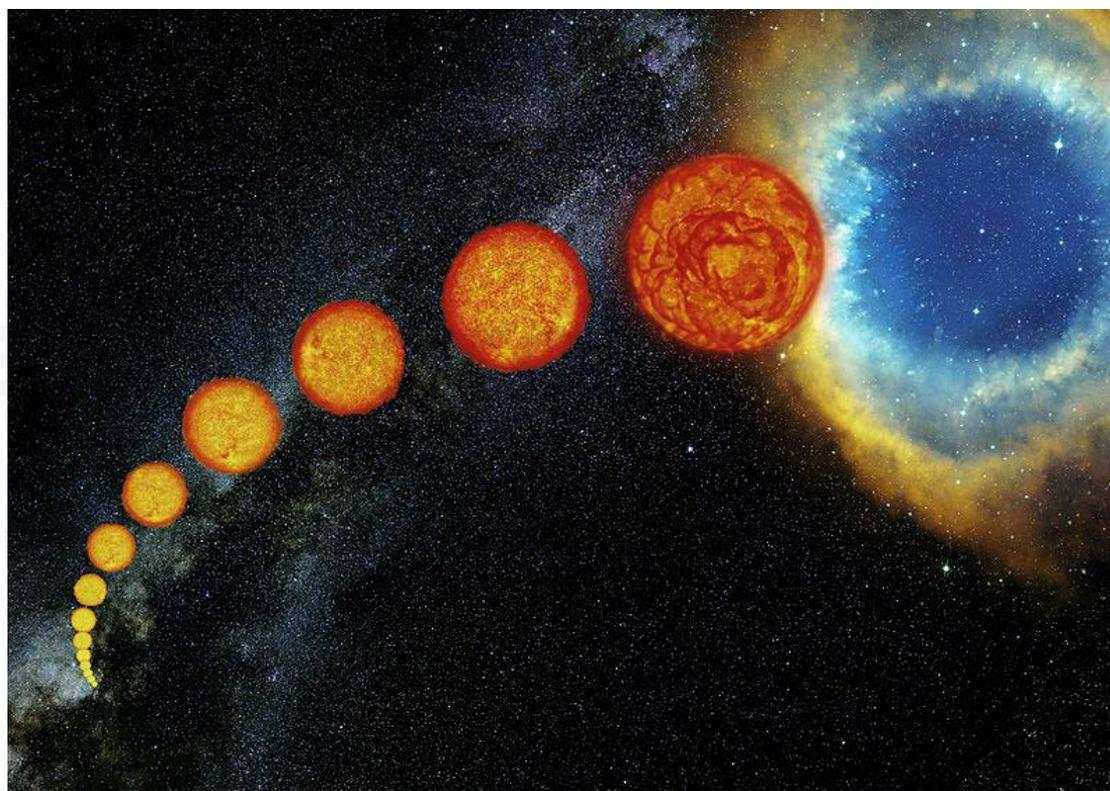


vemos es Sirius, en Canis Major, con una $m = -1.46$. Independientemente de que el Sol se ve brillante porque está muy cerca, es un objeto muy luminoso. A pesar de la distancia a la que nos encontramos del Sol, cada segundo la Tierra recibe 1,400 watts por metro cuadrado, esto es conocido como Constante Solar. Tal vez no parezca mucho pero sumando toda la superficie del planeta, hablamos de 127.8 millones de watts por segundo. En tanto, si consideramos toda la luz que es emitida por el Sol, los números alcanzan cifras increíbles que van a los 3.85×10^{26} watts.

Evolución solar

El pasado y el futuro del Sol se han trazado gracias a los modelos teóricos de estructura estelar. Durante sus primeros 50 millones de años, el Sol se modificó hasta llegar a su tamaño actual. La energía liberada por el gas calentaba el interior y, cuando el centro estuvo a una gran temperatura, la contracción paró y la combustión nuclear del hidrógeno en helio comenzó en el centro. El Sol ha estado en esta etapa de su vida durante unos 4.500 millones de años.

Una gigante roja (red giant en inglés) es una estrella de masa baja o intermedia (menos de 8-9 masas solares) que, tras haber consumido el hidrógeno en su núcleo durante la etapa de secuencia principal, convirtiéndolo en helio por fusión nuclear, comienza a quemar hidrógeno en una cáscara alrededor del núcleo de helio inerte.



