

El sol: nuestra estrella desconocida

Felipe Corbalan

Agosto. Las 10 h. de la mañana. Por las montañas, por el pueblo, por la Vega de Fortanete luce un sol fantástico. Parece ser un día de esos que está hecho para disfrutar de la vida... Tan buena es la tarde que, después de comer, nos preparan las bolsas para la merienda, tanto para mí como para mis dos nietas (de 4 y 7 años), y marchamos hacia el Molino de Juan Ramón.

Hay mucha hierba, mucha sombra y lo pasamos muy bien. A la hora de la merienda damos buena cuenta de las provisiones con apetito campestre. Pero, al poco rato, se divisan unas nubes oscuras hacia la parte de Pitarque, y no tardan en estallar los relámpagos y los truenos amenazadores. A lo largo del verano, todas las tronadas se marchaban, o bien por la Sierra de La Cañada o por Tarrascón... Pero esa tarde subió río arriba, cada vez más "cerrada" y con mucho ruido de pedrisco. Amenazaba de verdad. No era prudente regresar hacia casa. Mejor sería quedarse a cubierto en la parte de arriba del Molino. Y eso hicimos. En muy poco tiempo, llegó el fuerte viento, frío y húmedo, con el tremendo aguacero, granizo grueso y un gran estruendo, como el fragor de una gran batalla en que luchaban todos los elementos entre sí. Tan fuerte era la tronada, que la vista no podía distinguir nada más allá de unos 50 metros. Por todas partes bajaban grandes cantidades de agua con granizo, casi todos los lectores algo mayores habrán pasado en el campo algo parecido a lo descrito hasta aquí. Pero no es tan probable el que todos se hayan hecho la pregunta de cómo se origina la tormenta y, más aún, de dónde saca toda la inmensa fuerza y energía que desarrolla durante horas y horas, trasladándose de unos lugares a otros.

Y a esto es a lo que iba. Y, para ello, no tengo más remedio que acudir al Sol. Todos hablamos del Sol, pero pocos son los que piensan qué es, de qué está hecho, cuánto es de grande, cuánta materia tiene, cuánto tiempo lleva alumbrando, etc.

Qué es el Sol

Es una estrella como otra cualquiera de las que vemos por la noche. No es de las grandes, ni de las pequeñas. Ni de las más viejas, ni de las más jóvenes: está hacia la mitad de su vida - porque tendrá fin-. No es de las más calientes, ni de las menos. Tampoco es de las más brillantes, ni de las menos... En fin, el Sol es una estrella corriente.

Veamos: si todo el Sistema Solar se quedara donde se encuentra ahora, pero el Sol fuera sacado de él y llevado a donde se encuentra la estrella Sirio —esa estrella tan bonita que brilla en invierno hacia el Sur-, todos nos quedaríamos a oscuras para siempre y congelados; si alguien miraba hacia Sirio, antes de llegar al fin, no sería probable que se fijara en una estrellita que casi no se vería a simple vista. Pues esa estrella sería el Sol (26 veces menos brillante que Sirio).

De qué está hecho el Sol.

El Sol está formado por varios elementos químicos, todos en estado gaseoso, debido a su elevada temperatura. Pero, de entre todo lo que forma el Sol (o cualquier otra estrella normal) sobresale con mucho el hidrógeno, con un 73 % del total; eso en la parte de fuera (fotosfera). Tiene bastante cantidad de helio, con un 25 %; en cantidades mucho menores se encuentran oxígeno, carbono, hierro, neón, nitrógeno, silicio, magnesio, azufre, etc. en cantidades cada vez menores. La gran cantidad de hidrógeno no debe considerarse como algo fortuito, pues se admite que el 99 % de toda la materia del Universo es hidrógeno. Lo del helio se comprenderá después.

Cuánto es de grande el Sol.

El Sol es una bola inmensa. La medida de su diámetro (1.392.530 km) no es interpretada por nuestra imaginación como es en la realidad. Es más fácil hacerse una idea de ello si pensamos que dentro del Sol caben más de un millón trescientos mil planetas como la Tierra.

Cuánta materia tiene el Sol.

Con esta palabra de materia quiero decir algo así como si dijera "cuánto pesa". Pues bien, la masa (o materia) del Sol es de $1,989 \times 10^{30}$ kilos. Y aquí, nuestra imaginación sí que es totalmente incapaz de formarse una idea, ante un número tan monstruoso: representa mil novecientos ochenta y nueve cuatrillones de toneladas. Bastante más peso que trescientos mil planetas juntos como la Tierra.

