de polvo y gas interestelar y que nos tapa las estrellas que existen detrás de ellas. Esto es lo que ocurre en nuestra galaxia, vivimos en un planeta que acompaña al Sol, una estrella que se encuentra en el plano galáctico. Justo en éste se da la presencia de enormes nubes oscuras de materia interestelar que oscurecen progresivamente según su densidad aquellas estrellas distantes que se encuentran detrás de ellas. Esto es debido a su enorme opacidad puesto que los diminutos granos interestelares absorben la luz de las estrellas, impidiendo que llegue hasta nosotros. De esto ya se dio cuenta Edwin Hubble en 1923 cuando analizó la distribución espacial de las galaxias y evidenció una disminución progresiva de éstas conforme se proyectaban más cerca del plano de nuestra galaxia. Allí no se pueden detectar galaxias de fondo en el rango

Figura 1. En la figura superior vemos nuestra galaxia de canto y la posición en ella de los brazos espirales y de nuestro Sol, situado en uno de ellos. En la inferior la vemos desde arriba. Por estar situados en uno de los brazos espirales externos de la Vía Láctea no podemos observar ciertas zonas de ella debido a la presencia de grandes nubes oscuras en torno al plano galáctico. Sin embargo, no todo el espectro electromagnético es absorbido por esas nubes sino que en el rango infrarrojo los fotones pueden atravesarlas. De este modo se hace fundamental el análisis en el rango infrarrojo para hacernos una idea de lo que hay detrás de ellas.



(1) Esto es, más allá de quince mil millones de años luz

(2) De hecho todavía hoy en día hay cierta controversia sobre si nuestra galaxia es una espiral o bien una espiral barrada, dos tipos morfológicos de la clasificación de E. Hubble.



Figura 2. La galaxia M31 fotografiada por Bertus Van Gemeren y Josep Maria Trigo desde Puimichel (Francia) mediante una cámara Schmidt-Wright de 14 cm a focal de 3,85. Esta galaxia es una de las que conforman con la nuestra el Grupo Local y siempre se ha tomado como una de las más similares a la Vía Láctea. Nótese la estructura espiral y las otras dos galaxias satélites M32 y NGC 205.

visible pues según el propio Hubble: «los objetos extragalácticos están oscurecidos en función del recorrido de su luz a través de la capa absorbente» (Hubble, 1958) (fig. 1).

Tal y como nuestros antepasados dividieran arbitrariamente el cielo en constelaciones, hoy en día se han seguido manteniendo estas parcelas para facilitar la orientación astronómica. La constelación de Sagitario es esa zona del firmamento privilegiada en donde se proyecta una mayor cantidad de estrellas. Esto lo podemos comprobar desde el campo (fig. 3) ya que sin luces artificiales que nos molesten comprobaremos que la Vía Láctea alcanza allí su mayor esplendor. De hecho, en esa

dirección se proyecta el núcleo de nuestra galaxia y, aunque existen entre él y nosotros, grandes nubes oscuras, todavía es enorme la cantidad de estrellas visibles en esa dirección. Una prueba fehaciente que los aficionados pueden encontrar de esa mayor densidad de estrellas y materia interestelar entre ellas es el magnífico espectáculo que brinda la contemplación de esa región con unos prismáticos o un telescopio a bajos aumentos. Allí contemplaremos además de un incontable número de estrellas, la existencia de magníficas nebulosas de emisión y reflexión⁽³⁾ por estar asociadas a preciosos cúmulos estelares abiertos (fig. 2).

