

VIDA Y MUERTE DE UN SISTEMA PLANETARIO

Por: Guillermo Ignacio Barraza

F A S E S

1

**NACIMIENTO
DE UNA
ESTRELLA**

0 – 100,000 AÑOS

2

**DE LA NUBE
AL DISCO**

100,000 – 1 MILLÓN DE AÑOS

3

COLISIONES

1 M – 10 MILLONES DE AÑOS

4

MOVIMIENTO

10 M – 1 BILLÓN DE AÑOS

5

**ASENTAMIENTO
Y
CONFORMACIÓN
DE ÓRBITAS**

1B – 10 BILLONES DE AÑOS

6

GIGANTE ROJA

10B – 11 BILLONES DE AÑOS

7

**MUERTE Y
NUEVA VIDA**

11 B – 13 BILLONES DE AÑOS

UNA ESTRELLA NACE

Todo comienza con una nube inimaginablemente fría. Esta nube contiene las semillas de mundos completamente nuevos: estrellas y planetas a punto de nacer.

Estas nubes son llamadas nebulosas. Algunas nebulosas provienen del gas y el polvo expulsado por la explosión de una estrella moribunda, como una supernova. Otras nebulosas son regiones donde comienzan a formarse nuevas estrellas.



Pilares de la Creación
Nebulosa del Águila
6,500 años luz
Tomada por el [telescopio espacial Hubble](#).

UNA ESTRELLA NACE



Las moléculas de gas hidrógeno y helio, que normalmente se desplazan a gran velocidad, se ralentizan y se agrupan debido a la gravedad.

Pequeños granos de silicatos, hierro y material rico en carbono, clasificados juntos simplemente como "polvo", envían parte de la energía del gas al espacio, lo que hace que la nube sea aún más fría.

Los granos de polvo giran en espiral hacia el nudo central de materia, como agua corriendo por un desagüe.

UNA ESTRELLA NACE

A medida que esta nube se contrae y se espesa, una bola brillante y caliente comienza a formarse en el centro a medida que ingresa más gas y polvo. La gravedad está librando una batalla contra la presión del gas y los campos magnéticos, y la gravedad están ganando.

Mientras la estrella toma forma, el material que gira en espiral hacia adentro se aplana en una estructura similar a un panqueque conocida como *disco de acreción*.



UNA ESTRELLA NACE

¿Por qué pasó esto?

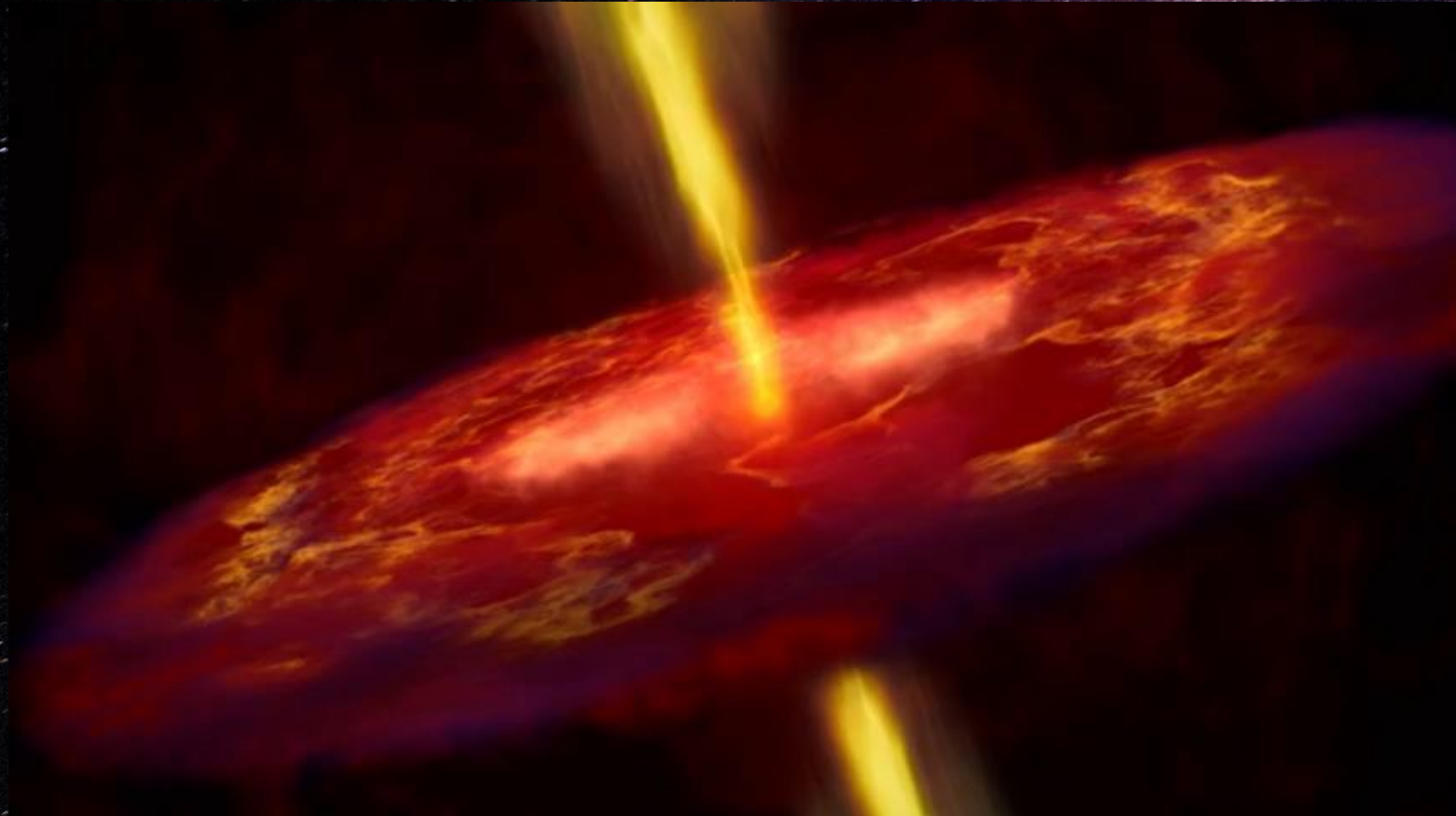
- Los tirones gravitacionales de los miles de millones de estrellas de la galaxia pueden haber acelerado y sacudido el gas. O tal vez dos nubes chocan entre sí, provocando la fusión de bolsas de gas.
- A veces, la explosión catastrófica de una estrella masiva impulsa fuertes vientos de material hacia una nube de formación de estrellas, una muerte que resulta en un nuevo nacimiento.



