

# Astronomía con el DOT

Por **Judith Palacios Hernández**  
*Urania79@hotmail.com*

*El Dutch Open Telescope es uno de los telescopios solares más innovadores, asentado en las cercanías del Roque de los Muchachos en la isla de la Palma.*

Con motivo de un curso de transferencia radiativa (claro, eso es lo que dice todo el mundo cuando va de congreso a un sitio paradisíaco!) (figura 1) tuve la increíble oportunidad de conocer el telescopio Holandés DOT y otros telescopios del IAC. En mi caso, la excusa era buena, ya que mi trabajo consiste en analizar fáculas tomadas por el DOT en el Sterrekunde Instituut, en Utrecht.

El Dutch Open Telescope (figura 2) es uno de los telescopios solares más innovadores, asentado en las cercanías del Roque de los Muchachos en la isla de la Palma. Ideado por Zwaan y diseñado y construido por Rob Hammerslag, de la Universidad de



FIGURA 8.- (de izq a derecha: Alfred de Wijn, yo misma, detrás CATHERINE FISCHER, JUAN MARTÍNEZ, Rob RUTTEN, RITA RUTTEN, AREK BERLICKI).

FIGURA 2.- EL DOT EN OPERACIÓN EN LA ISLA DE LA PALMA, OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS

Utrecht, abierto, como un típico Dobson con el aspecto de tubos. Es innovador más llamativo es que es un telescopio solar ha de luchar principalmente con la turbulencia y la falta de buen “seeing” por el calor del día. Si ponemos un

tubo cerrado, hay que hacer el vacío, y habrá que poner una lente o “tapa” transparente para cerrarlo. Cuando hagamos el vacío, la diferencia de presión provocará tensiones y posible polarización diferencial en la luz de entrada. Todo eso se evita con un telescopio abierto. El DOT está situado por encima de la capa turbulenta, a 15 metros de altura, y además con los vientos del norte que barren toda posible turbulencia ocasionada por el calor.

La estructura también está formulada para que permita sólo movimientos en la horizontal, no en vertical, lo que lo hace extremadamente estable. Cuando la niebla de la Caldera comienza a subir, se ve cerrar una cúpula en forma de concha... (figura 3)

El espejo es un espejo parabólico de 45 cm de diámetro y 2m de focal con un esquema óptico bastante sencillo. Tiene 6 cámaras para los diferentes filtros, y un sistema de procesamiento de imágenes llamado “despeckle” para mejorar el “seeing” (figura 4). Se trata de restaurar el frente de onda haciendo que las imágenes que eran puntuales, y que se “desparraman” por culpa de la turbulencia atmosférica, vuelvan a ser puntos. Este sistema usa el análisis de Fourier y 100 imágenes sin procesar para dar una procesada.

Este programa, hecho en Göttingen



FIGURA 3.- El DOT protegido de las nieblas

y refinado por Pit Süttelin, puede dar un volumen de datos en 8 horas, usando todas las cámaras, de más de un terabyte. Todo ello es procesado por un conjunto de 15 procesadores, enfriados con tubos de agua, no muy lejos del telescopio (figura 5).

Los filtros del DOT hacen que se puedan tomar imágenes a diferentes

alturas de la atmósfera solar: están el rojo y el azul continuo que es esencialmente emitido por la fotosfera solar, la banda G (CH) que es ligeramente más alta en la fotosfera y el CaK que es emitida por la baja cromosfera, el rojo H $\alpha$  por la cromosfera.

