

ASTRONOMÍA

Nebulosa Carina

ANCHURA TOTAL:
unos 300 años luz.
Mosaico realizado con 48
imágenes del *Hubble*.

CÓDIGOS DE COLOR:
ROJO: Azufre
VERDE: Hidrógeno
AZUL: Oxígeno

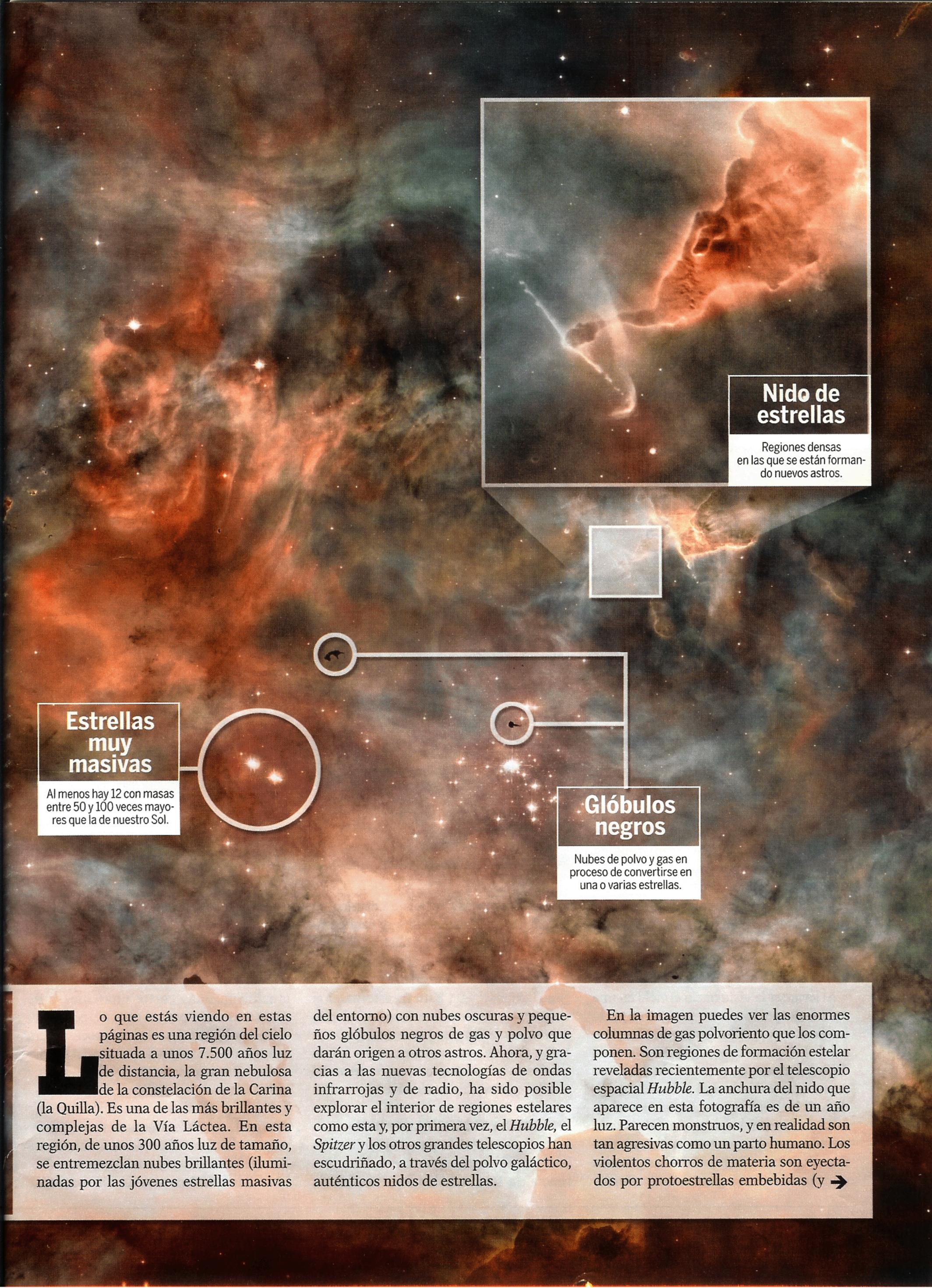


Eta Carina

La estrella más brillante.
Unas 120 veces más masi-
va que el Sol.

Ver el
NACIMIENTO
DE UNA ESTRELLA
significa asomarse
al origen de la vida.
Así, convulso
y violento, es un
parto estelar

BABY BOOM



Nido de estrellas

Regiones densas en las que se están formando nuevos astros.