NICMOS ha detectado la majestuosa presencia de una estrella gigantesca situada a unos 25.000 años luz de nuestro Sistema Solar

Captando la luz infrarroja que nos llega desde Sagitario nos podemos hacer una idea de lo que hay detrás de esas cortinas de materia. Ahora mediante la extraordinariamente precisa Cámara del Infrarrojo próximo junto al espectrómetro de objetos (NICMOS) que posee el telescopio espacial Hubble se puede pro-

fundizar en los más escondidos secretos que nos guardaba nuestra galaxia (fig. 4). Mediante los instrumentos NICMOS del Telescopio Hubble se han podido obtener unas imágenes muy detalladas de las zonas próximas al centro galáctico. Dadas las enormes nubes de materia oscura que nos separan de él, la única manera de estudiar esta zona de la galaxia es utilizando detectores infrarrojos. La razón es que el polvo interestelar absorbe mucho menos los fotones de mayores longitudes de onda. De este modo, próximo al núcleo galáctico, NICMOS ha detectado la majestuosa presencia de una estrella gigantesca situada a unos 25.000 años luz de nuestro Sistema Solar. A pesar de la gran distancia que nos separa de ella su potencia luminosa es diez millones de veces la del Sol de tal manera que si las nubes de polvo que nos han tapado su presencia no estuviesen podríamos haberla visto: ¡a simple vista!⁽⁴⁾ Sin embargo, las nubes de polvo interestelar que nos separan de ella son tan densas que tan sólo nos ha llegado un diez por ciento de su radiación infrarroja más penetrante. Esto es bastante si mencionamos que en el rango visual aproximadamente tan sólo uno de cada trillón de fotones que salen de la estrella en nuestra dirección sobrevivirán al largo viaje a través de esas nubes.



Figura 2. Fotografía de la Vía Láctea en la región de Escudo y Sagitario obtenida desde las proximidades del Pico Javalambre en Teruel por Bertus Van Gemeren y Josep Maria Trigo en agosto de 1996. La estrella más brillante es en realidad el planeta Júpiter.

- (3) Que no son sino aquellas nubes de gas y polvo interestelar que por su proximidad a estrellas brillantes se hacen visibles al ser ionizadas por su luz o al reflejar parte de ella.
 (4) Como una estrella moderadamente brillante de magnitud +4.
 (5) Podríamos traducirla como Estrella Pistola.

La «Pistol Star»,⁽⁵⁾ así denominada por la forma de la envoltura gaseosa que la rodea ya era conocida desde principios de los años noventa. Sin embargo, la relación que poseía con la gigantesca nebulosa que la rodea no estuvo clara hasta que Don F. Figer (UCLA) propuso en su tesis doctoral que las etapas erup-

tienen procesos como los detectados por NICMOS.