Ciclo de vida de una estrella similar al Sol.

En el núcleo encontramos hidrógeno suficiente para durar otros 4.500 millones de años. Cuando se gaste este combustible, todo cambiará: según se vayan expandiendo las capas exteriores hasta el tamaño actual de la órbita de la Tierra, la estrella se convertirá en una gigante roja, algo más fría que hoy pero 10.000 veces más brillante a causa de su enorme tamaño. Sin embargo, la Tierra no se consumirá porque se va a mover en espiral hacia afuera, como consecuencia de la pérdida de masa. El Sol seguirá siendo una gigante roja, con reacciones nucleares de combustión de helio en el centro, durante sólo 500 millones de años. No tiene suficiente masa para atravesar dichos ciclos de combustión nuclear o un cataclismo en forma de explosión, como les ocurre a algunas estrellas. Después de la etapa de gigante roja, su tamaño disminuirá hasta ser una enana blanca, aproximadamente del tamaño de la Tierra, enfriándose poco a poco durante varios millones de años.

Si el Sol dejara de existir, ¿sería el fin de la vida que conocemos?

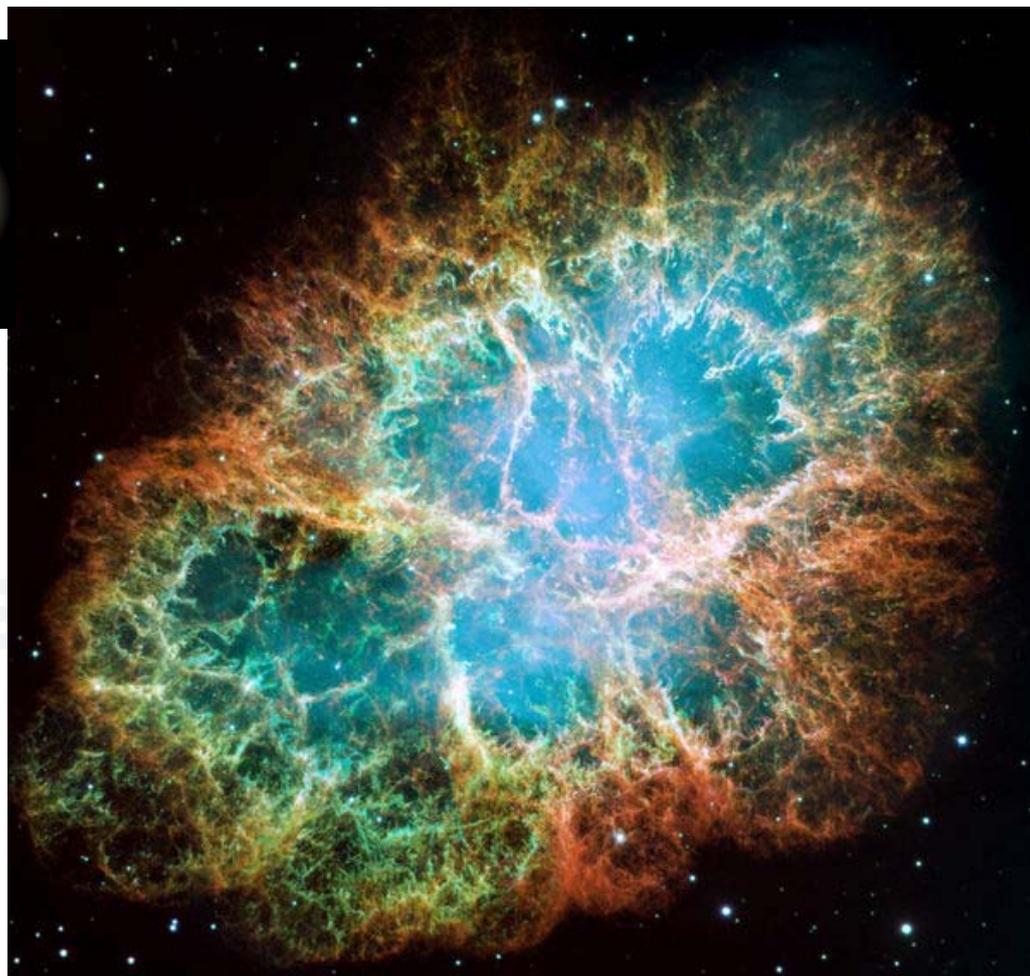
Seguramente no va a ocurrir mañana pero, inevitablemente el Sol algún día morirá. Sí, nuestra estrella madre dejará de existir dentro de algunos millones de años. Durante esa situación, la Tierra desaparecerá con él. Sin dudas hay una serie de preguntas que aquí nos surgen: ¿Cómo será ese momento? ¿Qué va a pasar con el Sol? Para responder

