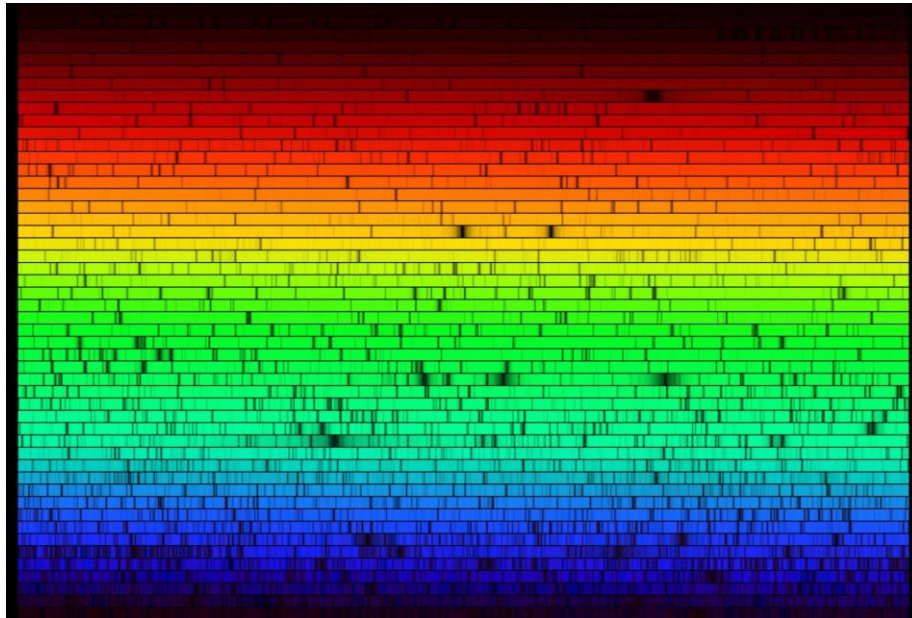


## ¿De qué está hecho el Sol? Los científicos debaten sobre su composición química



Espectro solar. NDAO

Dependiendo del método utilizado, se obtienen diferentes valores de las abundancias químicas en el Sol. Dos nuevos estudios aportan posibles soluciones a estas discrepancias.

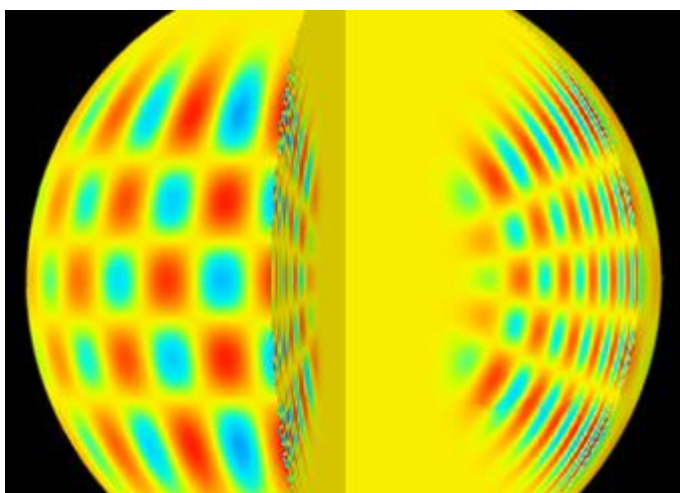
### ESPECTROSCOPIA

El método más tradicional para averiguar la composición química del Sol consiste en el análisis de su emisión luminosa con la ayuda de un espectroscopio.

Este método data del s. XIX: Fraunhofer, en 1814, detectó muchas líneas oscuras a lo largo del espectro continuo del Sol, son las llamadas "líneas de Fraunhofer". Pocos años después, Kirchhoff haciendo pasar luz blanca por una masa de vapor de sodio, en su laboratorio, demostró que, al absorber parte de la radiación, el sodio dejaba unas líneas oscuras en el espectro. Las mismas líneas también habían sido observadas en el espectro solar. Se concluyó así que la envoltura exterior del Sol contenía sodio y, repitiendo los experimentos de Kirchhoff con otros gases, se fue estudiando la composición química del Sol.