**DE LA NUBE AL
DISCO**

0 – 100,000 AÑOS

DE LA NUBE AL DISCO



- La estrella recién nacida lanza violentos chorros de material acelerado magnéticamente mientras se alimenta del gas y el polvo que giran a su alrededor. Este material se condensa en un disco plano.
- Esa "masa" tiene una dirección preferente heredada del colapso de la nube.
- Aproximadamente a los 100,000 años, la nube comienza a adelgazarse lo suficiente como para revelar dos estructuras distintas: una estrella recién nacida y un disco difuso y esponjoso de gas y polvo.

MIGAJAS PLANETARIAS

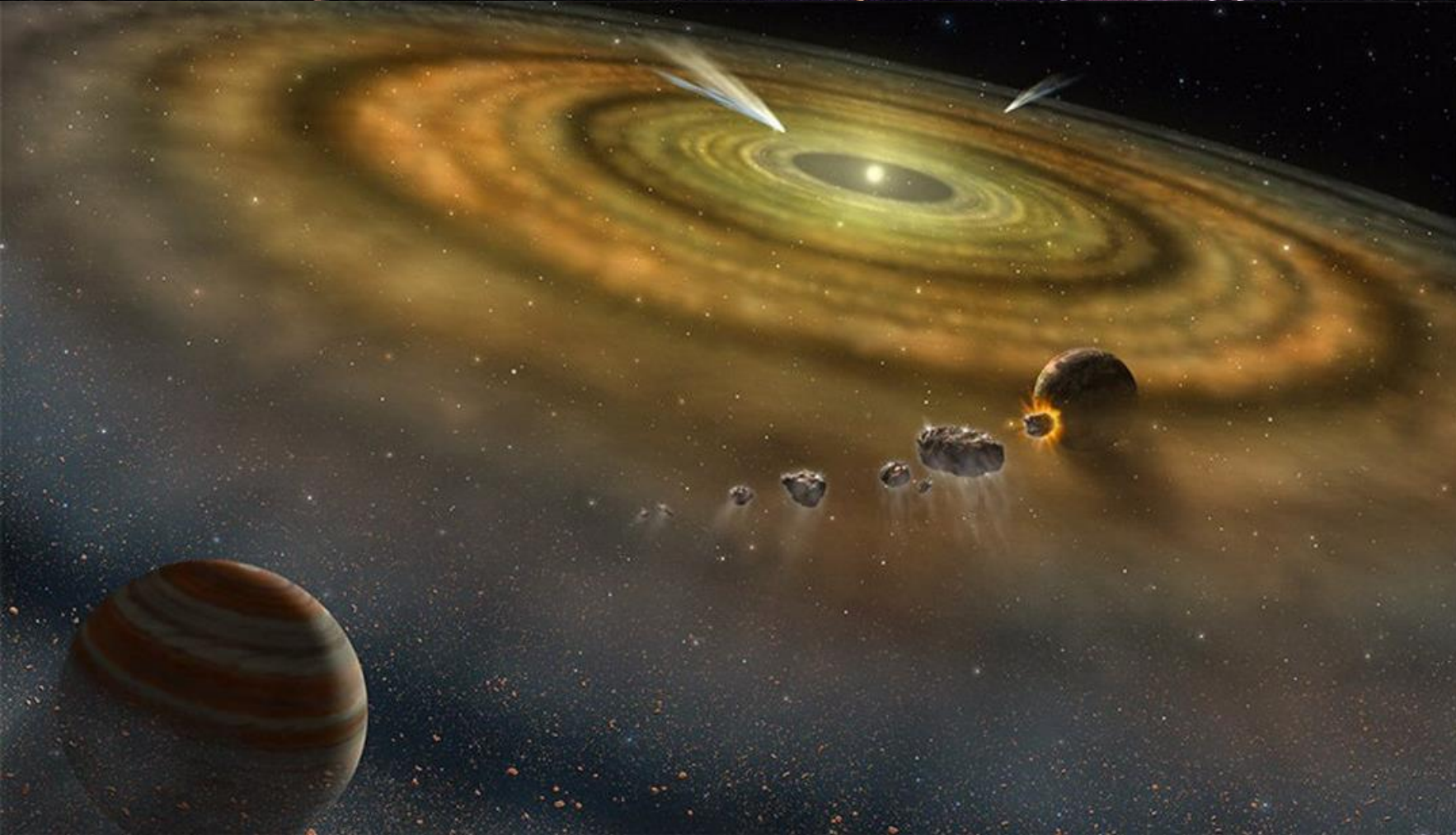
- Todo el sistema sigue siendo principalmente hidrógeno y helio, con unas 100 veces más gas que polvo en el disco.
- El polvo será fundamental para la formación de planetas, que contienen elementos como el carbono y el hierro.
- "Los planetas son esencialmente las migajas que no terminan en la estrella",
-Joel Green, científico del Instituto de Ciencias del Telescopio Espacial.