Cuánto tiempo lleva alumbrando.

El Sol y todo el Sistema Solar tienen una edad aproximada de 4.600 millones de años. La luz del Sol, así como toda su energía, se producen en el núcleo, o sea, en el centro. Toda esa energía tarda en llegar a la superficie solar como un millón de años, y de allí, al espacio... Así que hace muchísimo tiempo que el Sol está alumbrando.

Qué temperatura tiene el Sol.

En la superficie brillante del Sol, la temperatura es de unos 5.500° C; pero aumentando cada vez más, según se va hacia el centro, en donde llega hasta unos 14 millones 600 mil grados... Si queremos comparar, diremos que el hierro se funde a los 1.535° C y se pone a hervir a los 2.730° C.

Cuánto está de lejos.

La distancia desde la Tierra al Sol varía algo a lo largo del año. La distancia media es de 149 millones y medio de kilómetros (149.596.850 km). Si esta distancia fuera más pequeña (como ocurre a Venus), nuestro planeta podría quedar retostado. Y si la distancia fuera mayor (como la de Marte, el planeta rojo), los mares podrían quedar helados, con muy pocas posibilidades de vida terrestre... La distancia a la que nos encontramos es de la mayor importancia, pues permite que llegue a la Tierra la luz, el calor y la energía suficientes para que la vida en la Tierra pueda mantenerse en óptimas condiciones.

Potencia energética del Sol.

En el Sol, todas las cosas son colosales, enormes. Esto se manifiesta de un modo especial, en lo referente a la cantidad de energía que irradia por segundo de tiempo. Desde antes de los satélites artificiales, ya se medía la energía que llegaba a la atmósfera terrestre por medio de globos-sonda. Con esto y los métodos actuales, se ha establecido que la energía que llega a la alta atmósfera de nuestro planeta es de $1,7366 \times 10^{24}$ ergios por segundo, lo que equivale a $1,73 \times 10^{17}$ vatios, o sea a unos $1,73 \times 10^{14}$ kw. Conociendo este dato, más la distancia media Tierra-Sol, más la sección de un círculo máximo de nuestro planeta, tenemos todo lo que se necesita para calcular la energía total que sale del Sol, cada segundo de tiempo. Fácilmente obtenemos el valor total de esa energía que vale $3,83 \times 10^{33}$ ergios/segundo. A esta cantidad enorme, se le suele llamar constante solar. Si la expresamos en unidades más prácticas, resulta igual a: 383 mil trillones de kilovatios.

Ya hemos visto antes que la Tierra llega $1,73 \times 10^{14}$ kw/seg., o sea, 173 billones de kw. Según los expertos, la energía empleada actualmente en todo el mundo asciende a unos 10 billones de vatios. (no de kw). Así pues, la energía que llega a la parte alta de la atmósfera es de 17.300 veces superior a toda la que se utiliza en el planeta.

De toda esta energía, llegada de la atmósfera, gran parte es reflejada hacia el exterior y otra parte es absorbida por la atmósfera... Hasta la superficie de la Tierra, se estima que llega un 45 % de aquella energía. Con todo, es mucha energía...

De este modo, los grandes vendavales y tifones, con las tormentas tropicales y sus rayos; los grandes oleajes del mar, con su enorme fuerza de ruptura; el viento solar, con sus fantásticas auroras polares; las grandes corrientes oceánicas y en la alta atmósfera, así como las innumerables variaciones del tiempo atmosférico y del clima dependen, todas ellas, de la energía que llega a la Tierra desde el Sol.

El movimiento de conjunto de la atmósfera, de occidente a oriente, alrededor del mundo se verifica en unos cinco días. Por eso, no es posible predecir el clima que dominará en una región concreta con más de cinco días de antelación, pues las ecuaciones que regulan estos fenómenos son inestables o caóticas...

Nuestro planeta, la Tierra, tiene mucha energía calorífica en su interior. Debido a ella, se producen grandes fenómenos: toda clase de volcanes y terremotos, todas las cordilleras con sus montañas (a lo largo de muchos años)... Y, debido a la atracción gravitatoria entre la Tierra y la Luna, se producen las mareas oceánicas, todos los días... Exceptuando estos hechos, todo lo demás que ocurre en nuestro planeta se produce como efecto de la energía que llega del Sol.

Cómo se produce la energía en el Sol.