En este mosaico, (figura 6) se

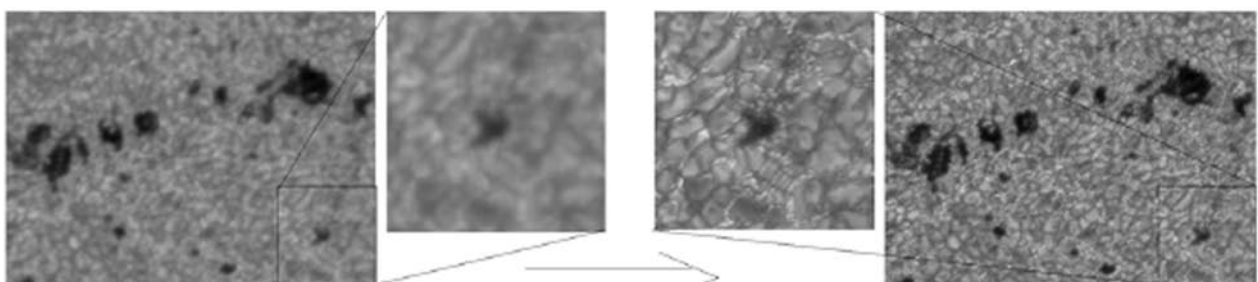


FIGURA 4.- IMÁGENES DEL DOT, y RESULTADOS OBTENIDOS EN LA MEJORA DE LA DEFINICIÓN DE IMAGEN A TRAVÉS DEL SISTEMA DE PROCESADO “DESPECKLE”



FIGURA 5.- "CLUSTER" QUE PROCESA Y GUARDA LAS FOTOS DEL DOT. EN LA FOTO SE ADPECIAN LOS CABLES NEGROS QUE SON LOS TUBOS DE ENFRÍAMIENTO POR AGUA)

aprecia bien la fotosfera en esta foto con filtro azul, con sus células convectivas, (granulación), y las manchas solares. A la izquierda abajo, es filtro rojo, y se ve que la intensidad de la foto es mayor, pero la resolución menor. Arriba a la derecha está hecha con un filtro en banda G, y se ve que es justo encima de la fotosfera, en la baja cromosfera, ya que la granulación se empieza a difuminar y a aparecen puntos brillantes, por ejemplo, en el "puente" de la mancha solar redondeada. Es donde cortan los bucles magnéticos con la fotosfera. La de abajo a la derecha muestra una preciosa imagen en Halfa en la que se aprecia la estructura tridimensional de los campos magnéticos.

Para más imágenes bonitas y vídeos tremendos, buscar en

[http://dot.astro.uu.nl/DOT\\_movies.html](http://dot.astro.uu.nl/DOT_movies.html)

(Nota del editor: Es altamente recomendable visitar esta página web, para disfrutar con las mas increíbles imágenes y videos del Sol que podamos imaginar. )

Que es un vídeo de varias horas de (izq a derecha y de arriba abajo) en banda G, Halfa, CaK (cromosférico) y un dopplergrama en Halfa. En Halfa y en el dopplergrama, que mide las velocidades, se ve un área inmóvil, que es un filamento, y se ve el flujo de material en la mancha solar. Los

filamentos siempre se encuentran en la zona magnética neutra entre man-

chas de diferente polaridad).

Todo esto es sólo una parte de lo que aprendimos del DOT. También visitamos el SST (Telescopio Solar Sueco), MAGIC y Herschel, Carlsberg Meridian Telescope, GRANTECAN (casi terminado!).

El SST es un telescopio cerrado, (figura 6) por lo cual tienen los problemas anteriormente citados, pero que compensa con su gran diámetro (1metro) y se llena de helio en lugar de vacío, ya que las tensiones en la ventana de entrada y su gran grosor harían demasiado complicado conseguir la calidad apropiada para esa ventana. En este caso, está situado en una torre de cemento que le da un aspecto más sólido. La diferencia en la calidad de imágenes la hace la óptica adaptativa, que es complicado en un telescopio solar ya que no tenemos imágenes puntuales para