Estrellas muy masivas

Al menos hay 12 con masas entre 50 y 100 veces mayores que la de nuestro Sol.

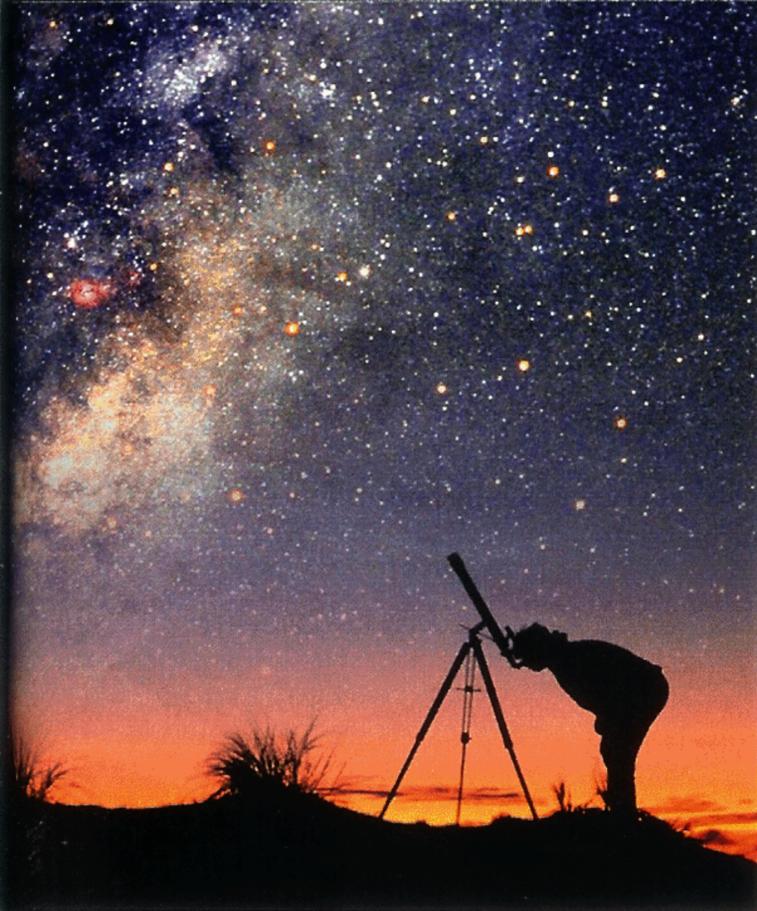
Glóbulos negros

Nubes de polvo y gas en proceso de convertirse en una o varias estrellas.

Lo que estás viendo en estas páginas es una región del cielo situada a unos 7.500 años luz de distancia, la gran nebulosa de la constelación de la Carina (la Quilla). Es una de las más brillantes y complejas de la Vía Láctea. En esta región, de unos 300 años luz de tamaño, se entremezclan nubes brillantes (iluminadas por las jóvenes estrellas masivas

del entorno) con nubes oscuras y pequeños glóbulos negros de gas y polvo que darán origen a otros astros. Ahora, y gracias a las nuevas tecnologías de ondas infrarrojas y de radio, ha sido posible explorar el interior de regiones estelares como esta y, por primera vez, el *Hubble*, el *Spitzer* y los otros grandes telescopios han escudriñado, a través del polvo galáctico, auténticos nidos de estrellas.

En la imagen puedes ver las enormes columnas de gas polvoriento que los componen. Son regiones de formación estelar reveladas recientemente por el telescopio espacial *Hubble*. La anchura del nido que aparece en esta fotografía es de un año luz. Parecen monstruos, y en realidad son tan agresivas como un parto humano. Los violentos chorros de materia son eyectados por protoestrellas embebidas (y →



MADURITAS. La casi totalidad de las estrellas que podemos ver a simple vista está en su fase madura.

Las 'estrellas bebé' se esconden tras densas nubes de polvo. Es difícil observarlas

← ocultas) en la nube, y aunque obtener esta imagen parezca tan sencillo como fotografiar un atardecer en la playa, para los astrónomos se trata de toda una proeza científica y tecnológica.