COLISIONES

1 M– 10 MILLONES DE AÑOS

COLISIONES



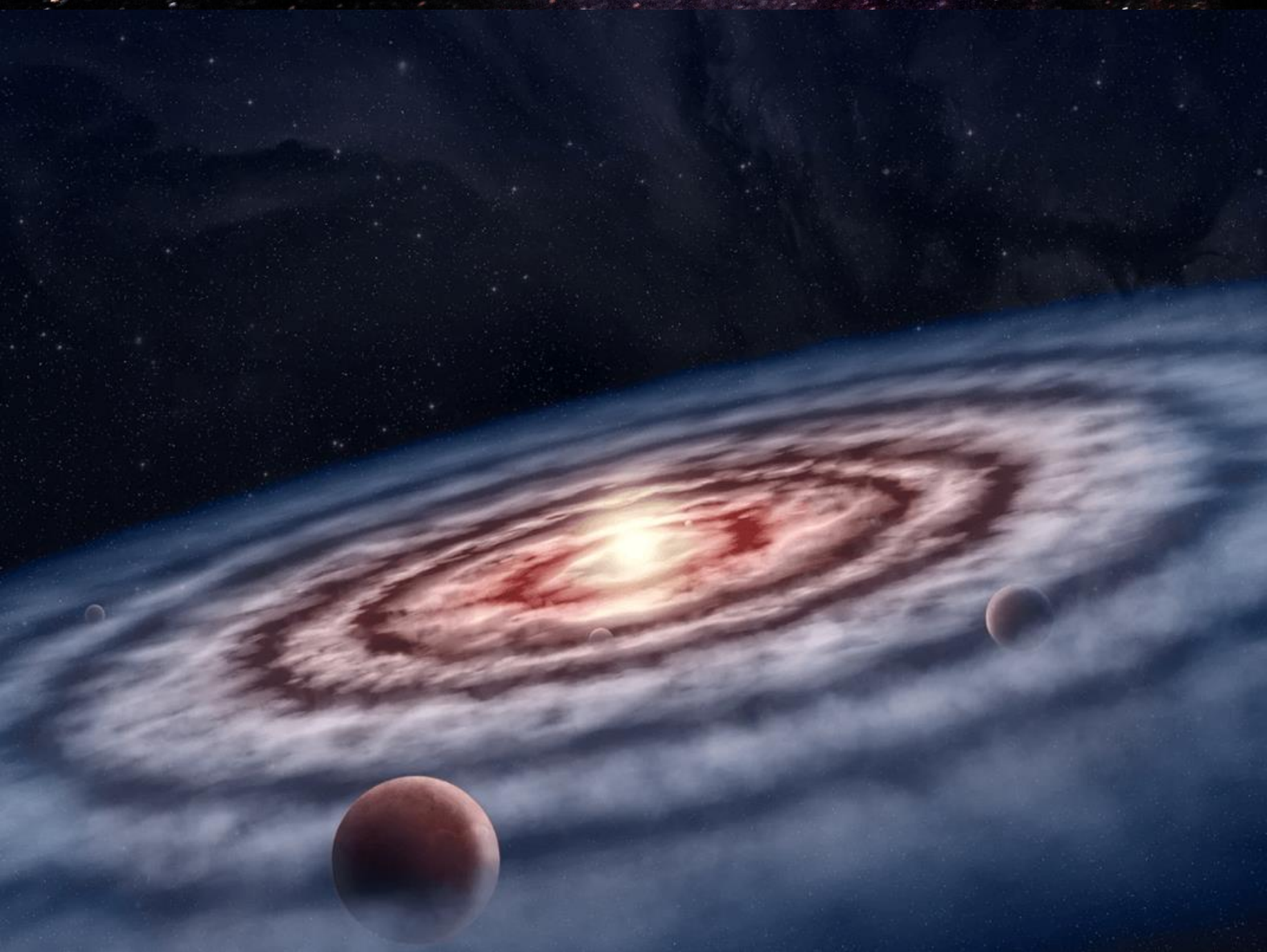
- Un disco muy joven alrededor de una estrella contiene principalmente gas con polvo
- La estrella bebé todavía arroja vientos extremadamente calientes, dominados por partículas cargadas positivamente llamadas protones y átomos de helio neutro.
- Gran parte del material del disco sigue cayendo sobre la estrella. Pero pequeños grupos de partículas de polvo chocan entre sí, agrupándose en objetos más grandes.
- Los planetas se formarán a partir de menos del 1 por ciento de la masa del disco.

COLISIONES

- Mirar nuestro sistema solar ahora, es solo ver las cosas que han sobrevivido a ese proceso inicial
- Podría haber habido generaciones anteriores de planetas que realmente migraron y fueron absorbidos por el Sol, solo en los primeros millones de años de nuestra historia.
- La presencia de gas ayuda a que las partículas de material sólido se adhieran entre sí. Los montones de polvo se convierten en guijarros, los guijarros se convierten en rocas más grandes que se muelen para agrandarse. Algunos se separan, pero otros aguantan. Estos son los componentes básicos de los planetas, a veces llamados "planetesimales".