todas estas cuestiones a continuación haremos una breve explicación del proceso por el cual una estrella muerta se convierte en un “monstruo” capaz de arrasar gran parte del sistema planetario que lo rodea.

Inexorablemente nuestro destino como habitantes de la Tierra tiene un solo final: todos muertos. Suena feo pero es absolutamente real ya que existe un 100% de probabilidad de que nuestro planeta se convierta en cenizas dentro de algunos miles de millones de años. Como ocurre con todas las demás estrellas del universo, el Sol morirá algún día. Pero ¿cómo se produce el proceso que acaba con la vida de una estrella?



Una comparación entre la enana blanca IK Pegasi B (centro), su compañero de clase A, IK Pegasi A (izquierda) y el Sol (derecha).



Nebulosa (del Cangrejo): eso será el Sol dentro de casi 8000 millones de años.

Una enana blanca es un remanente estelar que se genera cuando una estrella de masa menor a 9-10 masas solares ha agotado su combustible nuclear. De hecho, se trata de una etapa de la evolución estelar que atravesará el 97% de las estrellas que conocemos, incluido el Sol.

Para saber cómo llega el fin de una estrella cualquiera tenemos que tener, en primer lugar, bien en claro algunos conceptos básicos sobre su funcionamiento interno. Podemos pensar en una estrella como si fuera una gran bola de gas. A ese tamaño, las fuerzas gravitatorias entre los átomos que la forman evitan que se disipe en el espacio. Como hemos mencionado anteriormente, todas las estrellas emiten energía (muchas de ellas en forma de luz visible) hacia el espacio que las rodea. Esa enorme cantidad tiene su origen en las reacciones termonucleares de fusión que se desarrollan en su interior. Para explicarlo de manera sencilla: el propio peso de la masa gaseosa basta para obligar a que los átomos se “aprieten” tanto unos contra otros como para que tenga lugar esas reacciones. Como ocurre con cualquier reactor nuclear de fisión o fusión terrestre, se necesita alguna clase de combustible para que el proceso tenga lugar. Durante la mayor parte de la vida estelar, ese combustible será el hidrógeno que se fusiona formando un átomo de helio. Los físicos explican que cuando esta fusión ocurre, “sobra” masa de los átomos originales que se expresa en forma de energía, desprendida durante el proceso. Este será el origen del calor, luz y toda la radiación que a lo largo del espectro electromagnético emite el Sol.

Pero esto no solo tiene importancia por la energía que se emite, sino que toda esta actividad termonuclear ejerce una fuerte presión hacia el exterior que se encarga de mantener la estructura de la estrella. En el hipotético caso de que estas reacciones terminaran

Una estrella gigante roja envejeciendo cambia de tamaño en forma alarmante, incluso cuando es más pequeña, es ciento de veces más grande que el Sol. Al aumentar y disminuir el tamaño, la temperatura y el color de la estrella cambian. La estrella alcanza la temperatura más alta poco después de reducir su tamaño al máximo.

de golpe, la fuerza de gravedad existente entre los átomos de gas que forman la estrella la colapsarían. De alguna manera, en el Sol existe un equilibrio exacto entre la fuerza expansiva que generan los procesos que se desarrollan en su núcleo y la gravedad derivada por su enorme masa. El tamaño de una estrella en un momento determinado se debe a la relación entre estos dos componentes equilibrados.

