

# 01 El nacimiento de la Tierra

Todos estamos hechos de polvo de estrellas. El hidrógeno y el helio primordiales, generados en el Big Bang hace 13.700 millones de años, se convirtieron, en los hornos nucleares de generaciones de estrellas, en el carbono, el oxígeno y el nitrógeno de que están formados nuestros organismos y en el silicio, el aluminio, el magnesio, el hierro y todos los demás elementos que conforman nuestro planeta.

**Polvo de estrellas** Las estrellas se despojan de sus capas exteriores hacia el final de su vida. Las estrellas masivas que ya no pueden soportar su propio peso se hunden en sí mismas, originando la explosión de supernovas que esparcen sus cenizas en forma de grandes nubes de polvo y moléculas. A partir de una de estas nubes se formó nuestro Sistema Solar. Cada molécula de nuestro organismo contiene elementos que se «cocinaron» en las estrellas. Cada átomo de oro de la alianza que muchos llevan en el dedo se generó en una supernova.

La presencia de productos de desintegración de isótopos radiactivos de vida corta en meteoritos antiguos indica que estos elementos se originaron en la explosión de una supernova cercana. Es más, puede que fuera una de esas explosiones la que desencadenó el colapso inicial de la nebulosa solar.

**Acreción** A medida que el gas y el polvo se concentraban en el centro, donde acabarían formando el Sol, el momento angular de la nebulosa que rotaba lentamente fue colocando el material en una especie de disco plano. Durante mucho tiempo, esto no fue más que una teoría, pero los potentes telescopios actuales nos permiten ver cómo está ocurriendo en otras incubadoras estelares.

## Estrellas fugaces

Los primeros granos sólidos que se formaron en la joven nebulosa solar eran cóndrulos, granos más o menos esféricos de piedra de silicato, cuyo tamaño podía variar de una fracción de milímetro a un centímetro de diámetro. Al parecer, se formaron a partir de pequeñas gotas fundidas cuando el polvo de silicato se calentó a unos 1.500 grados Celsius, probablemente por hallarse cerca del nuevo Sol o tal vez por efecto de la radiactividad. Hoy en día se encuentran en alrededor del 80 % de todos los meteoritos que caen en la Tierra y pueden datarse con asombrosa precisión. Con una edad de 4.567 millones de años (medio millón de años menos o más), son los objetos más antiguos que existen en el universo.

Por ejemplo, la estrella Beta Pictoris está rodeada de un disco de polvo y granos de piedra claramente visible que tal vez estén formando planetas en este preciso instante. El descubrimiento de los llamados exoplanetas alrededor de más de un millar de otras estrellas indica que la formación planetaria acompaña a menudo al nacimiento de una estrella.

Es una tesis generalmente aceptada que los planetas de nuestro Sistema Solar se formaron en un proceso denominado acreción, en el que pequeños granos de materia chocan entre sí y se juntan. La primera parte de este proceso es la que más cuesta entender, ya que la fuerza de gravedad sería muy reducida y difícilmente podría mantener unidos los grumos, aparte de que las colisiones normalmente los fragmentarían de nuevo. Es posible que las concentraciones de granos se comporten del mismo modo que el líquido cinético, que se mantiene junto y solo ocasionalmente reúne energía suficiente para «salpicar» fuera del aglomerado. Si las velocidades relativas de los granos eran suficientemente bajas, comenzarían a juntarse, y una vez alcanzado el tamaño de unos cuantos metros de diámetro, la fuerza de gravedad pasaría a asumir la tarea, atrayendo y juntando cada vez más material.

**Separación** La energía gravitatoria, el calor de la desintegración radiactiva y la energía liberada por los impactos de las colisiones

## Cronología

**4.600 Ma**

Posible explosión de una supernova; la nebulosa solar comienza a contraerse

**4.567 Ma**

Edad de los cóndrulos en los meteoritos, los primeros cuerpos sólidos del Sistema Solar

**4.540 Ma**

La Prototierra alcanza el tamaño en que comienza la fusión y el núcleo se disocia