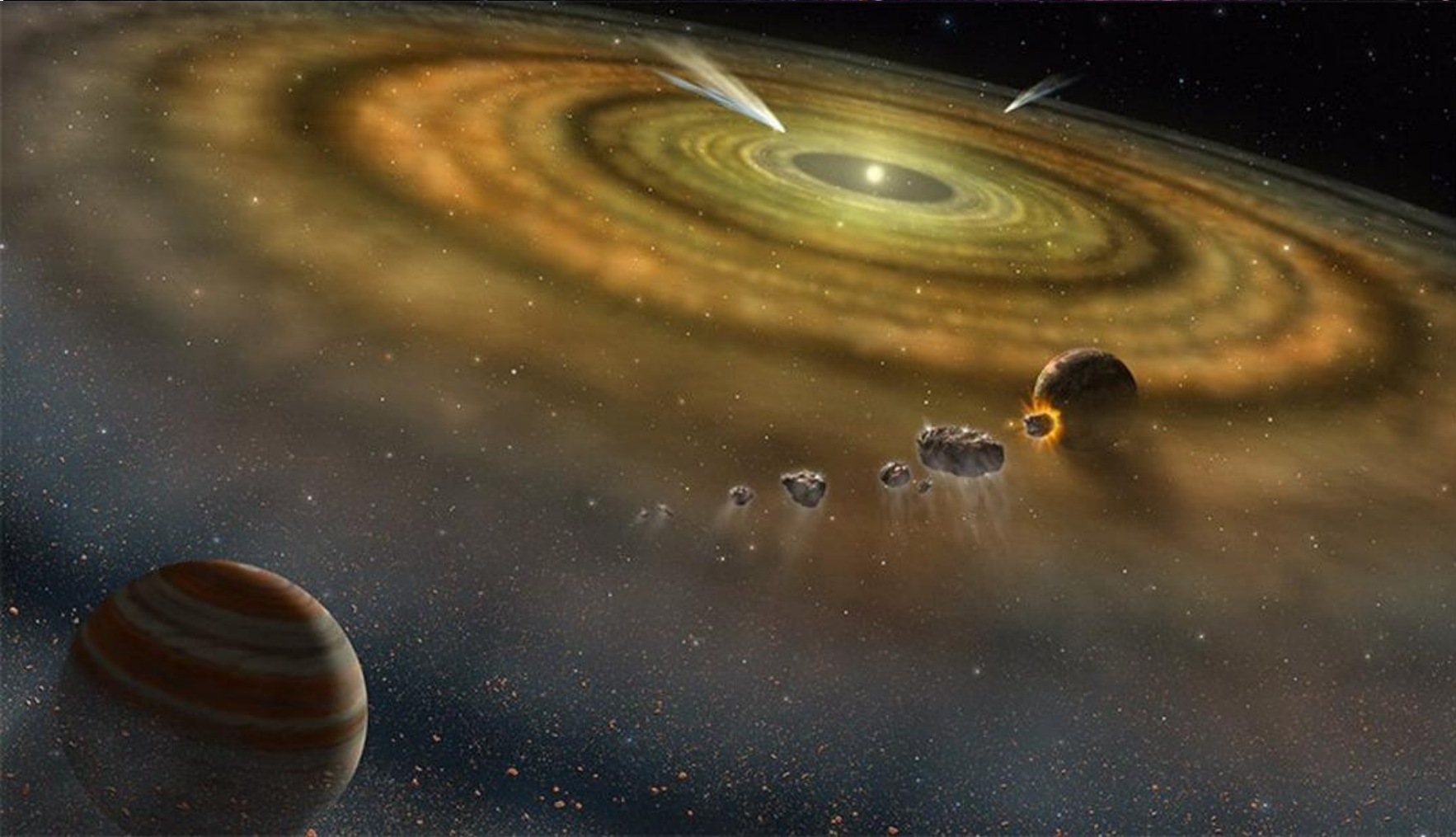


COLISIONES



- Las regiones más frías del disco protoplanetario permiten que las moléculas de gas se desaceleren lo suficiente como para ser atraídas a un planeta.
- Así es como se cree que se formaron Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, los gigantes gaseosos de nuestro sistema solar: un núcleo de roca-hielo que extrae gas del disco y forma las asombrosas capas arremolinadas de gas de los planetas que podemos ver hoy.
- Se cree que Júpiter y Saturno se formaron primero y rápidamente, dentro de los primeros 10 millones de años del sistema solar.

COLISIONES



- En los confines más cálidos del disco, los planetas rocosos toman forma después de que se forman los gigantes helados, y no queda mucho gas para que los planetas terrestres se enganchen.
- Los planetas que son rocosos como Mercurio, Venus, la Tierra y Marte pueden tardar decenas de millones de años en formarse después del nacimiento de la estrella. Los detalles de dónde prefieren formarse exactamente los planetas en los discos siguen siendo un misterio, y un área de investigación en curso.
- Un punto donde las cosas colapsen fácilmente, pero no tan lejos como para que el material esté tan disperso.



**MOVIMIENTO
ALREDEDOR**

10 M – 1 BILLÓN DE AÑOS

MOVIMIENTO ALREDEDOR

- Los planetas en crecimiento no se quedan quietos. Se mueven. Interactúan entre sí y con el disco de gas, de una manera que puede ser bastante aleatoria y desordenada
- Es imposible determinar cómo se verá el sistema a medida que madure.



MOVIMIENTO ALREDEDOR



- Después de que el gas del disco haya sido absorbido por los planetas rocosos o disipado en la inmensidad del espacio, los planetas no se quedan quietos.
- En un sistema tan joven, los planetas o bloques de construcción planetarios llamados "protoplanetas" pueden estar orbitando en curso de colisión entre sí, y la ausencia de gas hace que moverse sea más fácil que nunca.

