

2012, inicio de la Era del Sexto Sol

## La estructura del Sol

El Sol está hecho de *plasma*, el llamado cuarto estado de la materia. La materia ordinaria puede convertirse en plasma cuando se encuentra a temperaturas y presiones extremadamente altas. En el estado de plasma no hay moléculas ni átomos, sino una mezcla de electrones libres y núcleos atómicos pesados, se dice que la materia se encuentra en estado ionizado.

“La Constitución Interna de las Estrellas” fue estudiada por Arthur Eddington, de la Universidad de Cambridge, Inglaterra, desde 1926; después, han continuado los estudios. Hoy, mediante cálculos numéricos es posible conocer con cierto detalle la estructura estelar y se pueden calcular diversas variables físicas como la temperatura, la densidad, el radio y la luminosidad.

El Sol no es un objeto estático sino que está en movimiento pero no gira como una esfera sólida. El Sol tiene un movimiento diferencial, de manera que, sus diversas zonas se mueven con distinta velocidad. Asimismo, el Sol se encuentra en una intensa actividad.

El Sol, como las demás estrellas, tiene estructura distinguiéndose dos grandes zonas, el interior y la superficie.

### El interior del Sol

En el interior del Sol se pueden distinguir al Núcleo, la Zona convectiva y la Zona radiativa.

#### Núcleo

Esta es la región central de las estrellas, la cual se encuentra a muy altas temperaturas, del orden de 15 millones de grados, y densidades de 1.4

gramos/cm<sup>3</sup>. El núcleo es una región pequeña donde se concentra la mayor parte de la masa solar. Aquí es donde se producen las reacciones termonucleares de fusión, a base de elementos ligeros, responsables de generar la energía del Sol.

El Sol se considera una estrella de la Población I, es decir, de una generación relativamente reciente en el Universo. La composición química de este tipo de estrellas es: 70% de hidrógeno, 28% de helio y 2% de metales, es decir, elementos más pesados que los anteriores.

#### Zona convectiva

La energía generada en el núcleo del Sol se transporta al exterior por varios mecanismos, tales como, la convección y la radiación. La convección se produce como resultado de la existencia de un gradiente de temperatura, es decir, una diferencia de temperatura.

Para que el calor producido en la región central sea transportado hacia la superficie se necesita que el gradiente de temperatura suficientemente grande, de manera que, se originen corrientes convectivas de “elementos” calientes que al ascender se enfrían y, como consecuencia, descienden para volver a calentarse.

Así, el calor se difunde a través del interior solar hasta la superficie, desde la cual es irradiado al espacio y llega a la Tierra.

#### Zona radiativa

En esta Zona, el transporte de energía es por radiación. Debido a la interacción de los electrones con la radiación, ésta, en forma de fotones, tiende a

escapar. Sin embargo, el interior del Sol es muy opaco y, los fotones son absorbidos continuamente y reemitidos en una dirección distinta a la inicial.

Para atravesar al Sol, los fotones pueden tardar algunos millones de años en llegar a la superficie desde la cual son irradiados.

## La superficie del Sol

La superficie del Sol es muy turbulenta y se distinguen varias regiones, tales como la fotosfera, la cromosfera y la corona solar.

### Fotósfera

Esta es una capa delgada de unos 300 km y la parte visible del Sol, es decir, su superficie. Desde aquí se irradia la luz y calor al espacio. La temperatura de la superficie solar, también conocida como temperatura efectiva, es de 5,800 grados.

En la fotosfera aparecen las manchas solares y las *fácúlas*, que son regiones brillantes alrededor de las manchas con temperaturas superiores a la temperatura efectiva. Estas regiones, parecen oscuras pero son muy brillantes y están relacionadas con el campo magnético del Sol.