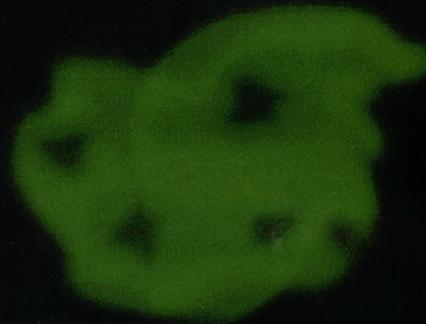
REVOLUCIÓN EN EL CIELO

El estudio de la formación estelar está sufriendo una auténtica transformación. El nacimiento de las estrellas tiene lugar de manera extremadamente rápida. Además, nacen en regiones profundas de las nubes interestelares, que son inaccesibles a los telescopios ópticos tradicionales. Pero una nueva generación de telescopios espaciales que trabajan en el infrarrojo, junto con enormes radiotelescopios situados en tierra, está permitiendo ahora acceder a esas regiones, para desvelarnos detalles insólitos de las estrellas en sus fases "natal y prenatal".

Al levantar la vista hacia el cielo en una noche despejada, uno podría tener la impresión de que los innumerables puntos de luz que se despliegan ante nuestra mirada han estado siempre ahí de manera inmutable. Nada más lejos de la realidad. El Universo es una inmensa y dinámica factoría en la que se van fabricando estrellas que, una vez envejecidas y muertas, devuelven su material a las galaxias para formar nuevas generaciones. Duran-

Primero asoma la cabeza...

... y después estalla en una erupción inimaginable. Entra en quirófano y observa un 'parto' paso a paso



1 ¡YA SE MUEVE! Primero tenemos una nube de gas interestelar. ¿Poca cosa? Ese gas empieza a moverse de manera turbulenta; tanto, que forma una condensación suficientemente masiva como para producir el colapso del material circundante, que va cayendo por su propio peso.



2 QUIERO MÁS Y MÁS. Este primer material que ha colapsado hacia el centro forma lo que los astrónomos llaman protoestrella. Esta va acreciendo material, cada vez más y más, a través de un disco polvoriento. Digamos que el bebé va haciéndose cada vez más masivo.



4 COMO UN RELOJ DE ARENA. Los chorros bipolares (arriba y abajo de la protoestrella) van despejando el entorno, y el disco se va haciendo cada vez más delgado. Si no fuera por este mecanismo de "expulsión" de los desechos, las estrellas serían mucho más masivas de lo que son.

3 ERUPCIÓN. Pero no toda la materia queda dentro. Acaban de descubrir que en el proceso se eyecta un violento flujo bipolar que limita la masa que cae sobre la protoestrella.

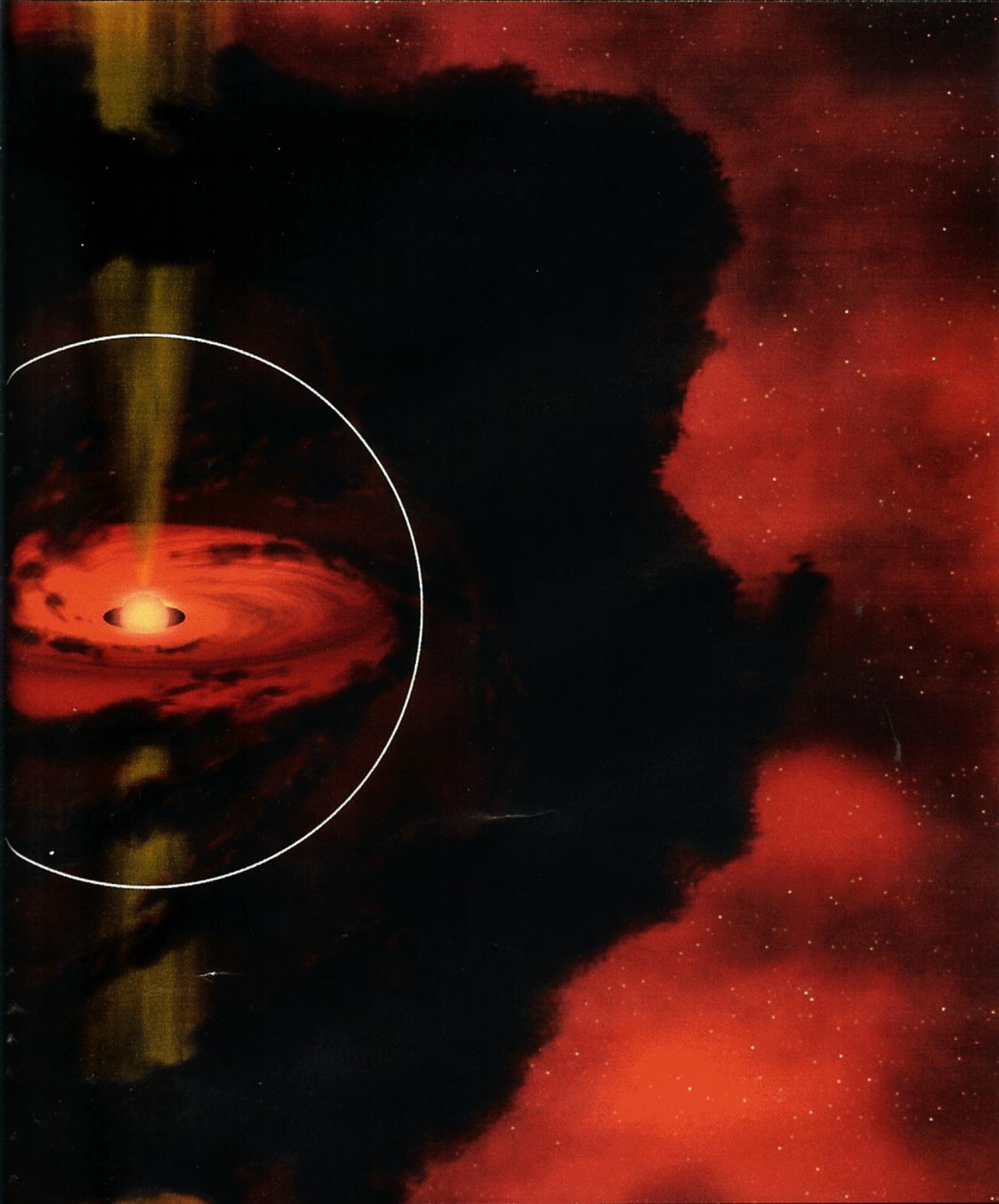
te este proceso de reciclaje cósmico, el hidrógeno primordial de que está compuesta una galaxia va transformándose en elementos cada vez más pesados: primero en helio, y luego en carbono, nitrógeno, oxígeno, etc. Esta transformación tiene lugar en los interiores estelares, auténticos reactores nucleares que trabajan alimentados por la enorme energía gravitatoria que proporciona el peso del gas del que está formado el astro.