MOVIMIENTO ALREDEDOR

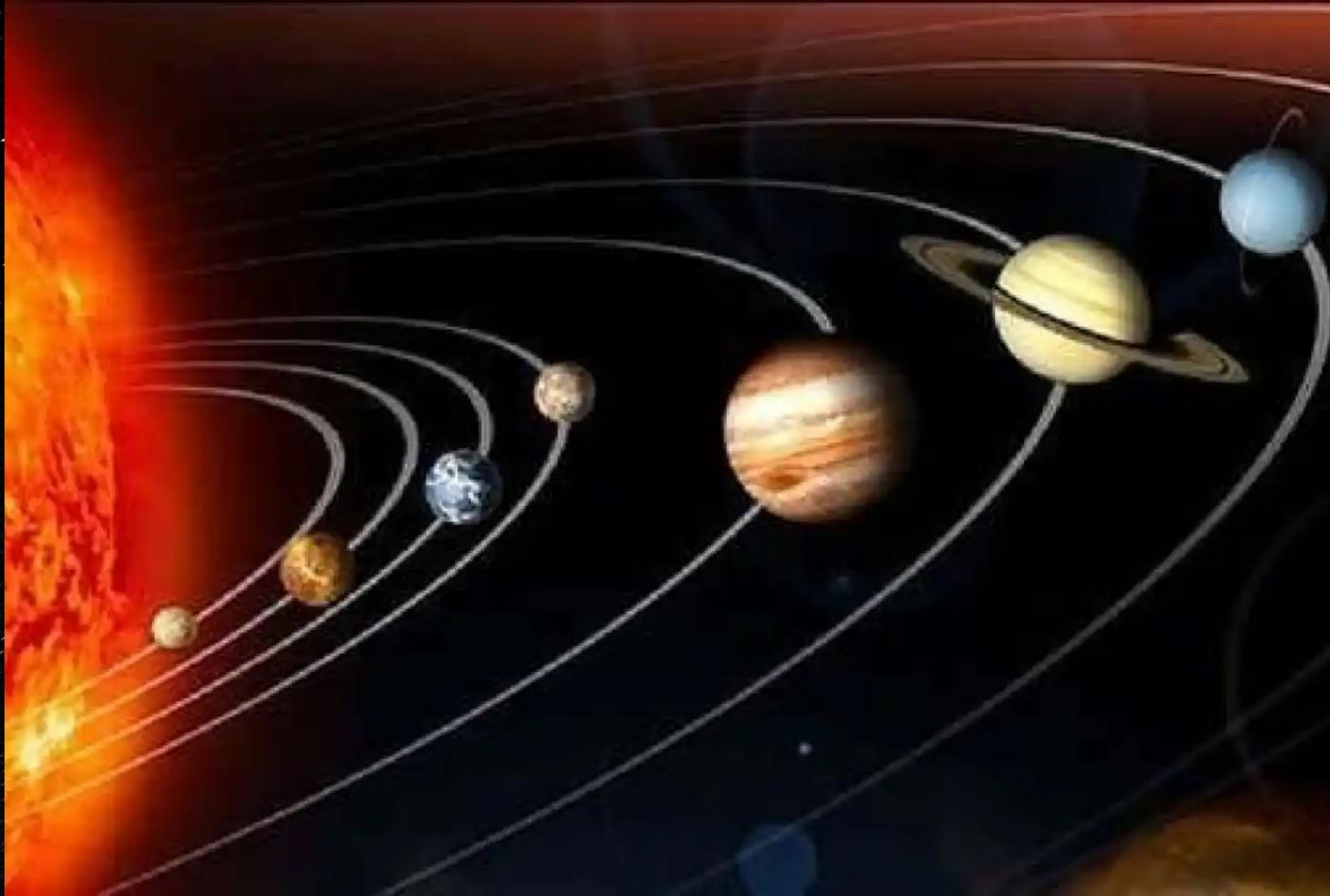
- Los planetas grandes pueden empujar cuerpos más pequeños hacia la estrella o fuera del sistema por completo.
- Esta es una posible explicación para cuerpos grandes y solitarios llamados "planetas rebeldes" que se han encontrado sin estrellas.
- Se cree que 'Oumuamua, fue expulsado de un sistema estelar diferente.



ASENTAMIENTO Y CONFORMACIÓN DE ORBITAS

1B – 10 BILLONES DE AÑOS

ASENTAMIENTO Y FORMACIÓN DE ÓRBITAS



Aproximadamente entre 100 millones y 1,000 millones de años, los planetas tienden a asentarse en sus órbitas y las estrellas merman su energía.

Nuestro propio sistema solar, de unos 4,500 millones de años, es el modelo de esta idea de la "edad media" planetaria.

Traduciendo el tiempo a una vida humana, nuestro sistema planetario tiene entre 45 y 50 años

ASENTAMIENTO Y FORMACIÓN DE ÓRBITAS

- TRAPPIST-1, se formó hace entre 5,400 y 9,800 millones de años, con seguridad más antigua que nuestro sistema solar. TRAPPIST-1, con sólo alrededor del 9 por ciento del tamaño de nuestro Sol, es una estrella enana M extremadamente débil.
- Todos sus planetas se apiñan extremadamente juntos. Todos cabrían dentro de la órbita de Mercurio.



ASENTAMIENTO Y FORMACIÓN DE ÓRBITAS

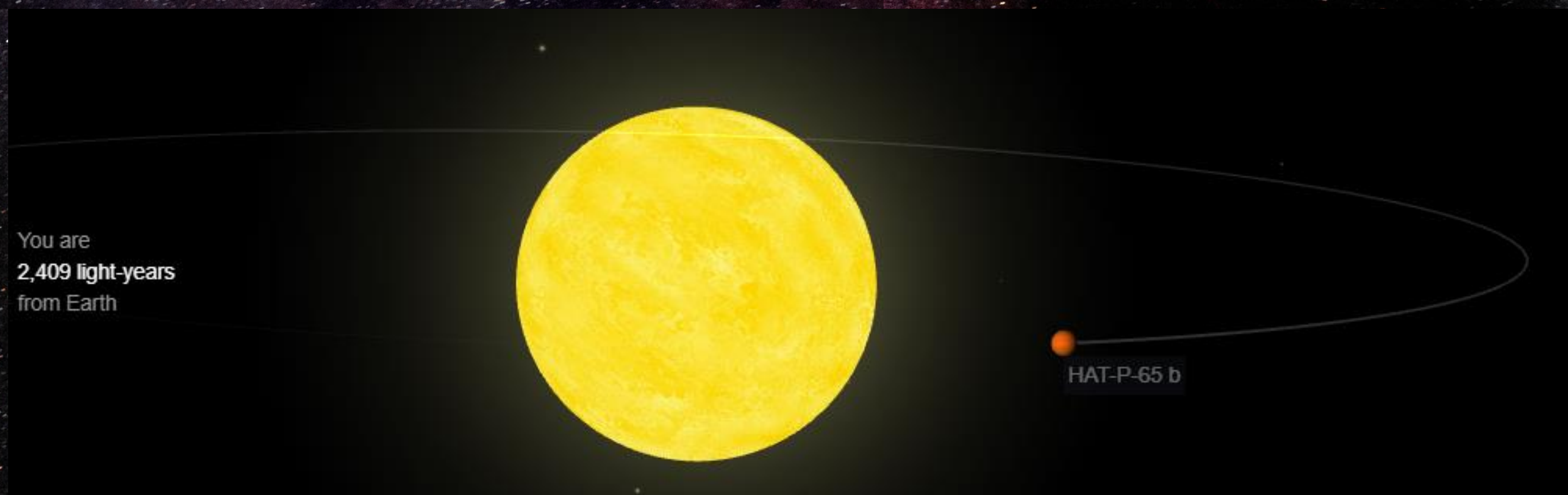
- Debido a que la producción de energía de la estrella es tan baja, su planeta más lejano, TRAPPIST-1h, puede ser una bola de hielo, aunque dé una vuelta alrededor de su estrella en menos de 19 días.
- Otro planeta en este sistema, llamado TRAPPIST-1e, es especialmente similar a la Tierra en la cantidad de luz estelar que recibe su superficie, aunque un "año" tiene 6.1 días.