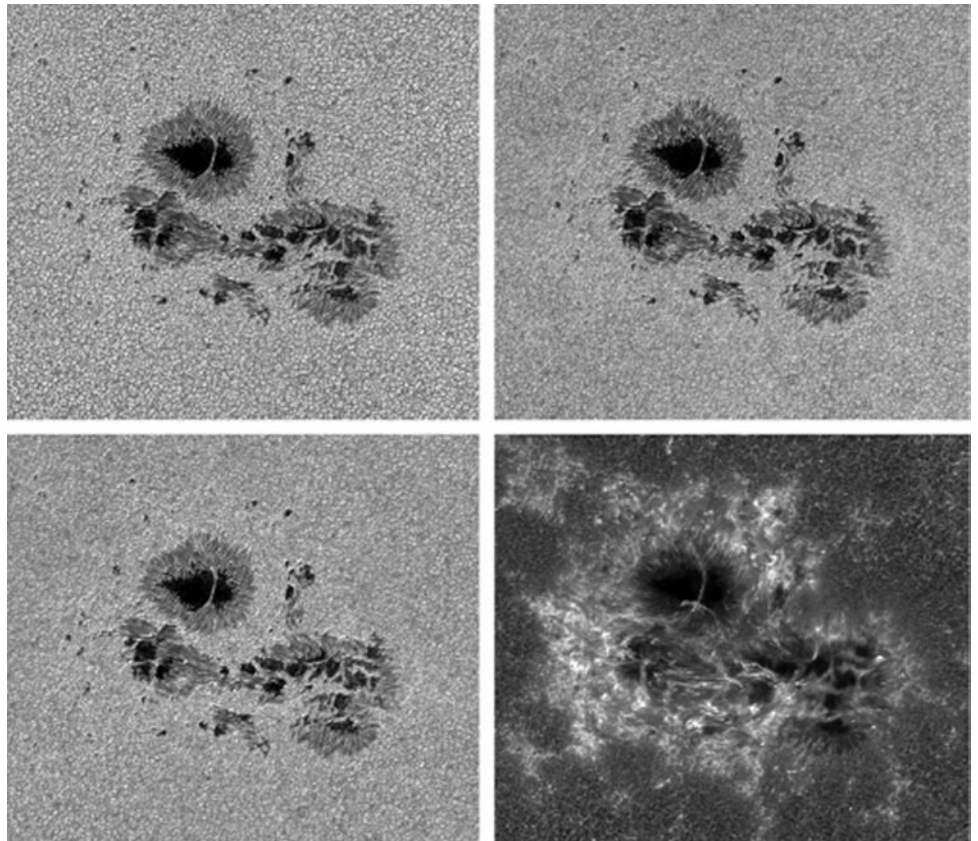


FIGURA 5.- ARRIBA IZQUIERDA: FILTRO AZUL  
Abajo izquierda: Filtro rojo

ARRIBA DERECHA: FILTRO EN BANDA G  
Abajo derecha: filtro Halfa



FIGURA 7.- El SST de SUECIA, con el DOT al fondo en el Roque de los Muchachos (CORTESÍA DE AREK BERLICKI)

corregir el frente de onda.  
 Mi trabajo en estos 6 meses de beca en Utrecht, consiste en relacionar la intensidad relativa de las

fáculas (zonas brillantes cercana a las manchas solares, con un campo magnético intermedio), con su campo magnético y ver la dependencia con la longitud de onda y ángulo.