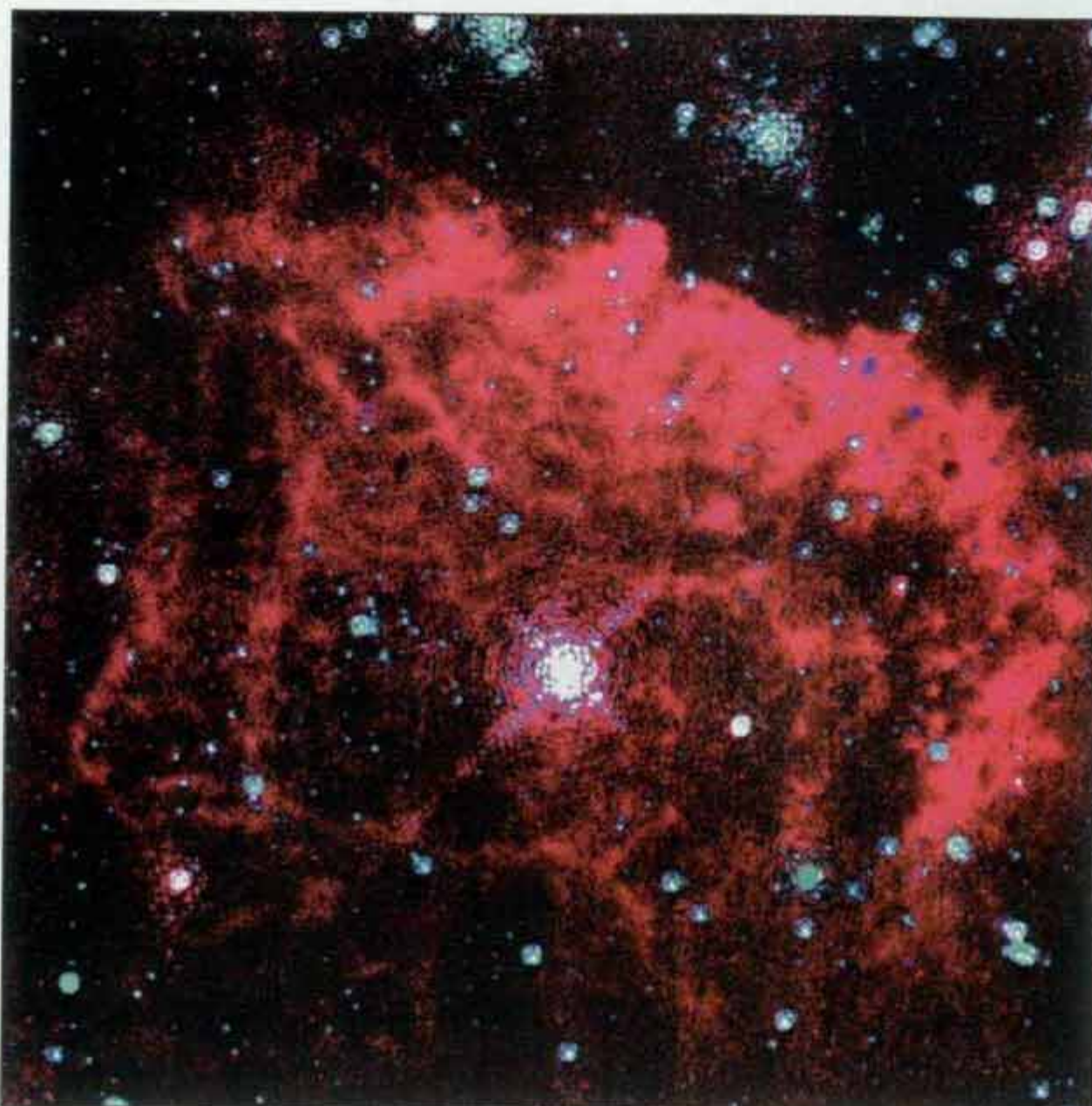
En efecto, una estrella como ésta es bastante inestable como se deduce del estudio teórico de la evolución estelar de estrellas masivas y tiende a emitir violentamente parte de su masa en gigantescas erupciones. Éste es el pro-

el muy intenso viento estelar (fig. 4).⁽⁷⁾

Los astrónomos de la NASA han calculado que la estrella se formó hace entre uno y tres millones de años, posibilitando sus dimensiones su situación privilegiada en una zona galáctica de gran densidad. De hecho hoy sabemos que las estrellas se forman por la contracción gravitatoria de grandes nubes de polvo y gas. Sin embargo, generalmente las inestabilidades aparecidas en las nubes más grandes tienden a fragmentarlas para producir estrellas de tamaño solar. En ocasiones si éstas se forman en un tiempo similar puede quedar el conjunto retenido gravitatoriamente formando cúmulos abiertos como las Pléiades (fig. 5).

La existencia cerca del núcleo galáctico de una estrella de estas características ha sorprendido pero era previsible. Es una región donde tiene lugar la colisión y mezcla continua de grandes nubes interestelares y, donde además intervienen posiblemente enormes campos magnéticos que ejercen su influencia en la formación de estrellas. Según Mark Morris (UCLA) «no es una casualidad que una estrella extremadamente masiva se encuentre cerca del centro galáctico ya que es allí donde los procesos de formación favorecen la aparición de estrellas mucho más masivas que nuestro Sol».