ASENTAMIENTO Y FORMACIÓN DE ÓRBITAS

Los Júpiteres calientes, son planetas aproximadamente del mismo tamaño que Júpiter o más grandes, que orbitan mucho más cerca de sus estrellas anfitrionas y experimentan temperaturas abrasadoras,

Dos ejemplos son HAT-P-65b, que los científicos calculan que tiene 5500 millones de años, y HAT-P-66b, con una edad estimada de 4700 millones de años.



ASENTAMIENTO Y FORMACIÓN DE ÓRBITAS



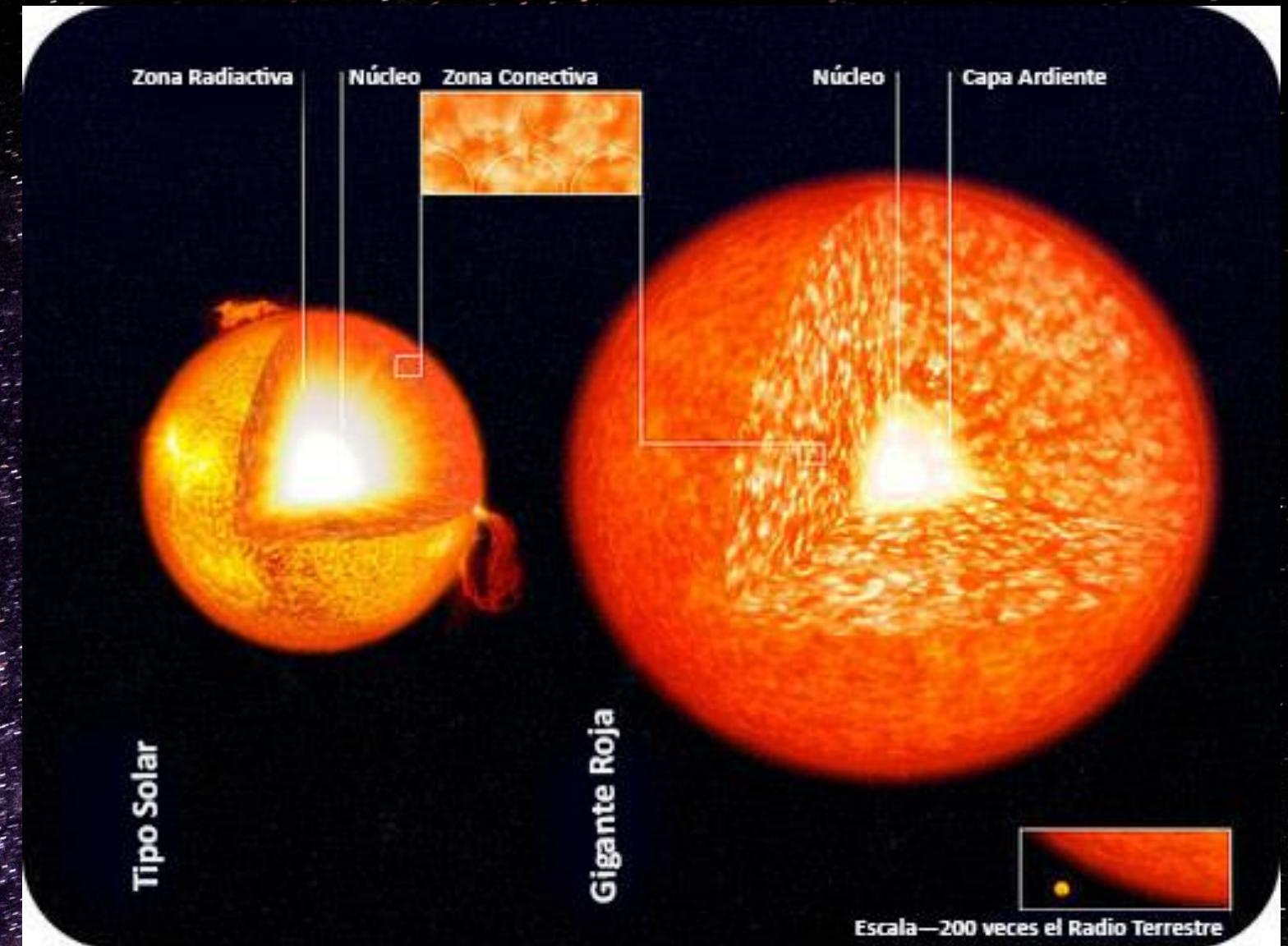
- Otros tipos exóticos de planetas alrededor de otras estrellas incluyen "súper-Tierras" (grandes planetas rocosos de hasta $10 \oplus$ veces la masa de la Tierra) y pequeños planetas gaseosos llamados "mini-Neptunos".