### HELIOSISMOLOGÍA

En las últimas décadas se ha desarrollado una nueva técnica para el estudio del Sol mediante la observación de las ondas que se propagan por esa enorme masa gaseosa. Se trata de la Heliosismología. La forma en que se propagan las ondas, y en que se reflejan en la superficie o en el interior solar, depende de la composición química del gas. O, dicho de otro modo, estudiando la propagación de tales ondas se pueden obtener estimaciones de las abundancias químicas.



Modelo de las oscilaciones acústicas en el Sol. Dominio público

Así pues, tenemos dos técnicas para determinar la composición química del Sol. Por supuesto, tales técnicas son también aplicables a otras estrellas, pero con más limitaciones ya que los datos que obtenemos para otras estrellas nunca son tan detallados como los que podemos extraer del Sol.

Así que, para llegar a comprender la composición de todas las estrellas del universo, es extremadamente importante tener ambas técnicas bien caracterizadas mediante las observaciones del astro rey.

## DISCREPANCIAS

En un principio, ambas técnicas (espectroscopía y heliosismología) parecían dar resultados compatibles. Pero, hace un par de décadas, según se obtenían datos más y más precisos, se fueron identificando inconsistencias entre los dos métodos, sobre todo en lo referente a los elementos más pesados que el hidrógeno y el helio, elementos que en el argot astronómico se conocen como metales.

Para dar cuenta de las inconsistencias, se han evocado razones de lo más diversas, desde el efecto del viento solar hasta la existencia de física no-estándar. Un nuevo estudio coordinado por Patrick Eggenberger, de la Universidad de Ginebra, presenta ahora modelos detallados del Sol que tienen en cuenta la rotación y las inestabilidades hidrodinámicas y magnéticas. Con estos modelos, se reconcilian las medidas de algunos elementos como el litio. Parece, por tanto, que la rotación solar podría jugar un papel muy importante arrastrando metales desde la superficie solar, lo que podría explicar las discrepancias entre las abundancias obtenidas mediante una técnica y otra.

De manera independiente al equipo de Eggenberger, otro grupo liderado por Ekaterina Magg, del Instituto Max-Planck de Astronomía, ha reexaminado todos los datos espectroscópicos obtenidos con un pequeño telescopio solar instalado en el Instituto de Astrofísica de Gotinga. Magg ha utilizado los modelos más avanzados posibles (que no consideran equilibrio termodinámico local) para el diagnóstico espectral y encuentra una cantidad apreciablemente mayor (por un 26 %) de metales que las determinaciones realizadas hasta ahora con modelos menos precisos.

El grupo de Magg concluye así que las discrepancias encontradas hasta la fecha eran debidas a la imprecisión de las técnicas de diagnosis espectroscópica. Pero el equipo de Eggenberger argumenta que tampoco estos nuevos modelos son suficientemente precisos pues ignoran la rotación solar, un ingrediente clave según este último grupo de investigación.

## EL DEBATE CONTINÚA

Vemos pues cómo espectroscopistas y heliosismólogos proponen explicaciones diferentes para las discrepancias entre las abundancias químicas del Sol. Esto equivale a decir que el debate está lejos de concluirse. Como los datos son ya de muy alta calidad, se necesita avanzar en las técnicas de modelado.

A primera vista podría parecer que el Sol, una gran bola de gas en ebullición, es una estructura simple. Pero, cuando se mira en detalle, en nuestra estrella aparecen multitud de fenómenos físicos imbricados entre sí: convección, radiación, rotación, magnetismo, inestabilidades magnetohidrodinámicas, viento solar.... Necesariamente las simulaciones que se realizan mediante grandes ordenadores deben seguir ganando en fidelidad y, por tanto, en complejidad. Es un trabajo de suma importancia, pues resulta esencial para comprender cómo funcionan las estrellas en general.

El artículo de Eggenberger y colaboradores ha sido publicado en un número reciente de *Nature Astronomy*, mientras que el trabajo del grupo de Magg se ha publicado en *Astronomy and Astrophysics*.

---

Rafael Bachiller es director del Observatorio Astronómico Nacional (Instituto Geográfico Nacional)