Figura 4. Esta imagen en falso color de la «Pistol Star» es una composición de dos imágenes filtradas tomadas por NICMOS el 13 de septiembre de 1997. Su luminosidad es equivalente a diez millones de soles como el nuestro y se encuentra a 25.000 años luz. El campo de visión abarca 4,8 años luz y posee una enorme resolución de 0,075 segundos de arco por pixel. Existen alrededor de la estrella dos nebulosas que constituyen los restos de las más masivas erupciones estelares que se hallan visto jamás en el espacio. La nebulosa más externa posee unas dimensiones de 4 años luz que es la distancia que separa nuestro Sol de la estrella más cercana. (Foto NASA.)



tivas de una estrella de grandes dimensiones como ésta podrían crear una nebulosa inmensa a su alrededor. Esta impresionante estrella en el momento de nacer se ha calculado que poseería cerca de doscientas veces la masa de nuestro Sol. Semejante monstruo estelar hubiera superado en nuestro Sistema Solar el tamaño de la órbita terrestre.

ceso que regula el límite superior de masa de la estrella y, por lo que se ha podido comprobar, es altamente eficiente. De hecho, se ha podido determinar con el espectrómetro que las dos ondas de gas que rodean la estrella y forman la nebulosa circundante son los restos de dos estallidos de gas que expulsaron inmensas cantidades de material estelar hace 4.000 y 6.000 años respectivamente.⁽⁶⁾ Todavía hoy en día, la estrella sigue perdiendo material a un gran ritmo. Estrellas de este tipo pueden eyectar enormes porciones de sus atmósferas que son barridas hacia fuera por la terrible presión que sobre el gas ejerce

La estrella se formó hace entre uno y tres millones de años debido a su situación privilegiada en el núcleo de la galaxia

Las estrellas se forman por la contracción gravitatoria de grandes nubes de polvo y gas

Las estrellas mucho más masivas que el Sol poseen graves problemas en las teorías de formación estelar. Todas las estrellas se forman en densas nubes de polvo y gas que, sufren inestabilidades en su movimiento colapsando gravitatoriamente. Cuando el núcleo de una nube individual tiene suficiente material para que en su interior se alcancen temperaturas cercanas al millón de grados centígrados, comienza la fusión nuclear del hidrógeno en su interior. En ese momento la producción de energía debe ser suficientemente grande para vencer el flujo incidente de materia que todavía cae sobre ella. Sin embargo, la ignición de la nueva estrella ocurrirá en el límite de la masa que se ha estimado que una estrella puede tener con lo cual

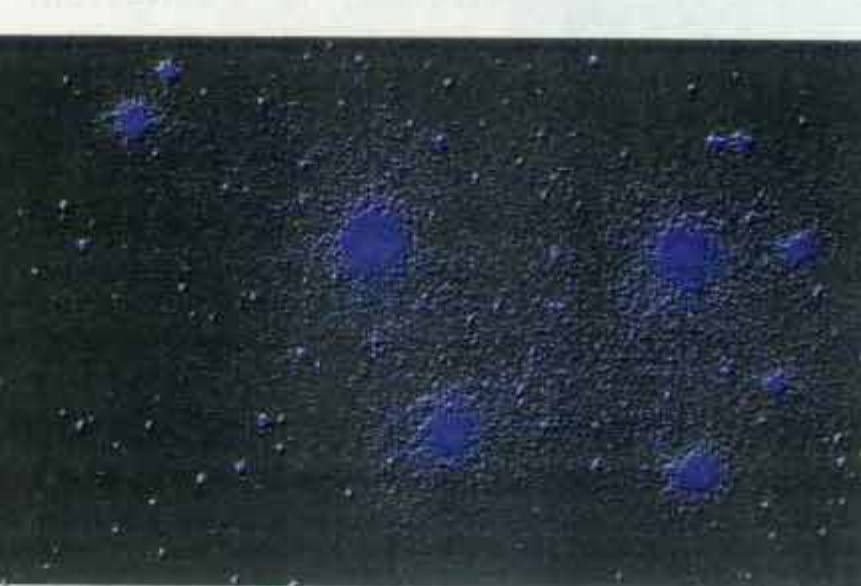


Figura 5. Las Pléiades fotografiadas el 8 de marzo de 1997 por Josep Maria Trigo desde Benicàssim (Castellón) con un (T)173/1025 mm. Nótese que este cúmulo abierto cósmicamente joven todavía conserva entre sus estrellas la nebulosa de la cual éstas se formaron. La nebulosa es visible al ser ionizada por la luz radiada por las estrellas del cúmulo.