UNA CORTA Y ESCONDIDA INFANCIA

El tiempo empleado para la combustión nuclear del hidrógeno es, con mucha diferencia, la fase más larga en la vida de

estos cuerpos celestes. Nuestro Sol puede pasarse unos 10.000 millones de años en esta fase adulta. En comparación, el tiempo que una estrella emplea para su nacimiento y el que pasa en su "infancia" es muchísimo más corto: unas diez mil veces más corto para el caso del Sol.

Como el nacimiento es un proceso tan extremadamente rápido en comparación con el tiempo pasado en su edad adulta, prácticamente la totalidad de las estrellas que observamos se encuentran en estado de madurez. Resulta muy difícil sorprender a una en plena formación. Buscar, identificar y caracterizar estas "estrellas-bebé" es uno de los mayores



5 CUERPOS SÓLIDOS. El polvo del disco se va aglomerando en cuerpos sólidos. Es como si se hicieran pequeñas rocas que tendrán un destino diferente del de la estrella.



6 PLANETAS UNIDOS. Estos cuerpos sólidos cada vez mayores acabarán formando un sistema planetario que girará en torno a la estrella que fue su origen.

retos de la Astrofísica contemporánea. El mejor método para identificar una estrella en plena formación es rastrear los lugares de la Galaxia en los que sabemos que hay estrellas relativamente jóvenes.

Y las nebulosas interestelares brillantes que salpican los brazos espirales son los lugares idóneos. Aquí, las estrellas en formación, también conocidas como protoestrellas, se encuentran embebidas en las profundidades de las regiones interestelares más oscuras: nubes densas que pueden alcanzar dimensiones de varios años luz. Además, estas nubes están constituidas por una mezcla de gas y pequeñas partículas sólidas (polvo interestelar) que

actúa como una auténtica pantalla opaca, que no penetran nuestros telescopios ópticos tradicionales.

Sin embargo, este polvo interestelar que nos impide la visión, y que es a veces considerado como una auténtica rémora para los astrónomos, es un ingrediente clave en la formación de estrellas.

