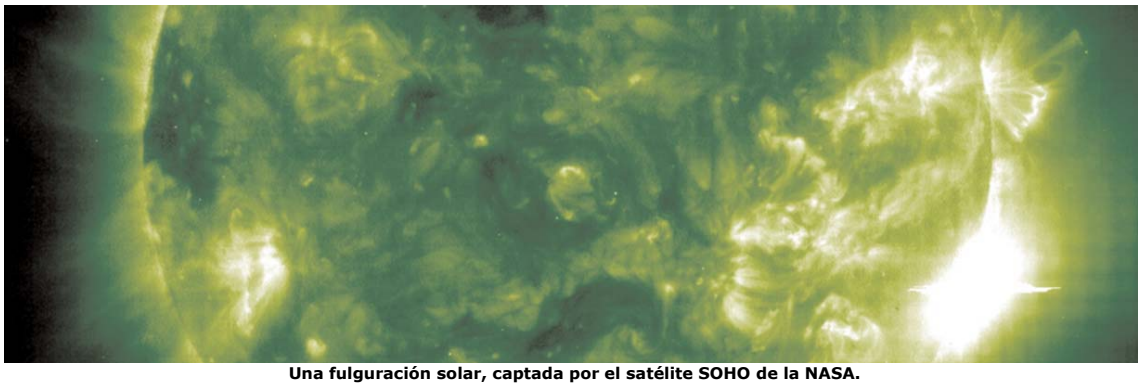
**MISION SUNRISE**

# EL MAGNETISMO DEL SOL, NUESTRA TORMENTOSA ESTRELLA



**Una fulguración solar, captada por el satélite SOHO de la NASA.**

LA ROTACIÓN DE LAS CAPAS INTERNAS DEL SOL PARECE CONSTITUIR EL ORIGEN DEL INTENSO CAMPO MAGNÉTICO SOLAR

Por Silbia López de Lacalle (IAA-CSIC)

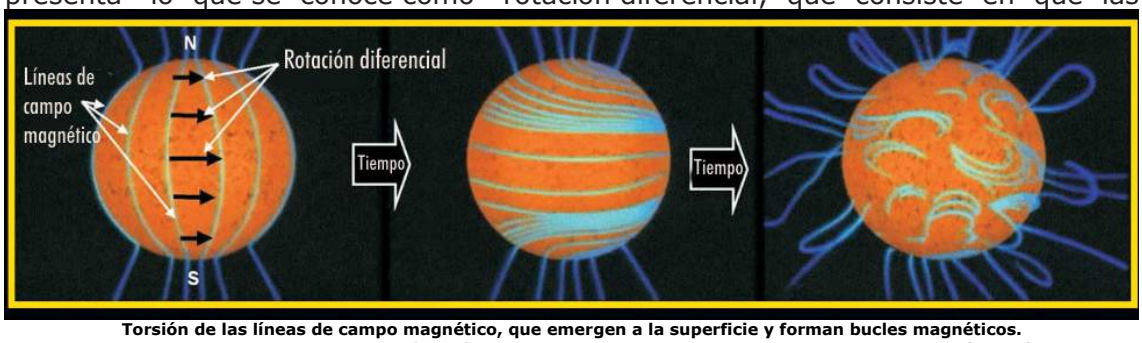
**EN 1989, TODA LA PROVINCIA DE QUEBEC, EN CANADÁ, SUFRIÓ UN APAGÓN GENERAL DE NUEVE HORAS** que afectó a millones de personas. Mientras, en California, las puertas de los garajes se abrían y cerraban sin cesar. Y en el norte de España se observaban llamaradas rojizas en el cielo, que se confundieron con extraterrestres e incendios y resultaron ser auroras. ¿El culpable? Pues a 150 millones de kilómetros: el Sol.

Y es que el Sol no emite energía de manera uniforme, sino que presenta fenómenos desconcertantes. Para empezar tiene manchas, o regiones algo más frías que, en comparación con el resto de la superficie, vemos oscuras. Además, bastante a menudo sufre fulguraciones, explosiones que liberan la energía de millones de bombas de hidrógeno en pocos minutos. O de repente expulsa al espacio enormes burbujas de gas, las llamadas eyecciones de masa coronal, que despiden de media unos 1.600 millones de toneladas de materia. Y estos fenómenos, que se agrupan en lo que se conoce como actividad solar, presentan una recurrencia periódica de once años: al comienzo del ciclo la actividad es reducida (pocas manchas, pocas fulguraciones…) y aumenta hasta llegar al máximo. Raro, ¿verdad? Pero lo mejor es que todo ello se puede explicar con una causa común, el campo magnético.

Para entender cómo se produce el campo magnético solar hay que conocer algunos de los rasgos de nuestra estrella: el gas que lo compone está tan caliente que se configura como un plasma, una forma de materia en la que los electrones se han separado de los núcleos de los átomos y, por lo tanto, tiene carga eléctrica. Al poner en movimiento grandes masas eléctricamente cargadas surge el campo magnético, y en el Sol prácticamente nada está quieto: rota, pulsa, y en una zona interna incluso burbujea de forma similar al agua hirviendo (grandes burbujas de gas caliente ascienden hacia la superficie, donde se enfrían y vuelven a descender).