La estructura detallada de las manchas solares es compleja pero son la prueba más impresionante de la agitación en la superficie del Sol. El número de manchas solar varía en períodos de 11.5 años. Las variaciones de las manchas solares, protuberancias y otros fenómenos asociados, afectan mucho a las capas superiores de la atmósfera terrestre.

Lejos de las manchas, la superficie del Sol está en agitación violenta, como si hirviera. A este fenómeno se le conoce como *granulación* caracterizada por áreas brillantes y oscuras como gránulos. En la superficie solar se observan, también, aumentos de brillo local como las *fácúlas* (antorchas) o *floculi* (chispas) y llamaradas, en el caso de las muy brillantes. Estos brillos aparecen en la vecindad de las manchas solares y están asociadas con la turbulencia en estas regiones.

## Referencias

- Gamow G. 1967, *Una Estrella llamada Sol*, Espasa-Calpe.  
Astromia 2007, *Estructura y Composición del Sol*, [www.astromia.com](http://www.astromia.com)  
Ventanas 2007, *Ventanas al Universo*, [www.ucar.edu](http://www.ucar.edu)

## Cromosfera

Esta región solo se puede observar durante un eclipse de Sol, tiene un color rojizo y una temperatura altísima de 100 mil grados que puede llegar a 1 millón de grados. La cromosfera está formada por gases enrarecidos y posee intensos campos magnéticos. Todos los elementos conocidos en la Tierra se encuentran en el espectro de absorción de la cromosfera.

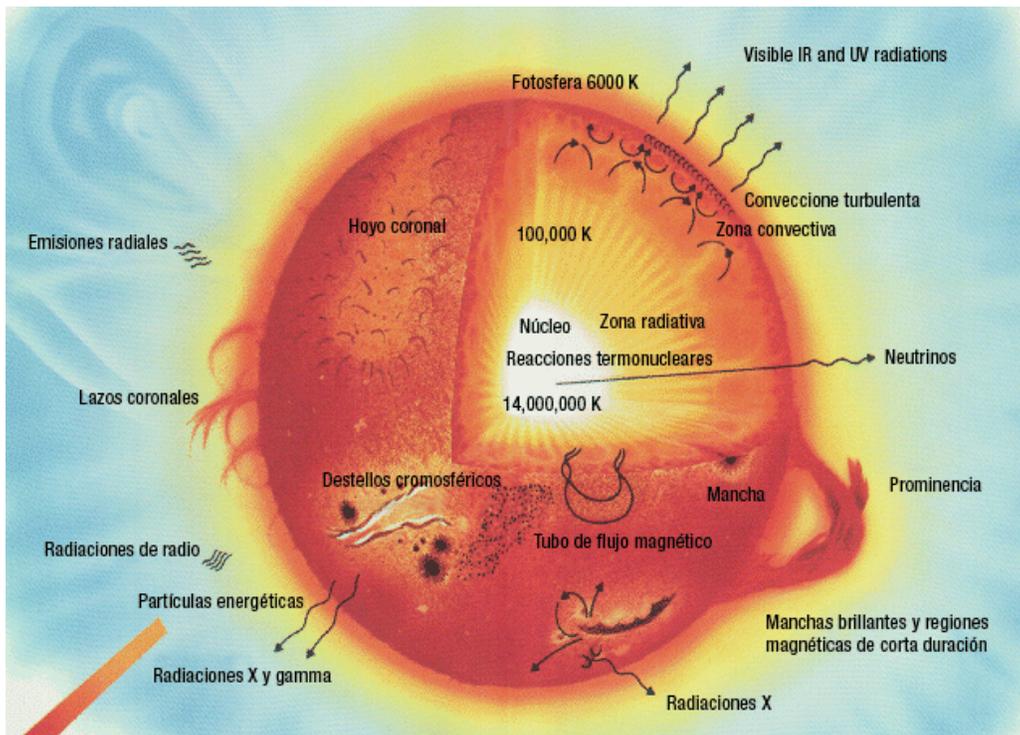
La turbulencia de la superficie solar produce enormes erupciones. Durante un eclipse pueden verse grandes regiones de fuego llamadas *protuberancias* o *prominencias*, que son chorros de gas caliente que se extienden muchos miles de kilómetros, algunas durante varios meses. Cuando las protuberancias son desviadas por el campo magnético forman un arco. También se pueden observar un gran número de pequeñas llamas llamadas *espículas*.