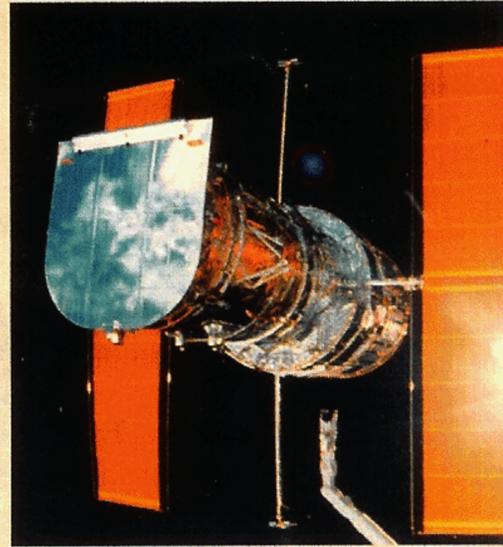
Está constituido por partículas de una micra de tamaño, similares a las del humo del tabaco. Los granos de polvo se componen principalmente de carbono y, en algunos casos, contienen apreciables cantidades de silicio. Solo es posible "ver" a través de la espesa pantalla de polvo de una nube interestelar mediante la →

Los cuatro magníficos

Son los únicos telescopios capaces de observar una formación estelar

Hubble

Agencia espacial: NASA (EEUU). **Operación:** 1990-2010. **Diámetro del espejo:** 240 cm. **Longitud de onda:** óptico-2 micras. **Logros:** medida de la expansión del Universo, asociación de los cuásares con las galaxias, imágenes de campos profundos (*Hubble deep fields*).



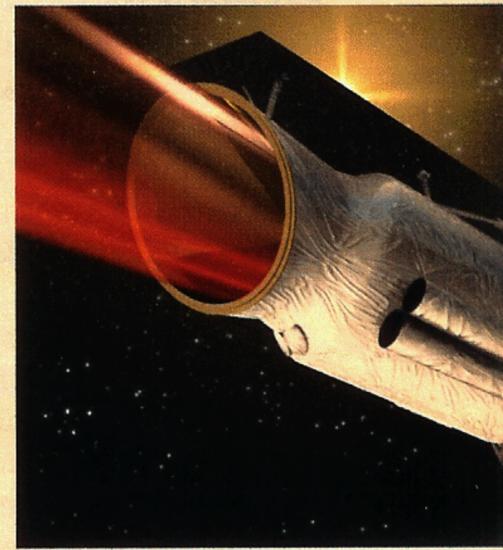
Spitzer

Agencia espacial: NASA (EEUU). **Operación:** 2003-2008. **Diámetro del espejo:** 85 cm. **Longitud de onda:** 3-180 micras. **Logros:** detección de protoestrellas, y también imágenes detalladas de regiones de formación estelar, etcétera.



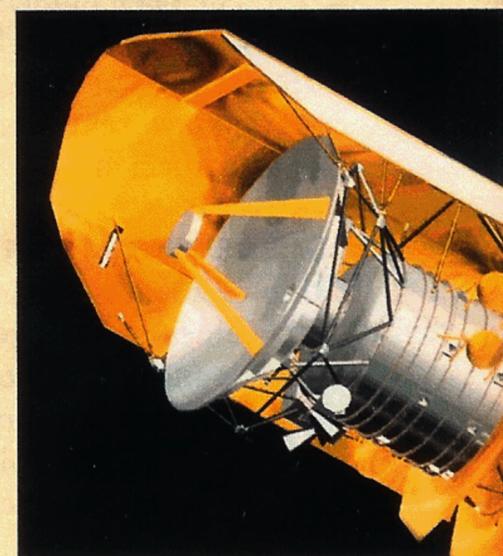
ISO

Agencia espacial: ESA, Europa. **Operación:** 1995-1998. **Diámetro:** 60 cm. **Longitud de onda:** 2-240 micras. **Logros:** hallar trazas de agua en planetas del Sistema Solar, agua en la nebulosa de Orión, imágenes de regiones de formación estelar, etc.



Herschel

Agencia espacial: ESA Europa. **Operación:** 2008-2012. **Diámetro del espejo:** 350 cm. **Longitudes de onda:** 55-600 micras. **Objetivos:** el estudio de la formación de estrellas y planetas, la complejidad química del Universo, las galaxias jóvenes, etc.



Las partículas de polvo interestelar son de 1 micra, como las del humo de tabaco

← exploración con ondas más largas de una micra, pues el polvo solamente absorbe y dispersa las ondas más cortas que el propio tamaño de los granos.