Desde los tiempos antiguos, los hombres trataron de encontrar alguna explicación sobre el modo en que se producía la energía del Sol... Se hicieron grandes esfuerzos. Pero no había ningún mecanismo satisfactorio. Ninguna de las cosas conocidas, ardiendo al modo como lo hacen en un gran incendio, podía dar explicación razonable. Tampoco la caída de meteoritos, ni la contracción de la masa solar...

Del estudio geológico de las rocas terrestres más antiguas, se ha comprobado que el Sol ha estado radiando con una potencia análoga a la actual durante miles de millones de años...

Estaba ya muy entrado el siglo XX y nadie sabía cómo se las arreglaba el Sol para desprender tan enorme energía... El elemento químico más abundante en el Universo es el Hidrógeno. Igualmente, ya sabemos que la gran mayoría de la masa de Sol es el hidrógeno. En el año 1938, un científico alemán, Hans Bethe, ayudado en el año siguiente por otro compatriota suyo, dio con la solución adecuada. En el centro del Sol, hay una temperatura muy elevada —se ha indicado antes—. Debido a esto, la velocidad con que se mueven los protones (núcleos de hidrógeno) es muy grande y lleva mucha energía cinética. Chocan unos con otros con gran violencia, de modo que llegan a estar tan cerca unos de otros, que intervienen las fuerzas nucleares, y dos núcleos quedan unidos, a la vez que se producen partículas de gran energía, y se asocian con ellos dos neutrones: el resultado final es que se ha formado un nuevo núcleo, con dos protones y dos neutrones, que es el núcleo del helio. Durante este proceso, más complicado de cómo se ha descrito, se desprende muchísima energía... Como resultado de estas violentas reacciones nucleares, ocurre que 600 millones de toneladas de hidrógeno se transforman en helio, cada segundo en el centro del Sol, y de ellas 4 millones y medio de toneladas de materia se convierten en energía, Y esta energía, cuando llega a la fotosfera, se irradia al exterior...

Las manchas solares.

El Sol gira sobre sí mismo. En el Ecuador tarda 25 días en dar una vuelta. Como la masa solar está en estado de plasma (partículas con carga eléctrica), al girar, se produce un efecto de dínamo, lo cual origina campos magnéticos muy potentes. Estos campos producen fuertes perturbaciones en la superficie solar. Algunas de ellas son las manchas solares. Siempre se forman en grupos. Algunas son tan grandes que pueden verse a simple vista, protegiéndose los ojos con un cristal ahumado: personalmente lo he comprobado en alguna ocasión. Sobre la actividad del Sol, quedan otros aspectos muy interesantes, como son las protuberancias, las fulguraciones, el viento solar y otras cosas.

El futuro del Sol.

Se ha dicho ya que la gran mayoría de la masa solar está formada por hidrógeno. Aunque está transformándose en helio sin descanso, seguirá con este predominio durante mucho, muchísimo tiempo. Mientras se mantenga en estas condiciones, no ocurrirá nada anormal. Los problemas comenzarán cuando en el núcleo del Sol escasee el hidrógeno... Al disminuir la fusión, se reduce la presión en el núcleo y la masa solar tiende hacia el centro. Todo esto da lugar a que la temperatura central aumente muchísimo... Llegará el momento en que se encuentre a 100 millones de grados... En este momento, comienza la fusión nuclear del helio en el centro. Pero fuera del núcleo, sigue la fusión del hidrógeno... las capas más exteriores del Sol se hincharán enormemente, y poco a poco, el Sol acabará siendo una estrella gigante roja, como algunas que se ven ahora en el cielo... Tan gigantesco será que llegará a tragarse a los primeros planetas, como Mercurio y Venus. ¡Quizás llegue hasta la Tierra!.. Pero, hemos dicho ya que esto tardará en ocurrir miles de millones de años... Cuando el núcleo sea rico en helio, se precipitará nuevamente la materia solar hacia el centro, y la temperatura central volverá a subir mucho, como resultado de la fusión de los núcleos del helio, lo cual da lugar a nuevos núcleos: los del carbono. En este momento, en el centro del Sol se estará sintetizando carbono; algo más hacia fuera, helio... Una vez se hayan terminado las reacciones termonucleares, terminará la producción de energía, pues la temperatura máxima que alcanzará el centro del Sol no es suficiente para producir la fusión de los núcleos de carbono...

Así pues, finalmente, el Sol estará formado por una esfera de carbono y aparecerá como una enana blanca.

Todo lo anterior es una exposición muy resumida de nuestra estrella. Sin embargo, quedan aún bastantes detalles sobre la actividad solar que se no se conocen bien, como o es el caso de los esquivos neutrinos...