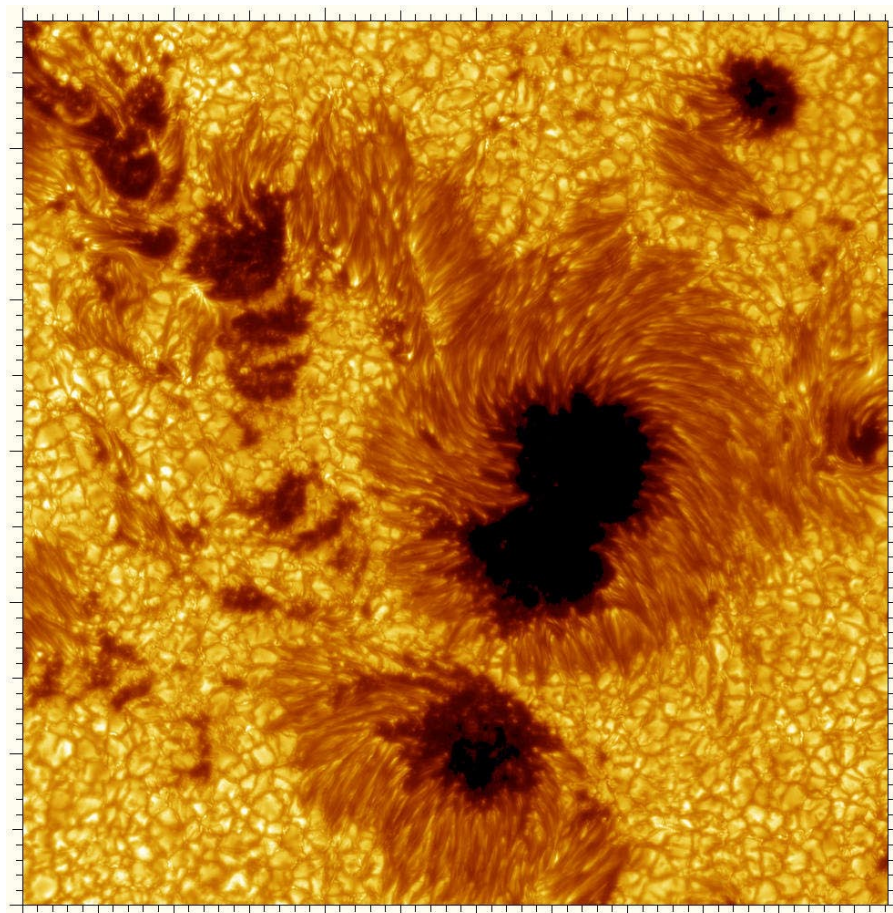
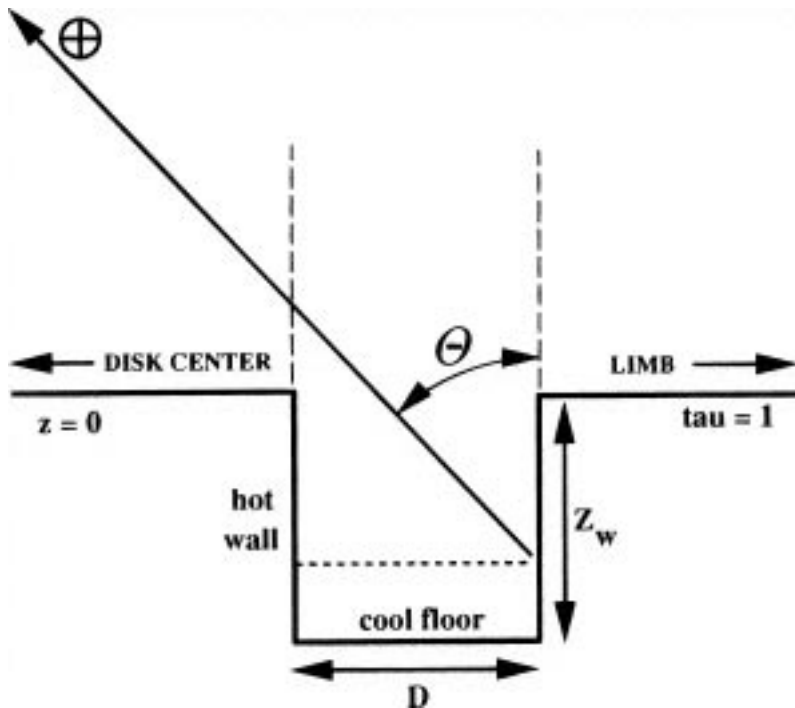


FIGURA 8.- (LA FOTO MÁS FAMOSA DEL SST)

Consideremos una fácula: es plasma solar a unos 5000K con un campo magnético medio (100-600Gauss), formando lo que podemos llamar tubos magnéticos. Lo que, así a lo tonto, es más de mil veces el campo magnético de la Tierra. A partir de unos 700Gauss, el campo magnético es tan intenso que ya la zona no es brillante, se hace oscura, y aparece un microporo. Por qué? Porque el campo magnético “vacía” de plasma el tubo, debido a la presión magnética, haciéndolo parecer más oscuro, ya que su opacidad aumenta. Los alrededores son más calientes que el interior (figura 8).

