

ÁNGEL GÓMEZ ROLDÁN
MIQUEL SERRA-RICART
INÉS RODRÍGUEZ HIDALGO
Instituto de
Astrofísica de Canarias



En busca de la sombra lunar

Ciencia, divulgación y aventura en el eclipse total de Sol del 11 de agosto de 1999

«Zeus, el padre de los Dioses del Olimpo, convirtió al mediodía en noche, escondiendo la luz del radiante Sol; y un miedo doliente cayo sobre los Hombres».

Arquilocho, poeta griego (c.680 - c.640 a.C.)

TRAS LA ARDIENTE CORONA

Con ocasión de un eclipse total de Sol, momento en el que el disco de la Luna se interpone entre la Tierra y nuestra estrella ocultándola completamente, resulta visible como un halo blancuzco la región más externa de la atmósfera solar, denominada corona. Es precisamente la visión de la corona, silueteada alrededor del negro borde lunar, la que hace de los eclipses totales de Sol un espectáculo fascinante para el público en general, además de científicamente relevante para el astrofísico.

La corona también puede ser observada a través de determinados filtros o utilizando cronógrafos, telescopios que simulan artificialmente un eclipse ocultando al disco luminoso del Sol. Aunque son diseñados con una especial precaución para reducir la luz difusa de origen instrumental, la de origen atmosférico sigue estando presente, porque la

ocultación no tiene lugar fuera de la atmósfera como sucede durante un eclipse. Este efecto puede minimizarse enviando cronógrafos a bordo de misiones espaciales, pero tales proyectos son muy complejos y costosos. Por eso, los eclipses totales, en los que el espectáculo de la corona se ofrece de forma natural en medio de una efímera noche, con la ventaja anteriormente mencionada, siguen constituyendo sin duda ocasiones privilegiadas para llevar a cabo observaciones coronales. Prueba de ello es el gran número de científicos y aficionados que se desplazan a los lugares en que se produce un eclipse total, para tratar de observar la corona solar en condiciones óptimas (siempre y cuando las nubes lo permitan...)

Éste es precisamente el caso del cercano eclipse total de Sol del 11 de agosto: tanto la fecha, en pleno mes de vacaciones, como la trayectoria de la sombra lunar, cruzando toda Euro-

pa de noroeste a sureste, hará que este eclipse se convierta en el fenómeno astronómico más importante de este fin de siglo y de milenio. El evento convocará literalmente a millones de personas de todo el mundo, deseosas de observar tanto por puro placer como por hacer Ciencia (que muchas veces es lo mismo), los apenas dos minutos que el disco de la Luna se interpondrá entre nosotros y el Sol. Es, por lo tanto, una oportunidad única para hacer un estudio científico de la corona solar en profundidad, dado el elevado número de equipos de observación profesionales y aficionados. La indudable expectación mediática que va a despertar este evento constituye, además, una ocasión de oro para divulgar la ciencia en general y la Astronomía y la física solar, en particular.

(Arriba) Logotipo de la Expedición. (Diseñado por G. Cañada)

RUMBO A TURQUIA

Debido al doble interés de este fenómeno, científico y divulgativo, y con los antecedentes de la expedición SHELIOS '98, que se organizó para observar el eclipse del 26 de febrero de 1998 (ver recuadro), y bajo el patrocinio de Banesto, que financia toda la aventura, un grupo de investigadores del Instituto de Astrofísica de Canarias, IAC, coordinados por el astrofísico Miquel Serra-Ricart, Administrador del Observatorio del Teide, junto con personal técnico y profesionales de la comunicación, estamos preparando un viaje hasta los alrededores de la ciudad turca de Kastamonu, en las llanuras de la Anatolia Central, con el objetivo de realizar observaciones astronómicas del eclipse. El emplazamiento escogido para la observación se decidió teniendo en cuenta en especial las mayores probabilidades estadísticas de contar con una meteorología favorable, así como otros factores logísticos (distancia, accesibilidad, seguridad...).

Situado en las cercanías de Kastamonu, a unos 175 kilómetros al NNW de la capital turca, Ankara, el punto de observación tendrá 2 minutos y 17 segundos de totalidad a las 11:25

Tiempo Universal (14:25 hora oficial turca), con el Sol situado a unos 57 grados de altura sobre el horizonte, y cerca del 73 % de probabilidad de cielo despejado en el momento del eclipse. La anchura del cono de sombra, por su parte, será de unos 110 kilómetros, y la velocidad a la que éste se desplaza por la superficie terrestre superará los 2.500 km/h.