GIGANTES ROJAS

10B – 11 BILLONES DE AÑOS

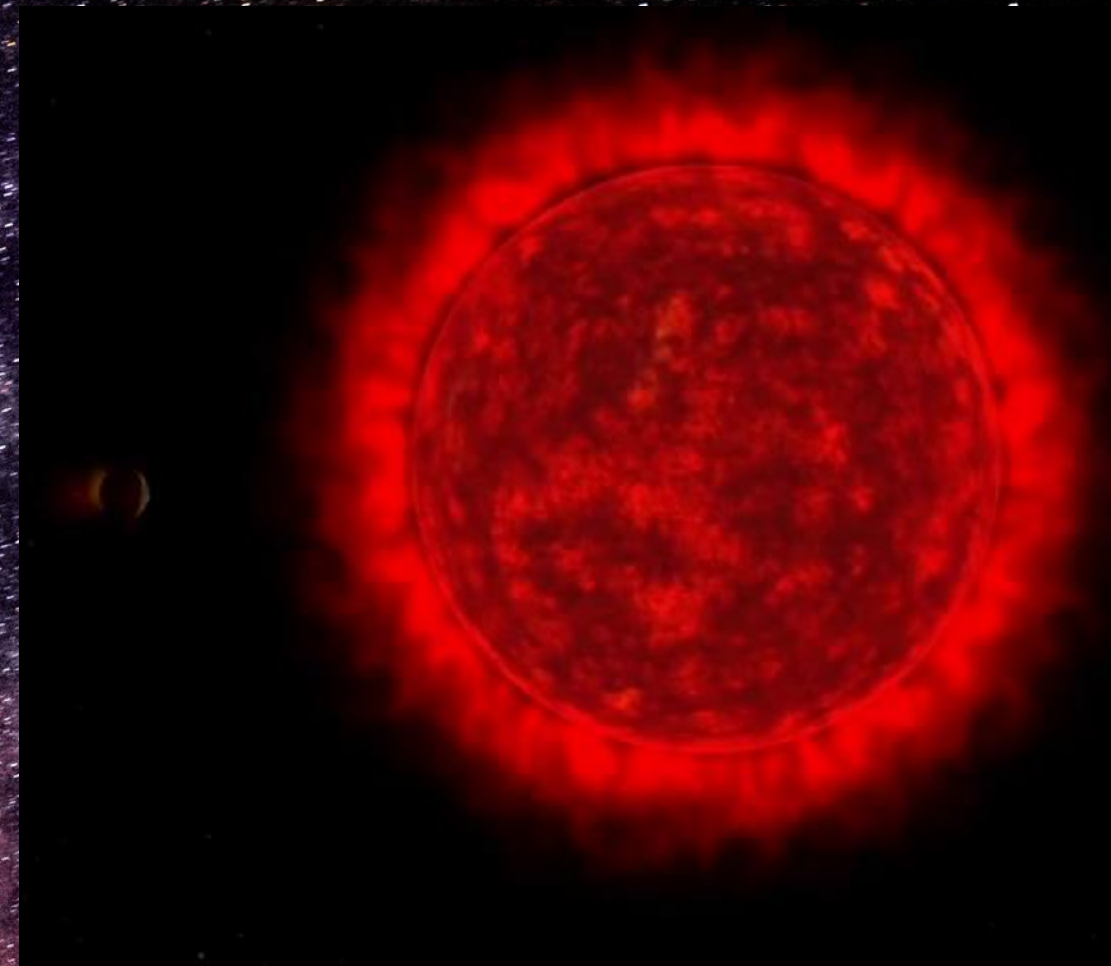
GIGANTE ROJA

- Cuando nuestro Sol se acerque a su fase de gigante roja dentro de unos 6,000 millones de años, se quedará sin combustible en su núcleo.
- A medida que la fusión de hidrógeno se ralentiza, el núcleo vuelve a empezar a contraerse volviendo a calentarse hasta que puede iniciar otra ronda de reacciones nucleares, fusionando el helio en elementos más pesados como el carbono, el nitrógeno y el oxígeno.
- El núcleo más caliente también hace que el hidrógeno se fusione en la "capa" de material que rodea el núcleo. Mientras tanto, el calor adicional producido en las profundidades de la estrella hace que su capa exterior de gas se ensanche