Pues bien, en el caso de las fáculas, su brillo depende de cómo estén orientados y cómo son de grandes los tubos magnéticos. Cuando tenemos un tubo magnético hacia nosotros, si el tubo es “grande” (más de 200km), veremos el fondo del tubo oscuro. Si el Sol gira, veremos la pared del tubo, que está más caliente por la evacuación magnética del gas. Sin embargo, si el tubo es pequeño, es difícil resolverlo, entonces parece que el fondo está caliente. Todo esto es dependiente de la longitud de onda. Y también es diferente de oscurecimiento hacia el limbo (cuando miramos al limbo estamos viendo “más capas” del sol, por lo cual se absorbe más y aparece más oscuro. Hay que corregir las imágenes de este efecto). ¿Cuál es la gracia de todo esto? Que los valores de esa intensidad tienen una gran discrepancia, que hay que hacer más modelos extremadamente detallados y compararlas con la realidad (figura 9).



En resumen, como podéis ver el Sol tiene todavía muchos misterios para revelar. Lo mejor está todavía por llegar. Disfrutadlo.

NOTA 1: SOLIS: (Investigaciones Sinópticas Ópticas A largo plazo del Sol) son una nueva utilidad sinóptica para observaciones solares a largo plazo que es financiado por la Fundación de Ciencia Nacional (NSF) y diseñado y construido por el Observatorio Nacional Solar (NSO). SOLIS proporcionará observaciones únicas del Sol en una base continua durante varias décadas usando las técnicas apropiadas a cada momento. Estos estudios a largo plazo del objeto astronómico más importante para la humanidad proporcionarán datos fundamentales para entender el ciclo de actividad solar, liberaciones de energía repentinas en la atmósfera solar, y cambios de irradiación solares y su relación al cambio global.

END NOTE: This research project has been supported by a Marie Curie Early Stage Research Training Fellowship of the European Community's Sixth Framework Programme under contract number MEST-CT-2005-020395.

¿Y cómo se miden los campos magnéticos? Como siempre, a través de espectros. Si tenemos una línea de absorción, cuando la esa línea está producida en el seno de un campo magnético, se produce una división en 3 componentes. Esto se analiza, se procesa junto a las componentes de la luz polarizada, (ya que la luz tiene un campo magnético y otro eléctrico que interactúan con los campos magnéticos). Todo esto se procesa y tenemos un típico magnetograma (cuando está procesado, se le llama "proxy"). Las zonas grises tienen un valor de campo magnético similar a 0, las zonas blancas son polaridad positiva, y las negras, negativas. Vemos que las manchas solares suelen presentar ambas polaridades y campos muy intensos. Las fáculas, depende. El patrón para ellas no es muy bien conocido. En

las zonas entre el blanco y el negro de una mancha solar (línea neutra), es casi seguro que habrá un filamento cromosférico.

Esto es muy útil, pero lo es

mucho más si pudiéramos determinar la inclinación del campo magnético (además de por las fotos cromosféricas). Eso lo pueden hacer instrumentos como SOLIS, que son magnetógrafos que dan... el vector!

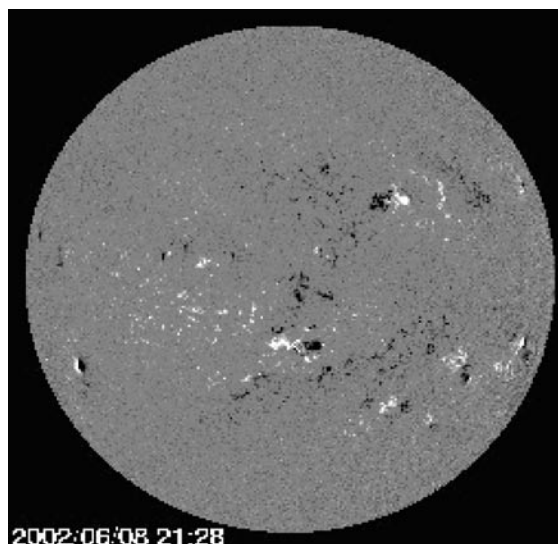


FIGURA 10.- (MAGNETOGRAMA MDI/SOHO)