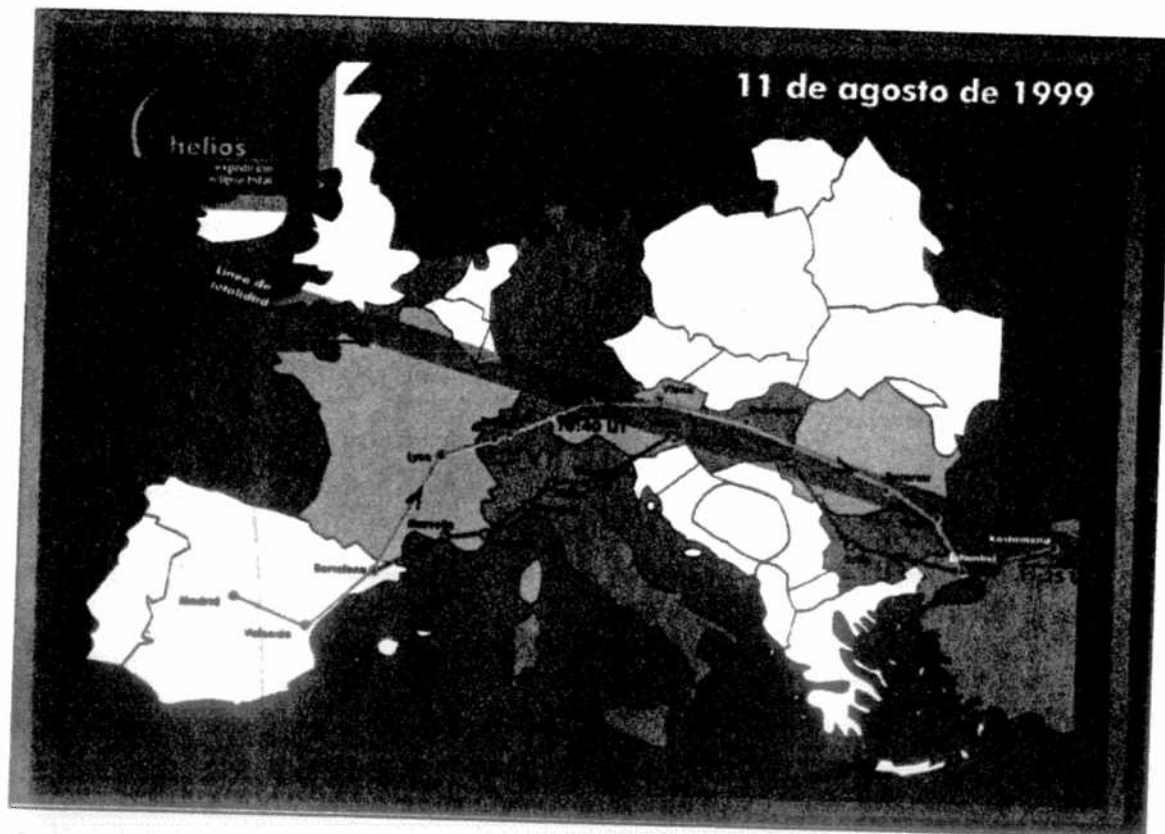
La expedición SHELIOS '99 -acrónimo creado por uno de los miembros de la misma, Gotzon Cañada, al «fundir» las palabras griegas Selene (Luna) y Helios (Sol)- tendrá además como peculiaridad que se intentará observar la totalidad no sólo desde tierra firme, sino también a bordo de dos globos aerostáticos a unos 2.000 metros de altura, con el único fin de tener una mejor perspectiva de la llegada del cono de sombra lunar.

El viaje se realizará por carretera, con cinco vehículos caravana equipados con camas y dos camiones y unas veinticinco personas, entre astrónomos, divulgadores científicos, fotógrafos, periodistas de prensa, radio y TV, y personal de cocina, ATS, mecánica y seguridad.

Partiremos de Barcelona el sábado 31 de julio por la mañana, con un

recorrido de casi 6.000 kilómetros a través de diez países (España, Francia, Suiza, Alemania, Austria, Hungría, Rumanía, Bulgaria, Turquía, e Italia) durante diecisiete días. A lo largo del viaje de ida y de vuelta, la caravana se detendrá en varias ciudades de Europa para impartir charlas de divulgación astronómica y presentar la expedición. Además, al contar con profesionales de la imagen, se realizarán reportajes para revistas -como la edición española de «National Geographic»- y televisiones nacionales, editándose con posterioridad un vídeo y un CD-ROM y, posiblemente, un libro.