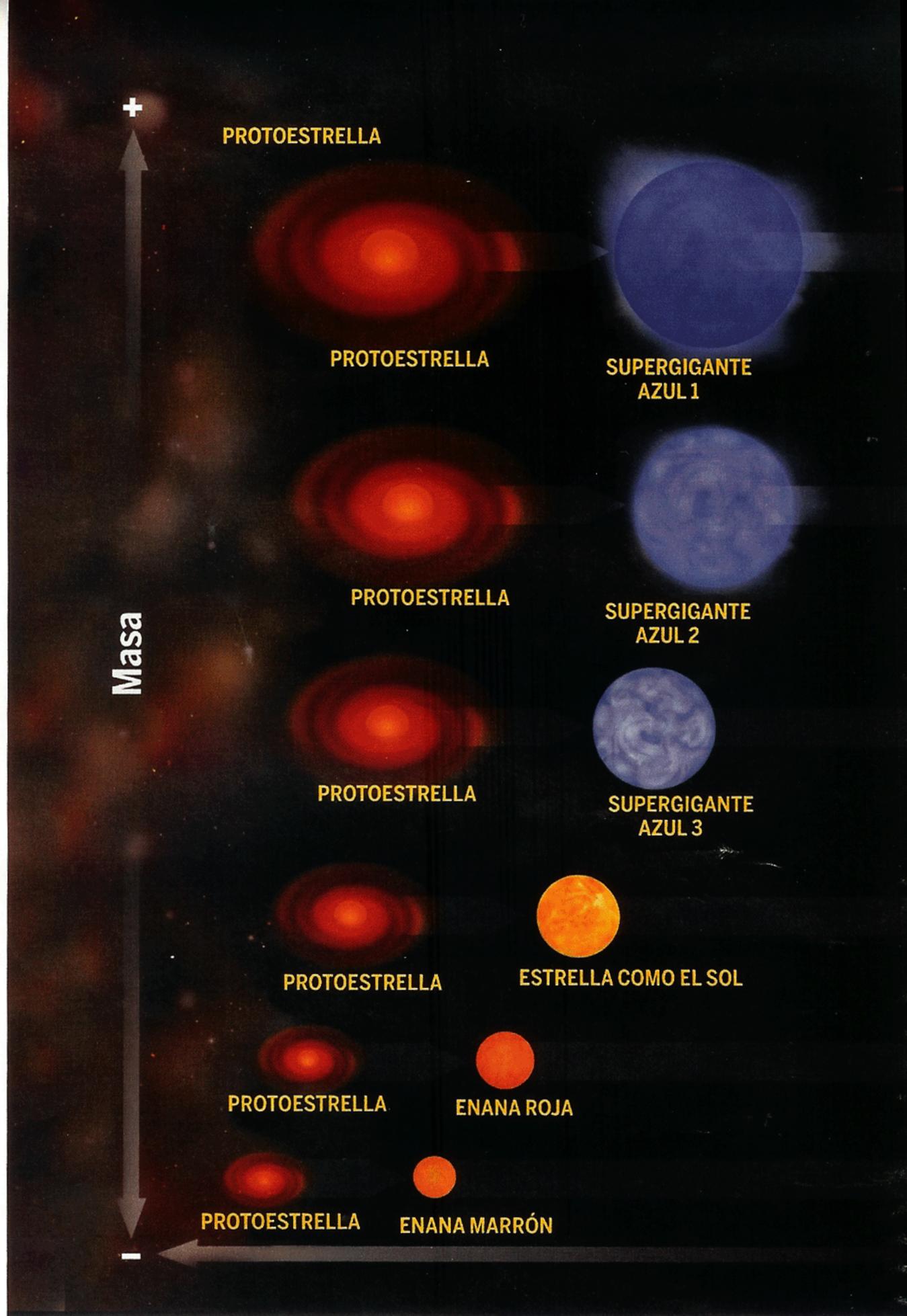
Las llamadas protoestrellas son acumulaciones densísimas de gas y polvo interestelar. Estos objetos pueden ser fuentes intensas de luz visible y ultravioleta, pero están sumergidos en grandes cantidades de polvo que absorben esas radiaciones de longitud de onda corta. El polvo se calienta y reemite ese calor en forma de otra radiación que tiene lugar en el infrarrojo medio y lejano, y en la región submilimétrica del espectro (ondas de tamaño ligeramente inferior al milímetro). El estudio de esta radiación es lo que permite identificar sin ambigüedades una protoestrella.

Las ondas del infrarrojo medio y lejano (de longitud entre 50 y 500 micras) son también, en gran medida, absorbidas por la atmósfera terrestre y no son observables desde la superficie de la Tierra. Por eso, para poder verlas hay que situar los telescopios en plataformas espaciales. El primero de estos telescopios fue IRAS, al que siguió ISO. Ahora se encuentran operativos los telescopios *Akari* y *Spitzer*, y el año próximo la Agencia Espacial Europea lanzará el telescopio *Herschel*, con un diámetro de 3,5 metros.