El interés de esta estrella radica en que puede constituir una de las estrellas de menor vida conocidas.⁽⁸⁾ Normalmente este tipo de estrellas aparece difícilmente en los diagramas HR y se encontraría entre las estrellas normales y aquellas extremadamente calientes denominadas Wolf-Rayet. Esta fase de transición que esta estrella puede representar puede ser muy raro en la galaxia ya que de hecho las que se conocen se cuentan con los dedos de una mano. Además el estudio de esta estrella posee una enorme importancia para delimitar las masas máximas de formación estelar posibles y la evolución que estas estrellas inmensas siguen. De hecho según ha comentado Don Figer «su formación y tiempo de vida pueden significar un test para las nuevas teorías sobre el nacimiento y evolución estelar».

Se ha calculado que esta estrella tiene en verdad los días contados. Esta conclusión se desprende al analizar el enorme derroche de combustible

(6) Evidentemente la capa nebulosa más cercana es la más reciente.

(7) Recordemos que es un flujo constante de partículas cargadas que es emitido por las estrellas y que en nuestro Sistema Solar es el responsable de que la cola de los cometas formada por diminutas partículas y átomos sea barrida hacia fuera apuntando siempre en dirección opuesta al Sol.

LA MATERIA OSCURA

Arthur Stanley Eddington, quizás el astrónomo teórico más importante de principios de siglo tenía una concepción muy diferente de la que tenemos de nuestra galaxia. En ella el Sol ocupaba un centro alrededor del cual existía un sistema lenticular complejo de estrellas «formado principalmente aglomeraciones irregulares de estrellas de una riqueza maravillosa, de distinta forma pero retenidas cerca del plano fundamental».

Este plano que Eddington mencionaba era el galáctico (fig. 1), al que ya se había referido Immanuel Kant mucho antes para explicar intuitivamente la presencia de la banda luminosa de la Vía Láctea. Esta estructura es la que vislumbra un observador del disco de la galaxia viéndola de canto desde dentro de los brazos espirales en la posición que ocupa nuestro Sol.

El efecto de perspectiva es similar al que tiene lugar cuando vemos desde la Tierra el movimiento de los planetas proyectados sobre la banda zodiacal debido a la posición de sus órbitas poco inclinadas respecto al plano que describe la Tierra en su traslación (llamado de la eclíptica). En esa época se habían realizado múltiples observaciones en el rango óptico pero se desconocía la cantidad de nubes oscuras que apantallaban la estructura real de nuestra galaxia.

De hecho, en obras de Eddington se menciona que el sistema galáctico pudiese estar en rotación, aunque también existían «nebulosas espirales» de estructura, dimensiones, jerarquía y localización desconocida.

En 1920, los astrónomos pioneros que disponían muchos datos experimentales plantearon que estas nebulosas podían ser sistemas satélites de la Vía Láctea.

Sin embargo sería necesario introducir nuevas hipótesis para explicar la naturaleza real de esas «nebulosas». Y realmente la clave del problema fue acabar con el modelo de espacio interestelar transparente al mismo tiempo que se aprendía a determinar la distancia a objetos extragalácticos con nuevos métodos. Cuando se recogieron, principalmente por E. Hubble, los datos suficientes sobre este medio y como afectaba al debilitamiento de la luz de objetos distantes apareció la noción de «reddening» o enrojecimiento interestelar. Una vez asumida esta idea y corregidos los datos por esta absorción se entendió que los mismos datos que habían permitido hablar de una galaxia heliocéntrica relataban una historia muy diferente, un universo inmenso y desconocido con millones no de «nebulosas» sino de galaxias como la Vía Láctea.