La vida de la estrella transcurrirá sin ningún problema si la cantidad de hidrógeno disponible es grande. El Sol, en este instante, se encuentra en esa fase de su existencia. Pero nada dura para siempre y el combustible estelar tarde o temprano se terminara. Cuando sucede dicha situación, el helio formado a lo largo de millones de años comienza a interactuar en el proceso. Incluso puede darse el ejemplo de que las reacciones termonucleares se paren, denominándose “envenenamiento por helio”. Esto produce que la cantidad de energía que se realiza en su interior descienda abruptamente, por lo que la presión original que la mantenía con vida disminuya a niveles bajísimos. Por lo tanto, la estrella se va a contraer por los efectos gravitatorios y su temperatura aumentara. En ese momento el Sol dejará de ser aquella “bestia” que nos proporcione luz y calor a lo largo de los miles de años, para convertirse en algo bastante más peligroso. Es así que alrededor del núcleo de helio caliente y denso comenzara a quemarse el hidrógeno restante, pero en capas cada vez más externas. Como resultado de dicho proceso, la estrella empezara un nuevo sistema de expansión. De esta manera, las capas exteriores se irán enfriando y su color arrancara a transformarse a rojo. Finalmente, dentro de unos cinco mil millones de años aproximadamente, el Sol atravesará este periodo y se convertirá en una gigante roja.



Representación de la muerte de una estrella.

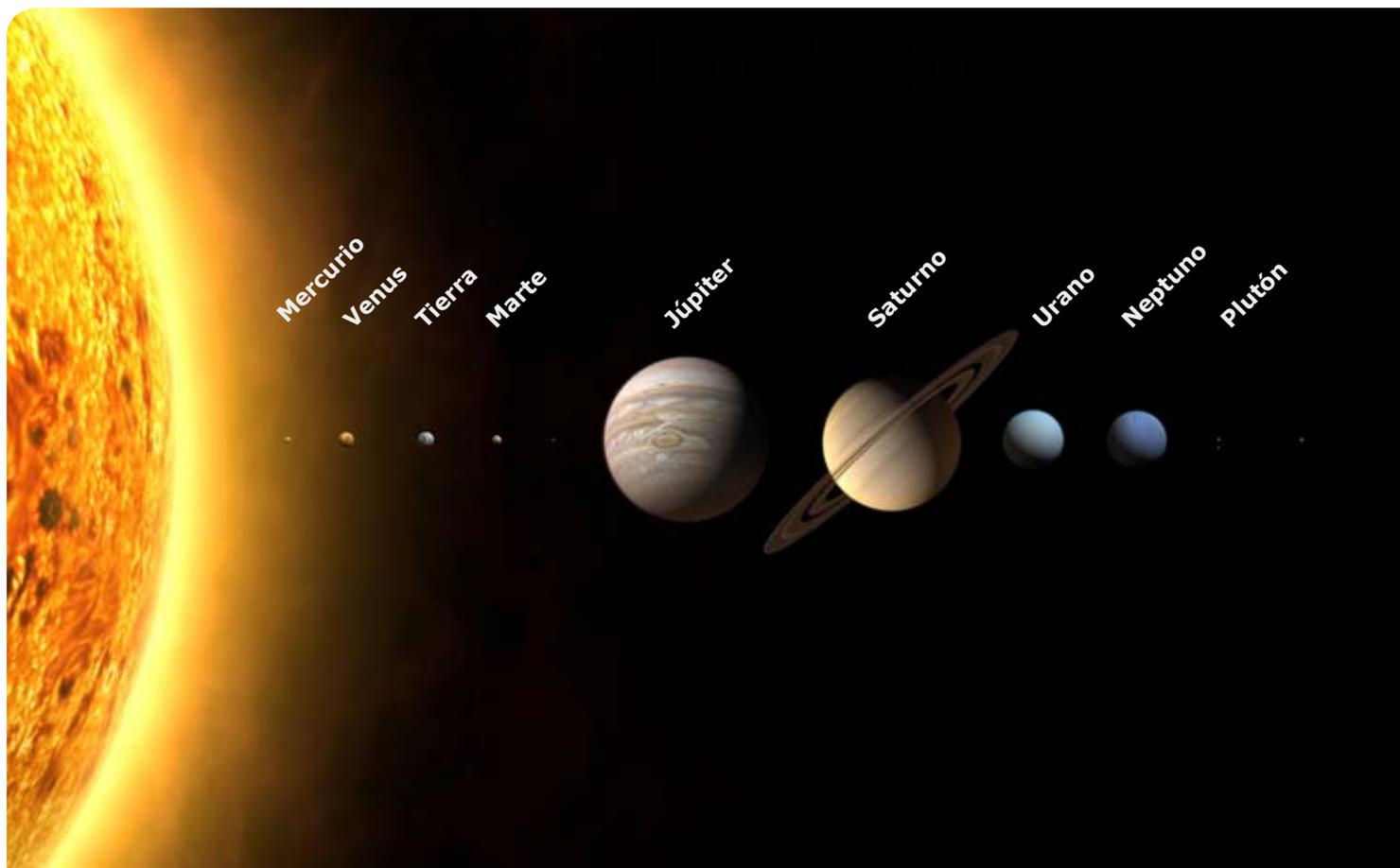
Para tener una idea de la magnitud del tamaño que tendrá, hay que señalar que sobrepasará las orbitas de Mercurio y de Venus (muy probablemente terminen dentro de la estrella). La historia continuara con nuestro planeta, en unos 800 millones de años, y su temperatura de 150 grados Celsius.