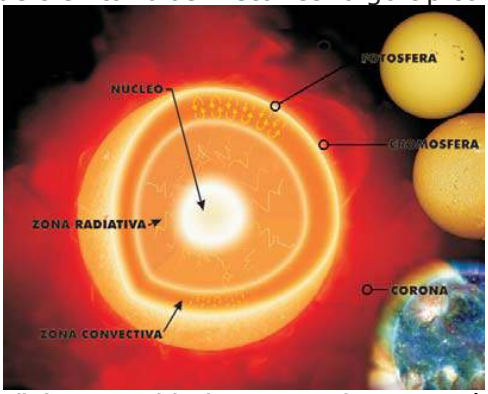
**Un bucle de materia que une dos regiones muy magnetizadas (TRACE/NASA).**

Aunque posiblemente todos estos movimientos contribuyan a la creación del campo magnético, se cree que hay una región clave, justo debajo de la zona donde el gas está en ebullición (o zona convectiva), donde se produce un cambio dramático relacionado con la rotación de la estrella que genera y amplifica ese campo. El Sol presenta lo que se conoce como rotación diferencial, que consiste en que las




**Torsión de las líneas de campo magnético, que emergen a la superficie y forman bucles magnéticos.**

regiones ecuatoriales rotan más rápido, con un periodo de unos veintiséis días, que los polos, que completan una vuelta en más de treinta días. Esto es algo típico de las estrellas al ser cuerpos gaseosos, pero en el Sol esa rotación diferencial sólo se produce hasta cierta profundidad: si dibujamos una trayectoria desde la superficie del Sol hasta su núcleo, a partir del 28% de ese camino se pierden las diferencias entre el ecuador y los polos y el Sol gira como si fuera un cuerpo sólido. Para visualizarlo podríamos pensar en el Sol como una *matrioska*, esa muñeca rusa que contiene otra en su interior: la de dentro gira rígidamente cada veintiocho




**Las distintas capas del Sol. Se cree que el campo magnético se genera en la división entre la capa radiativa y la convectiva.**

días, mientras que la de fuera anda más desordenada, con la cabeza y los pies girando cada treinta días y la barriga cada veintiséis. Incluso los profanos podemos imaginar que ahí tiene que ocurrir algo, y los científicos creen que las fuerzas generadas por el "encontronazo" de ambos tipos de rotación constituyen el origen del magnetismo solar.

Ahora, ¿cómo explicamos la actividad solar con su magnetismo? Un campo magnético se define con líneas de fuerza que, en condiciones normales, deberían unir directamente los dos polos, el sur y el norte. Pero como el Sol rota más velozmente en el ecuador que en los polos, esas líneas de campo magnético se van torciendo y curvando en el ecuador en dirección este oeste, hasta tal punto que las líneas emergen a la superficie y forman bucles magnéticos, en cuya base suelen hallarse las manchas. Ya hemos comentado que se trata de regiones más frías, y ese descenso de la temperatura se debe a que el campo magnético bloquea el transporte de energía hacia la superficie. Y ahí no queda todo, porque la mayoría de los fenómenos violentos que hemos descrito al principio, las fulguraciones y eyecciones, se localizan en regiones con manchas, o más magnetizadas. De hecho, se cree que las fulguraciones se deben a la liberación repentina de la energía acumulada en líneas de campo magnético sometidas a una fuerte torsión. Fue, precisamente, una intensa fulguración la que produjo en 1989 la tormenta magnética que dejó a oscuras a todo Quebec, además de producir errores en los satélites espaciales e interferencias en las comunicaciones por radio.

## LA VISION GLOBAL

**Aún no disponemos de una visión global del campo magnético solar que explique, entre otras cosas, por qué ocurren los ciclos y por qué cada once años, por qué las manchas tienden hacia el ecuador a medida que el ciclo avanza o por qué los polos magnéticos se invierten durante el máximo solar (la última inversión, en 2001, hizo que el polo norte magnético, que se hallaba en el norte geográfico, pasara al sur). Entender todo esto ayudará a conocer cómo influye la actividad solar en nuestro planeta y podrá aplicarse al estudio del campo magnético de otras estrellas. Y para ello hay que estudiar a fondo incluso las regiones "tranquilas", ya que hace pocos años se hallaron puntos brillantes en zonas sin actividad que resultaron ser también concentraciones de campo magnético. Seguro que *Sunrise*, con el magnetógrafo IMaX a bordo, no se deja nada en el tintero y nos permitirá conocer mejor a nuestra atormentada estrella.**

# *SUNRISE*, DATOS BÁSICOS

**La misión *Sunrise* ha heredado las fortalezas de algunos de los mejores observatorios solares, como la Torre Solar Sueca (SST, Isla de la Palma) o el satélite *Hinode* e introduce mejoras como la observación en el ultravioleta o la posibilidad de obtener un mapa en dos dimensiones del campo magnético al completo, además de su inigualable resolución. El empleo de un globo estratosférico le permite trabajar en condiciones similares a las de los satélites y evitar la degradación de las imágenes producida por las turbulencias de la baja atmósfera terrestre, pero con un coste y un tiempo de ejecución considerablemente menor. Además, su trayectoria circular por el ártico le permite evitar los ciclos día y noche y observar el Sol de forma ininterrumpida durante toda la duración del vuelo, así como la generación de energía constante gracias a los paneles solares. En este primer vuelo de cinco días *Sunrise* atravesó Noruega y Groenlandia hasta alcanzar el norte de Canadá, y en un segundo vuelo programado para diciembre o enero de 2010 completará una trayectoria alrededor del Polo Sur de entre nueve y doce días de duración.**

**Silbia LÓPEZ DE LACALLE (IAA_CSIC)**

**Este artículo aparece en el número 29, octubre 2009, de la revista "Información y Actualidad Astronómica", del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA_CSIC)**