nuclear al que hace uso en su estresada vida. Millones de toneladas de hidrógeno se fusionan en su núcleo cada segundo para así mantener la presión del gas necesaria para equilibrar su particular pulso titánico con la gravedad. Dado que debe quemar sus energías para mantener su estabilidad gravitacional,

está condenada a padecer una brutal muerte como supernova dentro de uno a tres millones de años. En ese momento habrá consumido buena parte de su combustible nuclear y se habrá ido acumulando hierro en su núcleo. Cuando la estrella dependa de este elemento químico para seguir su titánica lucha

con la gravedad, éste no le facilitará con sus reacciones la energía necesaria para seguir contrarrestando la brutal gravedad que la oprime hasta el punto que en pocos minutos colapsará. Al implosionar el núcleo estelar formará una estrella de neutrones⁽⁹⁾ y si es ésta suficientemente grande quizá curvará a su alrededor el espacio delimitando la aparición de un nuevo agujero negro galáctico (fig. 6).

Los astrofísicos continuarán estudiando los entresijos del núcleo galáctico y, en concreto, de esta estrella. El centro de la Vía Láctea es una zona de gran actividad debido a la presencia de densas nubes de materia que producen abundante formación estelar y a la presencia de un masivo agujero negro. Con NICMOS se podrán encontrar masivas estrellas como la que nos ocupa que están precisamente en torno al núcleo galáctico y que son de gran interés en la confirmación de las teorías de la evolución solar.

A pesar de la enorme masa que poseía al nacer esta gigantesca estrella, las teorías de evolución que están siendo reafirmadas con las espectaculares imágenes del Hubble, predicen que esta estrella seguirá sufriendo múltiples erupciones. Por ello se estima que cuando acaben las erupciones y esté próxima a su muerte será posiblemente un astro con una masa no superior a unas diez masas solares.

A partir del año próximo el equipo de investigadores usará el nuevo espectrómetro de infrarrojo próximo que se ha instalado en el telescopio gigante de 10 metros Keck II situado en Hawái. Con éste pretenden medir las velocidades de las capas de gas en expansión detectadas alrededor de la estrella y su composición química. Los modelos obtenidos sobre la estructura y parámetros físicos de la estrella proporcionarán magníficos datos sobre las características y densidad del medio interestelar existentes en su entorno. **J.M.T.R.■**



Figura 6. Anteriormente el telescopio espacial Hubble había fotografiado otras erupciones estelares en el rango visible como esta espectacular imagen obtenida de la estrella variable Eta Carina. El detalle de la imagen permite evidenciar dos inmensos lóbulos de materia expulsados por la estrella en erupciones ocurridas en el pasado. (Foto NASA.)

Para Más información

- P.I. Bakulinet *et al.*, «Curso de astronomía general», Ed. Mir, Moscú, 1987.
- R. Kippenhahn, «Cien mil millones de soles: estructura y evolución de las estrellas», Biblioteca científica Salvat, Barcelona, 1988.
- R. Kippenhahn *et al.*, «Stellar structure and evolution», Ed. Springer-Verlag, Berlín, Alemania, 1991.
- E. Hubble, «The realm of the Nebulae», Dover, Nueva York, 1958.
- D. Layzer, «Construcción del Universo», Biblioteca Científica American, Ed. Labor, Sabadell, 1989.
- NASA, «Hubble identifies what may be the most luminous star know», Press release, EE.UU, 1997.

(8) Podríamos decir que cuanto más grande es una estrella más energía debe emitir para sostener la presión gravitatoria, lo que implica que necesita tremendas cantidades de combustible para desarrollar su alocada vida.

(9) La presión que se genera en esta fase es tan grande que los protones y electrones de carga opuesta en los núcleos atómicos se juntan para formar neutrones. Esta materia extremadamente degenerada forma las estrellas de neutrones, restos comprimidos de las capas internas de las estrellas supernovas.