El tamaño de la estrella será fundamental al momento de predecir cómo será su final. Si es lo suficientemente pequeña, la compresión del núcleo comenzara a disminuir por efecto del gas de electrones libres degenerados. Dicha situación, comprenderá un efecto cuántico que producirá que los electrones que rodean el plasma no pueden ocupar los mismos estados. En algún momento, la temperatura del núcleo estelar aumentara hasta el punto de ignición del helio (unos 100 millones de grados) y como consecuencia se

La nebulosa Ojo de gato (NGC 6543) es una nebulosa planetaria en la constelación del Dragón. Estructuralmente es una de las nebulosas más complejas conocidas habiéndose observado en imágenes de muy alta resolución del Telescopio Espacial Hubble mostrando chorros de material y numerosas estructuras en forma de arco.

producirá una breve explosión que marcara el comienzo de una nueva etapa. Luego de la mencionada explosión, arrancara una combustión termonuclear del helio, cuya fusión dará como resultado elementos más pesados como el carbono y el oxígeno. Cuando comience a faltar el helio, las temperaturas y presiones en el interior del Sol permitirán que los átomos de carbono se fusionen para producir neón, ganando algo más de tiempo. De esta forma, unos pocos cientos de millones de años después de haber entrado en la etapa de “gigante roja” casi todo el combustible disponible dentro del Sol se habrá agotado, y no habrá manera de sostener ninguna clase de reacción nuclear. Toda la masa del Sol se habrá juntado ocupando un volumen mucho menor al que tiene en la actualidad, convirtiéndose en lo que se llama una “enana blanca”. Ella estará compuesta por los restos del núcleo original, pero comprimidos hasta ocupar un volumen aproximado al que tiene la Tierra. Todo el material que formaba las capas exteriores de la gigante roja se calienta e ioniza por efecto de la radiación emitida por el nuevo núcleo. Esto dará espacio a un increíble espectáculo formado por filamentos complejos y curiosos como los que podemos ver hoy, por ejemplo, en la “nebulosa del ojo de gato”. En este estado permanecerá muchísimo tiempo gracias a la presión de sus electrones degenerados. Se trata de un proceso muy lento de enfriamiento, ya que en esa situación no crean energía propia al haber agotado su combustible nuclear. Por último, la muerte de la estrella estará determinada según haya sido el tamaño con que nació y también por la forma en como organizo su energía a lo largo de su vida. Una que tenga unas sesenta veces la masa del Sol vivirá solo tres millones de años. El final de una estrella muy masiva se producirá a través de un colapso muy rápido, conocido comúnmente como “supernova”.

Astronomía de los planetas



Nuestro sistema solar.

El Sistema Solar es aquel comprendido por el Sol, nueve planetas y sus satélites (también podemos encontrar asteroides, cometas, meteoroides, polvo y gas interplanetario). Sus dimensiones se especifican en términos de distancia media de la Tierra al Sol, denominada unidad astronómica (una UA corresponde a 150 millones de kilómetros). El planeta