SHELIOS '99 constituye, innegablemente, una experiencia única desde el punto de vista de la convivencia personal y un atractivo reto, ya que se trata de coordinar las habilidades y el esfuerzo de más de veinte personas en facetas dispares (aunque complementarias, en este caso), como la Astronomía, la comunicación del evento a través de Internet, radio, prensa y televisión, la fotografía, vídeo e imagen CCD, el manejo de los globos y diversas tareas logísticas esenciales (cocina, sanidad, mantenimiento general). Sin



Recorrido de la expedición sobre el mapa de Europa. Está dibujada asimismo la línea de totalidad del eclipse. (Diseño G. Cañada)

Los antecedentes de la expedición SHELIOS '99 hay que buscarlos en el anterior eclipse total de Sol, el 26 de febrero de 1998. Las circunstancias de ese eclipse, que fue ampliamente observado en Centroamérica y el Caribe, hacían que éste acabase al atardecer a unos 150 kilómetros al oeste de la isla canaria de La Palma. El eclipse fue parcial en esta isla, donde alcanzó una magnitud máxima (porcentaje de disco solar ocultado) del 86 % en el mismo



El velero Tenerife, zarpando de Santa Cruz el 19 de febrero de 1998, rumbo al eclipse total de Sol. (cortesía Miguel Briganti.)

momento de ponerse el Sol. Por iniciativa de Miquel Serra, y también con el patrocinio de Banesto, se organizó la expedición que se llamó SHELIOS '98, cuyo objetivo era llegar a un punto situado a unas 1.200 millas (2.220 km) al oeste de la isla de Tenerife, prácticamente en el centro del Océano Atlántico, con la ayuda de un velero, el «Tenerife» de la Universidad de La Laguna (eslora 13,5 metros), para observar el Sol a una altura de unos 15 grados sobre el mar en el momento del eclipse, que tuvo una duración aproximada de dos minutos en la fase de totalidad en este punto. El barco partió el 19 de febrero de Santa Cruz de Tenerife y regresó al mismo puerto el 3 de marzo, después de 13 días de navegación, recorrer medio océano Atlántico, y vivir una fascinante experiencia mezcla de ciencia y aventura. A pesar de unas adversas condiciones

meteorológicas la tarde del eclipse, se obtuvieron más de 200 fotografías y varias horas de reportaje de vídeo, que dieron como fruto un documental para TVE y varias publicaciones, entre ellas, una reseña en la edición española de la revista «National Geographic» en mayo de 1998.

Los diez integrantes de la tripulación fueron cuatro personas del IAC (Dr. Miquel Serra-Ricart -astrofísico y jefe del proyecto-, Juan Calvo Tovar -físico especialista en electrónica, mecánica y mantenimiento-, Gotzon Cañada -fotógrafo y diseñador- y Luis Manadé Borges -fotógrafo y operador de telescopios del Observatorio del Teide-); Juanjo Martín Suárez -periodista, director del programa «Cénit-»; Gregorio Cabrera de León -marinero cocinero-; Jesús Manuel Rodríguez Cabrera y Pascasio Verde Méndez -dos alumnos del Centro Superior de Náutica y estudios de la Mar de la Universidad de La Laguna- y dos capitanes de la Marina Mercante, profesores titulares de este Centro (Dr. Antonio Ceferino Bermejo Díaz y el Dr. Antonio José Poleo Mora). Los avatares de la expedición se siguieron día a día a través de la página web que creamos al efecto (<http://www.iac.es/general/ectot/expe/index.html>), donde se daba información actualizada transmitida vía radio de onda corta. Teniendo en cuenta el impacto que la travesía tuvo en los medios de comunicación locales, y con las perspectivas mucho más favorables del próximo eclipse de 1999, nada más regresar de esta travesía, ya estábamos gestando una nueva expedición, esta vez por tierra firme: la SHELIOS '99.

embargo, el mayor interés del viaje creemos que radica fundamentalmente en su doble carácter, como se ha apuntado: divulgativo y científico.

