

# LOS PUNTOS BRILLANTES EN LA SUPERFICIE DEL SOL

## PILARES E INCERTIDUMBRES

POR LUIS BELLOT (IAA-CSIC)

### PILARES

En 1980, los astrónomos Richard Muller y Thierry Roudier descubrieron pequeños puntos brillantes en la superficie solar usando el telescopio refractor de 50 centímetros del Observatorio de Pic du Midi, en el Pirineo francés, a 2877 metros de altura. No fue tarea fácil. Estos puntos solo son visibles en las imágenes de mayor contraste y resolución espacial, tomadas bajo condiciones excepcionales de estabilidad atmosférica. Muller y Roudier utilizaron, por primera vez, un filtro que aislaba la banda G de Fraunhofer, una región centrada en  $4305 \text{ \AA}$  en la que existe un gran número de líneas espectrales de la molécula de CH. Su elección resultó oportuna, ya que estos puntos son particularmente brillantes en dicha región del espectro. Además, la resolución espacial de los telescopios es mayor en el azul, lo que resulta ventajoso a la hora de detectar estructuras pequeñas. A partir de entonces los físicos solares comenzaron a estudiar los puntos brillantes de la superficie solar con todos los medios a su alcance, incluyendo espectroscopía y polarimetría.

Atendiendo a sus propiedades, no es de extrañar que la observación de estos puntos constituya todo un reto: tamaños que raramente sobrepasan los 0.3 segundos de arco (250 kilómetros en el Sol), cortas vidas del orden de diez minutos y una evolución muy rápida, caracterizada por múltiples procesos de mezcla y fragmentación que cambian la forma de las estructuras e incluso las hacen desaparecer.

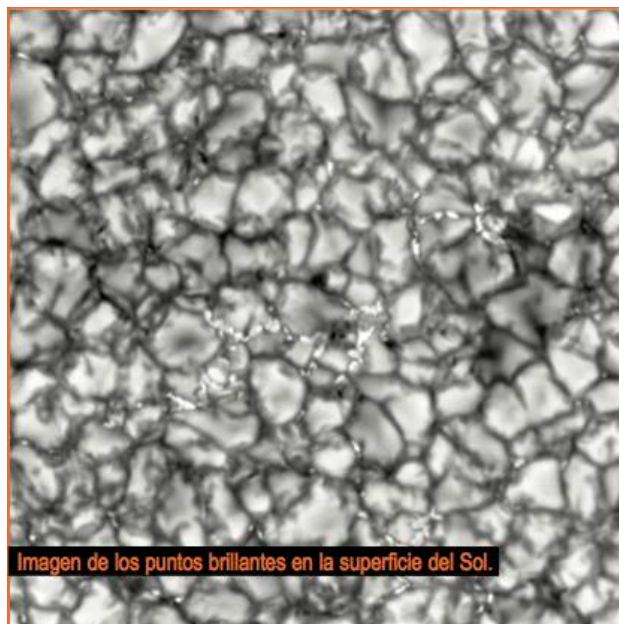


Imagen de los puntos brillantes en la superficie del Sol.

Hoy sabemos que los puntos brillantes son concentraciones de campo magnético intenso en la fotosfera solar. Aunque esta relación se intuía a partir de estudios teóricos y observacionales, hubo que esperar a que los norteamericanos Thomas Berger y Alan Title la confirmaran en 2001 empleando imágenes y magnetogramas de muy alta resolución espacial obtenidas en el Telescopio Solar Sueco de un metro en La Palma.

Los puntos brillantes se modelan como tubos de flujo magnético verticales en cuyo interior existen campos de unos mil quinientos gauss (tres mil veces más intensos que el terrestre). El campo ayuda a mantener el equilibrio lateral de fuerzas, por lo que la presión gaseosa interna puede ser más baja que la externa. Es decir, el tubo está evacuado: es menos denso y más transparente que los alrededores, lo que permite observar capas más profundas que tienen mayor temperatura porque se calientan de forma eficaz gracias a la radiación que las ilumina desde fuera. Al estar más calientes brillan más, lo que explica su existencia. De hecho, podemos imaginar estas estructuras como diminutos agujeros en la superficie del Sol por donde la radiación escapa con mayor facilidad. Los puntos brillantes de la banda G son "faros" que señalan la presencia de campos magnéticos en la fotosfera solar, y por tanto permiten estudiar la interacción entre los movimientos del plasma y el campo magnético a escalas imposibles de reproducir en la Tierra. Recientemente se han obtenido pruebas observacionales de la importancia de dicha interacción utilizando datos polarimétricos del instrumento IMaX y el telescopio de un metro de la misión SUNRISE. Estos resultados nos ayudan a entender el magnetismo de otras estrellas cuya superficie no podemos observar directamente.

### **INCERTIDUMBRES**

Aunque conocemos bastante bien las propiedades físicas de los puntos brillantes, su origen es un misterio. A diferencia de lo que ocurre con las manchas solares, visibles solo en una banda que se extiende entre los cinco y cuarenta grados de latitud, los puntos brillantes de la banda G están presentes en toda la superficie del Sol, incluidos los polos. También a diferencia de las manchas, su número no depende del ciclo solar. Ello sugiere que el origen de los campos magnéticos asociados no es la dinamo global del Sol, sino quizás una dinamo local mantenida por los movimientos turbulentos del plasma en la parte alta de la zona de convección.

Pero, ¿cómo aparecen los puntos brillantes en la fotosfera? ¿Cómo se amplifica el campo hasta valores de mil quinientos gauss? Tampoco lo sabemos. La hipótesis más plausible es que los movimientos horizontales de los gránulos concentran el flujo magnético difuso de la superficie del Sol, aumentando la intensidad del campo hasta los quinientos gauss. A partir de ahí entra en juego el llamado colapso convectivo, una inestabilidad que evacúa el interior del elemento magnético e intensifica el campo por encima de los mil gauss. Por desgracia, existen muy pocas pruebas observacionales de este proceso y ninguna es completamente concluyente.

Otro aspecto que está recibiendo mucha atención en la actualidad es la distribución de campos magnéticos en el Sol en calma. Los puntos brillantes de la banda G representan la cola de la distribución correspondiente a los campos intensos, pero sabemos que casi toda la superficie solar está ocupada por campos mucho más débiles, incluso de cien gauss. Algunos podrían generar puntos brillantes, aunque con menor contraste. Necesitamos conocer la distribución de campos en el Sol en calma para determinar la cantidad de flujo magnético que aportan a la superficie solar. Se cree que estas regiones son tan importantes como las manchas solares, ya que aunque tienen campos más débiles, la superficie que ocupan es mucho mayor. La detección de estos campos es difícil porque no son visibles en la banda G y en su lugar se necesitan medidas de polarización muy precisas. Los nuevos telescopios solares de gran abertura, como el alemán GREGOR de 1.5 metros de diámetro ya en funcionamiento en el Observatorio del Teide y el norteamericano

DKIST de cuatro metros que se está construyendo en Hawaii, nos proporcionarán la sensibilidad necesaria para resolver finalmente estas cuestiones.

**Luis Bellot (IAA-CSIC)**

**Este artículo aparece en el número 49, junio 2016,  
de la revista *Información y Actualidad Astronómica*,  
del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA-CSIC)**