Además, las ondas submilimétricas (entre 500 micras y 1 mm) pueden observarse instalando grandes radiotelescopios (antenas) en alta montaña. Y así, el mejor método consiste en realizar observaciones combinadas (interferometría) utilizando un buen número de ellas. Aunque hay más, el Gran Interferómetro Milimétrico de Atacama (ALMA) es el observatorio de mayor envergadura actualmente en construcción.

EXPLOSIONES INESPERADAS

Uno de los descubrimientos más sorprendentes que han tenido lugar en los últimos años en las protoestrellas ha sido la detección de los violentos chorros de gas molecular que salen despedidos de sus proximidades. Estos chorros, que son



conocidos como flujos bipolares, fueron descubiertos mediante observaciones en ondas milimétricas y han constituido una sorpresa. En efecto, lo que el astrónomo espera ver en la formación de una estrella son movimientos de colapso, es decir la caída rápida de gas (acrecimiento) hacia el punto en el que se está formando la protoestrella. Sin embargo, las eyecciones de materia a velocidades supersónicas que tienen lugar desde la protoestrella en sentidos opuestos (bipolares) resultan más sorprendentes y espectaculares.

Los flujos bipolares se observan prácticamente en todas las protoestrellas. Algunos pueden llegar a ser muy finos y extremadamente largos (alcanzan distancias

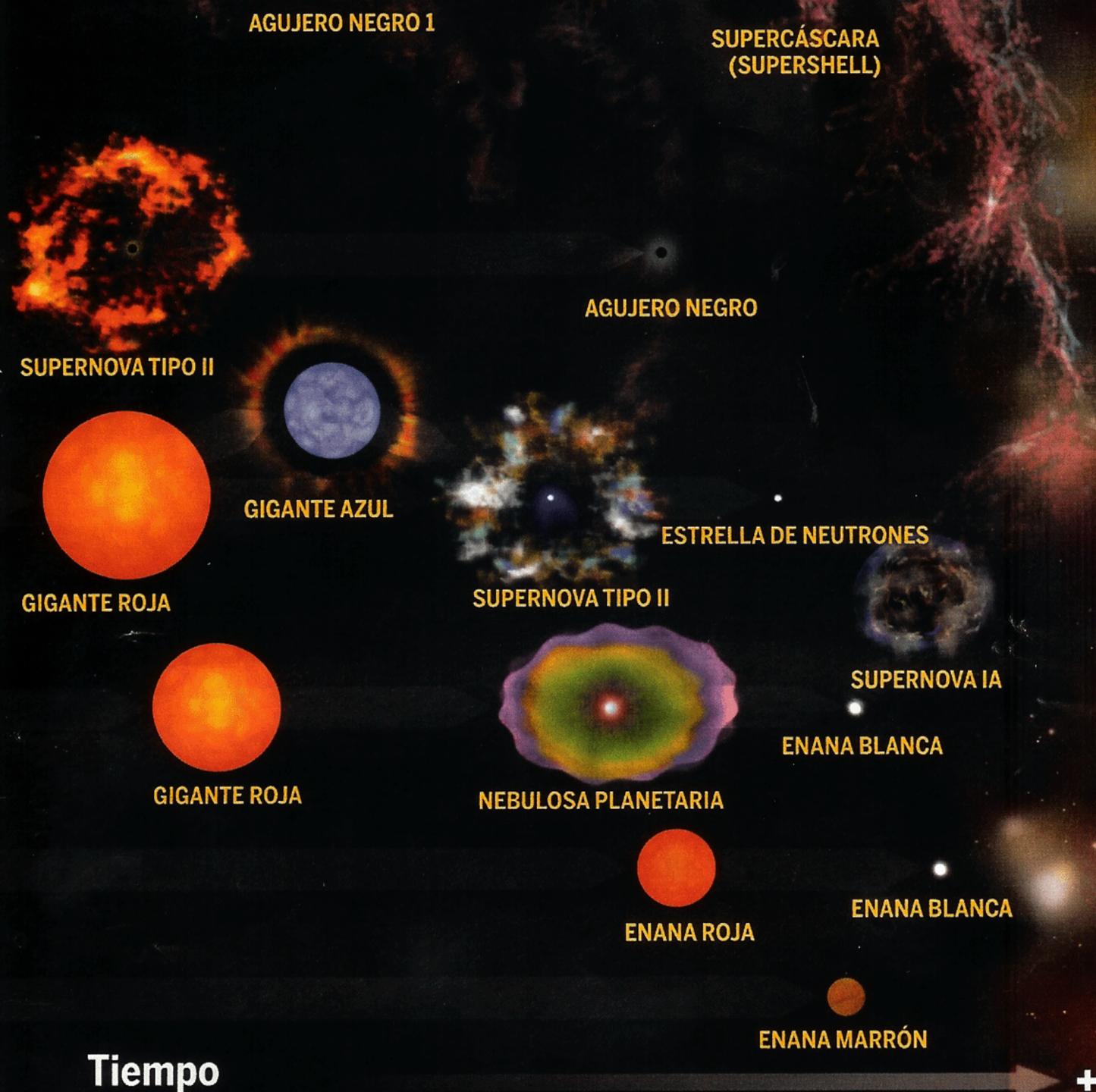
de hasta varios años luz), mientras que otros tienen forma más bien bicónica, similares a un descomunal reloj de arena.