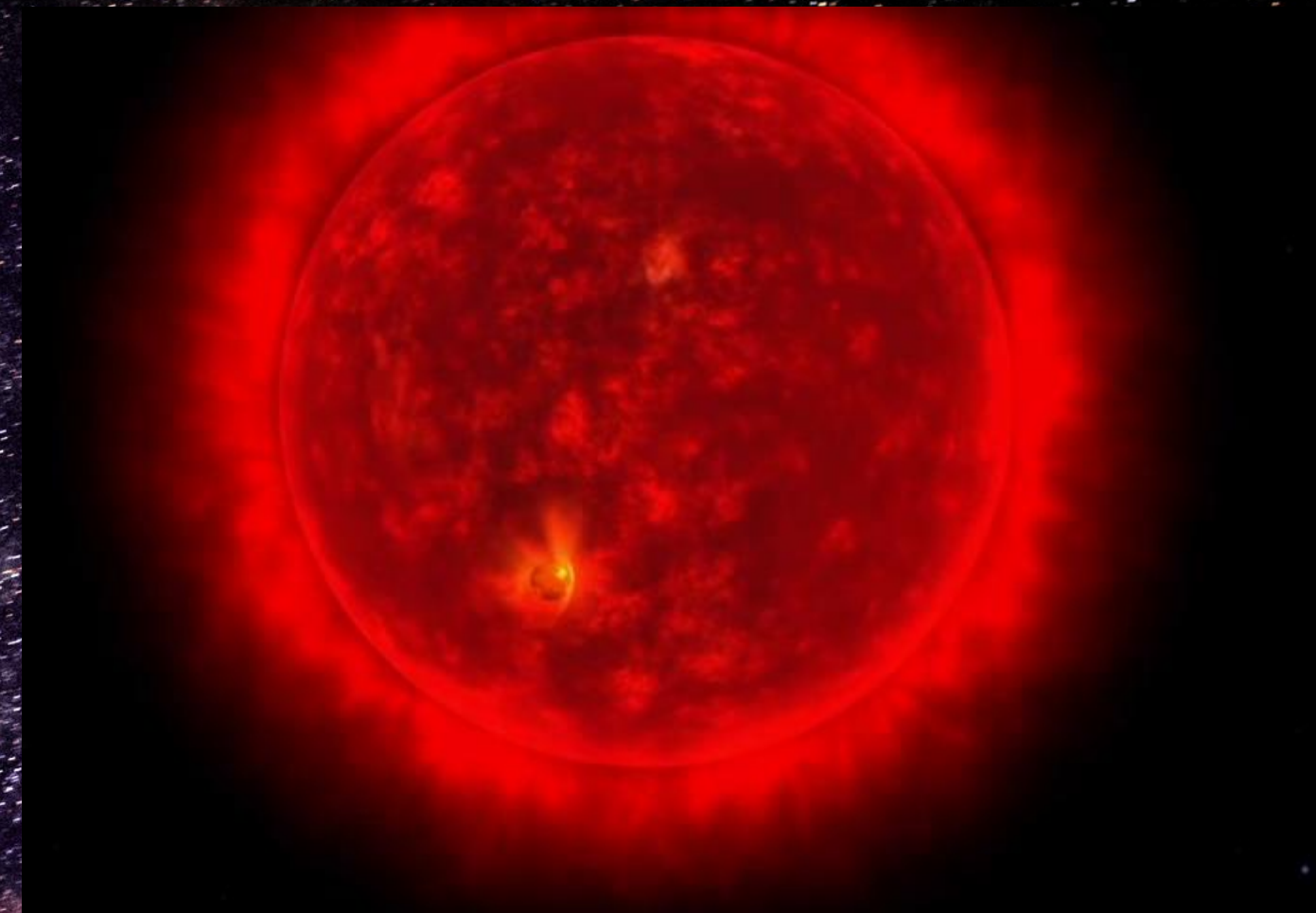
GIGANTE ROJA

- El final de la fase de gigante roja suele ser el momento más violento en la vida de una estrella. La estrella arroja material de sus capas exteriores en intensos estallidos episódicos.
- En nuestro propio sistema solar, el Sol se inflará tanto que se derretirá, evaporará y devorará algunos de los planetas rocosos internos como Mercurio, Venus, y posiblemente a Marte.



GIGANTE ROJA

- Los modelos recientes sugieren que la Tierra probablemente no saldrá intacta. Pero incluso si lo hace, todos los planetas que sobrevivan experimentarán niveles vertiginosos de energía del Sol en expansión, bañando sus atmósferas y superficies con una intensa radiación.
- La Tierra no será habitable, y la única posibilidad de supervivencia sería que una civilización avanzada migrara a un nuevo hogar planetario



GIGANTE ROJA

- Las órbitas de los planetas también pueden volverse inestables. A medida que la gigante roja pierde masa, el control gravitacional de la estrella sobre sus planetas se vuelve mucho más débil, por lo que sus órbitas se expandirán.
- En nuestro propio sistema solar, el Sol arrojará aproximadamente la mitad de su masa, por lo que las órbitas de los planetas exteriores se desplazarán hacia afuera, asentándose el doble de lo que están hoy.



GIGANTE ROJA

- Acercándose al final de su vida de quema de combustible, el Sol se volverá mucho más brillante y más grande.
- Crecerá tanto en diámetro que podría llenar todo el cielo desde la superficie de un planeta sobreviviente.



**MUERTE Y NUEVA
VIDA**

11 B – 13 BILLONES DE AÑOS

NEBULOSA PLANETARIA

- Una nebulosa planetaria es una nebulosa de emisión consistente en una envoltura brillante en expansión de plasma y gas ionizado, expulsada durante la fase de rama asintótica gigante que atraviesan las estrellas gigantes rojas en los últimos momentos de sus vidas.



La nebulosa Ojo de Gato.
Constelación Dragón
3,000 años luz
Imagen en falso color (visible y rayos X)
tomada por el telescopio espacial Hubble.

ENANA BLANCA



- Cuando el núcleo de la antigua gigante roja ha agotado todo su combustible y arrojado todo el gas que puede, la ceniza estelar densa que queda se llama enana blanca.
- La enana blanca se considera "muerta" porque los átomos dentro de ella ya no se fusionan para dar energía a la estrella. Pero todavía "brilla" porque hace mucho calor. Eventualmente, se enfriará y desaparecerá de la vista.
- Nuestro Sol alcanzará esta muerte dentro de unos 8 mil millones de años.

ENANA BLANCA



- Planetas gigantes pueden mantener pequeños cuerpos en órbita alrededor de una enana blanca, e incluso arrojarlos hacia el interior, para que sean "masticados" por la estrella muerta.
- Casi todas las estrellas del universo finalmente pasan por esta transición de gigante roja a enana blanca, aunque las estrellas de masa extremadamente baja tardarán más que la edad actual del universo en llegar allí.

ENANA BLANCA

- Sin embargo, si una estrella es extremadamente masiva, podría seguir un camino diferente, expandirse hasta convertirse en una estrella supergigante y finalmente explotar como una supernova.



SOBRE ESTRELLAS SUPERGIGANTES

- Las estrellas supergigantes contienen muchas capas de diferentes tipos de átomos que se fusionan, creando una enorme producción de energía.
- Hasta la fecha, no se han encontrado planetas alrededor de estrellas supergigantes que explotarán algún día. Sin embargo, eso no significa que no estén allí.
- Las estrellas supergigantes son muy raras y tan brillantes que eclipsarían con creces cualquier cuerpo en órbita. Es posible que nuestra tecnología aún no esté lo suficientemente avanzada para encontrar sus planetas.
- Las supergigantes pueden ser fugaces, pero sus explosiones juegan un papel importante en esta historia. La onda de choque de la supernova puede desencadenar la formación de nuevas estrellas, dando a luz nuevas vidas tras la muerte.



MUCHAS GRACIAS!