## Corona

La corona solar es una región de gran extensión, con una temperatura muy alta y una densidad muy baja. Esta formada por gases enrarecidos e intensos campos magnéticos. La corona del Sol se puede observar mediante instrumentos o durante un eclipse total de Sol.

La luz de la corona muestra un espectro continuo débil con rayas de emisión brillantes superpuestas. La anchura de las rayas indica que la temperatura del gas está a 1 millón de grados, en concordancia con el grado de ionización de los átomos de hierro.

Lo que calienta a la corona solar es, precisamente, el movimiento turbulento de la fotosfera. De la superficie solar escapa un flujo de partículas cargadas, principalmente protones y electrones, que viajan a altas velocidades a través del sistema solar. Esto se conoce como viento solar y tiene una velocidad aproximada de 400 km/s en las cercanías de la órbita terrestre.



Esquema de la estructura del Sol, NASA, en [www.ucar.edu](http://www.ucar.edu)

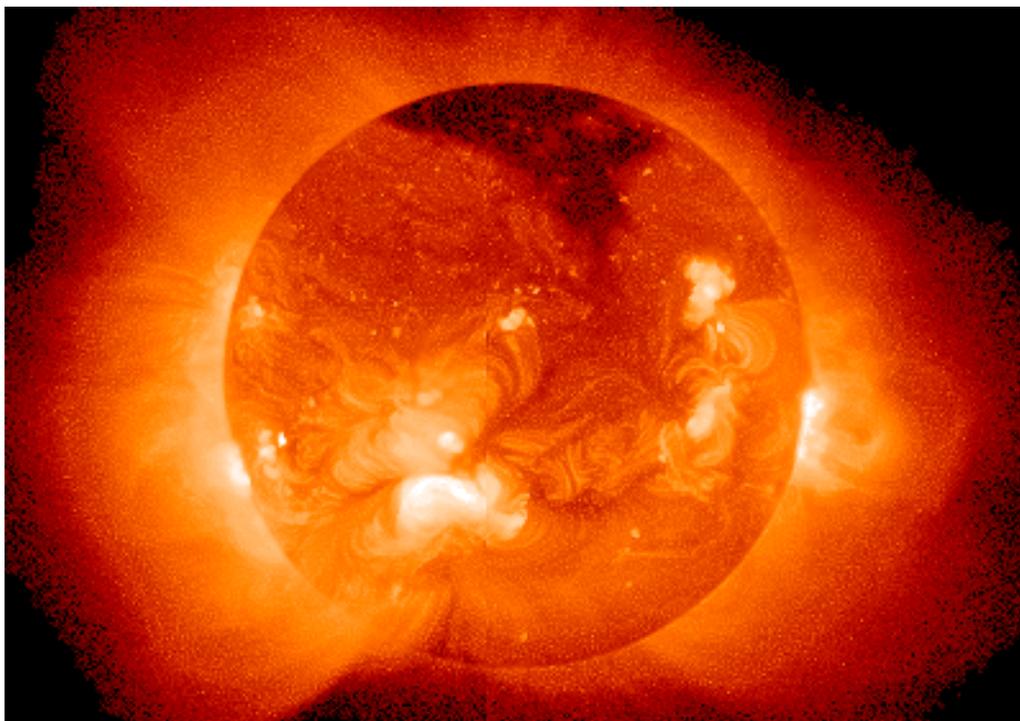


Imagen del Sol en rayos-X, Satelite orbital Yohkok, Hiraiso Solar Terrestrial Research Center, Japón