Los flujos bipolares tienen su origen en el enrollamiento de las líneas de campo magnético durante el colapso de una protoestrella que rota. A lo largo del eje de rotación se produce una especie de embudo magnético que favorece la expulsión de material. Físicamente, esta eyección de material resulta indispensable para la formación de una estrella, pues de otro modo, el colapso gravitatorio haría que, al formarse una protoestrella, se *acretase* todo el material de la nube para formar, así, estrellas con masas miles o millones de veces la masa del Sol, lo que clara-

Y tú, ¿qué quieres ser de mayor?

El futuro de una estrella depende, sobre todo, de su masa inicial

Todo comienza en una nube de gas, pero los astros que surgen de ella adoptan diversas formas y comportamientos a lo largo de su evolución. El factor más importante para determinar su currículo es la masa con que nacen. Mientras las más reducidas se ven condenadas a una existencia como enanas rojas (entre el 8 y el 50% de la masa de nuestro Sol) o marrones (menos del 8% de la masa solar), las más "corpulentas" tienen ante sí un amplio espectro de posibilidades. Así, las de masa intermedia podrán saltar de la fase de gigante roja (su fusión nuclear ha agotado el hidrógeno del núcleo) a la de gigante azul (unas 150 veces la masa solar; emiten ingentes cantidades de radiación), antes de transformarse en supernova (explosión que puede originar un agujero negro) y "jubilarse" como estrellas de neutrones (una cucharada de su masa pesa mil millones de toneladas). Pero todas volverán al polvo primigenio, con el que el proceso comenzará de nuevo.



mente no se produce: las estrellas más masivas conocidas tienen "solo" un centenar de masas solares. Los flujos bipolares, al permitir expulsar parte del material del proceso, son los que limitan, por tanto, el tamaño de la estrella en formación.

DE AQUÍ SALEN LOS PLANETAS

El eje de rotación de la protoestrella no solo establece el eje del flujo bipolar, sino que, además, también define un plano perpendicular (el plano ecuatorial), en el que no hay fenómenos de eyección y en el que la rotación facilita la formación de un disco rotante y denso formado por el gas y el polvo de la nube "madre". Estos discos polvorientos

representan las primeras fases de la formación de los sistemas planetarios. El nuestro, que no es ninguna rareza cósmica, obviamente también tuvo su origen de esa forma. En estos discos, las partículas sólidas de polvo van aglomerándose para formar cuerpos sólidos cada vez mayores: planetoides, planetas enanos y planetas.

Los discos protoplanetarios contienen grandes cantidades de gas con una alta diversidad de moléculas. Desde simples, como la del hidrógeno (H_2) y la del monóxido de carbono (CO) hasta compuestos mucho más complejos, como alcoholes (etanol, CH_3CH_2OH) e incluso algún azúcar (glicoaldehído). El descubrimiento de

la glicina, el aminoácido más simple, en esas zonas, que fue anunciado hace unos diez años, está aún por confirmar.

Evidentemente, la riqueza de la química molecular que tiene lugar en estos sistemas protoplanetarios ha de tener una trascendencia clave para que surja vida en esos planetas en formación. Si buscamos una explicación al origen de la vida en la Tierra, seguramente esté en estas protoestrellas rodeadas de incipientes sistemas protoplanetarios. Al fin y al cabo, todo, lo vivo y lo inerte, tiene su origen en este violento polvo de estrellas. ■

Rafael Bachiller

Director del Observatorio Astronómico Nacional