**4.527 Ma**

Formación de la Luna

**4.420 Ma**

Grano mineral más antiguo de las muestras lunares recogidas en la misión Apolo

**4.404 Ma**

Grano mineral más antiguo en la Tierra. Posible prueba de la existencia de agua

**4.280 Ma**

Edad de la roca más antigua que se conserva en la Tierra, tal vez de una fumarola del fondo marino de la bahía de Hudson en Canadá

**3.850 Ma**

Edad de los sedimentos más antiguos que se conservan, en Groenlandia



## Alquimia estelar

Las estrellas son hornos nucleares. Como las bombas de hidrógeno, convierten los elementos más abundantes del universo, el hidrógeno y el helio, en elementos más pesados, liberando en el proceso la energía que hace que las estrellas brillen. Las estrellas ordinarias producen los elementos vitales —carbono, nitrógeno, oxígeno y otros— y los que conforman el grueso de la Tierra, como el sodio, potasio, calcio, aluminio y silicio. A medida que una estrella envejece, expulsa estos elementos al espacio. Algunas estrellas generan tanto carbono que están rodeadas de nubes de hollín. El elemento final de este proceso es el hierro, ya que para aumentar todavía más el peso se requiere más energía que la que se libera. Así, cuando el núcleo de una estrella masiva se ha convertido en hierro, se interrumpe la fusión nuclear, la estrella ya no puede soportar su enorme masa y se hunde en sí misma, desencadenando una gigantesca explosión que rompe la estrella en pedazos y crea toda la gama de elementos pesados hasta el uranio.

nes seguramente hicieron que se fundieran los materiales, lo que permitió finalmente que los elementos más pesados, como el hierro y el níquel, se juntaran en un núcleo dentro de un cuerpo que entonces sería más o menos esférico y tal vez mediría cientos de kilómetros de diámetro. Este cuerpo seguiría aglomerando el resto de polvo y fragmentos más grandes para formar un número más reducido de protoplanetas. Las colisiones entre estos debieron de ser menos frecuentes, pero más violentas.

**El viento solar** Probablemente el Sol se formó en tan solo unos 10.000 años, a cuyo término se había juntado materia suficiente para alcanzar las temperaturas necesarias para iniciar la fusión nuclear y para que el Sol brillara. Esto generó un fuerte viento solar de partículas que barrió todo el joven Sistema Solar y se llevó por delante cualquier atmósfera temprana de hidrógeno y helio de la Tierra, dejando tan solo las rocas más resistentes del planeta. El grueso del gas se juntó más hacia el exterior del Sistema Solar, donde se formaron los gigantes gaseosos, Júpiter y Saturno. Las materias volátiles, como el metano y el agua, se condensaron todavía más al exterior, formando los cuerpos de hielo de los confines del Sistema Solar: planetas enanos como Plutón, lunas de hielo, objetos del cinturón de Kuiper y cometas.

**Un nuevo planeta** Nuestra joven Tierra siguió creciendo. El interior estaba probablemente fundido en su mayor parte, con un

núcleo de hierro rodeado del manto primitivo de silicato. Una vez adquirido alrededor del 40 % de su masa actual, la fuerza de gravedad le habría ayudado a retener una atmósfera, mientras que el campo magnético generado por el núcleo de hierro la habría protegido desviando partículas solares. Esta primera atmósfera estaba formada probablemente sobre todo por nitrógeno, dióxido de carbono y vapor de agua.

Como veremos en las páginas siguientes, el proceso de acreción continuó, culminando en el gran impacto que dio origen a la Luna. A medida que la Tierra fue enfriándose, es posible que hubiera agua líquida en la superficie. Parte del vapor de agua pudo haberse generado en el planeta en forma de gases volcánicos, pero es probable que gran parte llegara a la Tierra con los cometas de hielo, junto con el material rocoso de los meteoritos y asteroides. Este proceso de acreción sigue su curso actualmente, aunque a menor escala. Si salimos al aire libre en una noche oscura con el cielo despejado, es posible que veamos alguna estrella fugaz. Se trata de pequeños granos de materia sólida que se queman al entrar en la atmósfera, pero que al final aterrizan en la superficie. No son más grandes que un grano de arena o a lo sumo un grano de arroz, pero entre todos aportan de 40.000 a 70.000 toneladas cada año, dando continuidad al proceso en el que nació nuestro planeta.

**La idea en síntesis:  
formación de planetas  
por acreción**