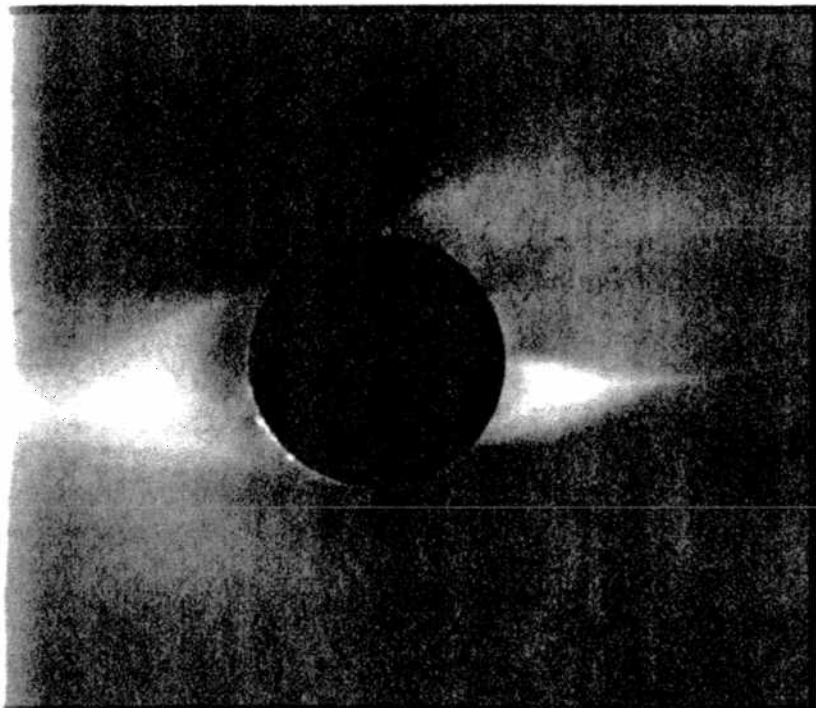
¿QUÉ CIENCIA VAMOS A REALIZAR?

Dada la gran complejidad de la corona solar y la importancia de compren-

der su estructura y funcionamiento, tanto por los retos científicos que plantea, como por la necesidad de avanzar en el excitante campo de las relaciones Sol-Tierra, las observaciones y análisis de la corona han adquirido un auge espectacular en los últimos años. Por ello, se considera de máximo interés aprovechar la oportunidad que este

eclipse total brinda para contribuir a un mejor conocimiento de la corona.

Con objeto de realizar un trabajo bien planificado científicamente y coordinado con otros grupos de reconocida experiencia en estudios coronales, se ha establecido contacto con los organizadores de un proyecto de investigación de ámbito europeo en el que la expedi-

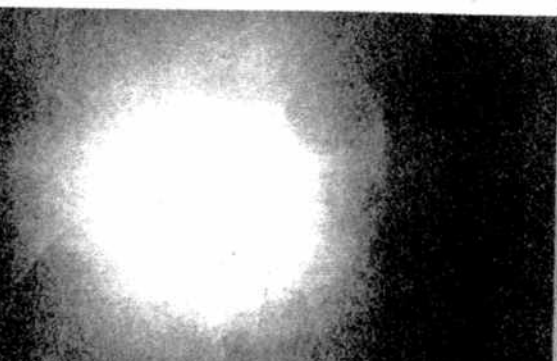


Solar Corona at Eclipse, 3 Nov 1994, Putre, Chile.
High Altitude Observatory, NCAR, Boulder, Colorado, USA.

Fotografía de la corona solar durante el eclipse del 3 de noviembre de 1994, desde Putre (Chile) (cortesía NCAR).

ción encaja de manera natural, TECOnet 99 (*Trans-European Coronal Observing Network*), y cuya página web se puede consultar en: <http://joso.oat.ts.astro.it/htm/WG7-Activities.htm>.

Nuestro proyecto astronómico, dirigido por la Dra. Inés Rodríguez Hidalgo, considera especialmente interesante la región de la corona más allá de unas décimas del radio solar, porque se piensa que es en ella donde se produce la aceleración primaria del viento solar. La principal fuente de datos sobre la estructura de la corona a partir de aproximadamente medio radio solar ha sido la observación en luz visible a través de filtros de banda ancha. En particular, medidas de la intensidad de radiación visible de la corona K permiten obtener una determinación cuantitativa fiable de la densidad electrónica en el plasma coronal, que es un parámetro fundamental en la elaboración de modelos teóricos y si-



El próximo 11 de agosto se producirá un eclipse de Sol (el último de este milenio).

Desde España, el Sol se verá eclipsado parcialmente, pues la franja de totalidad recorrerá el centro de Europa, desde Francia a Bulgaria.

¡Obsérvalo de forma segura con gafas protectoras!

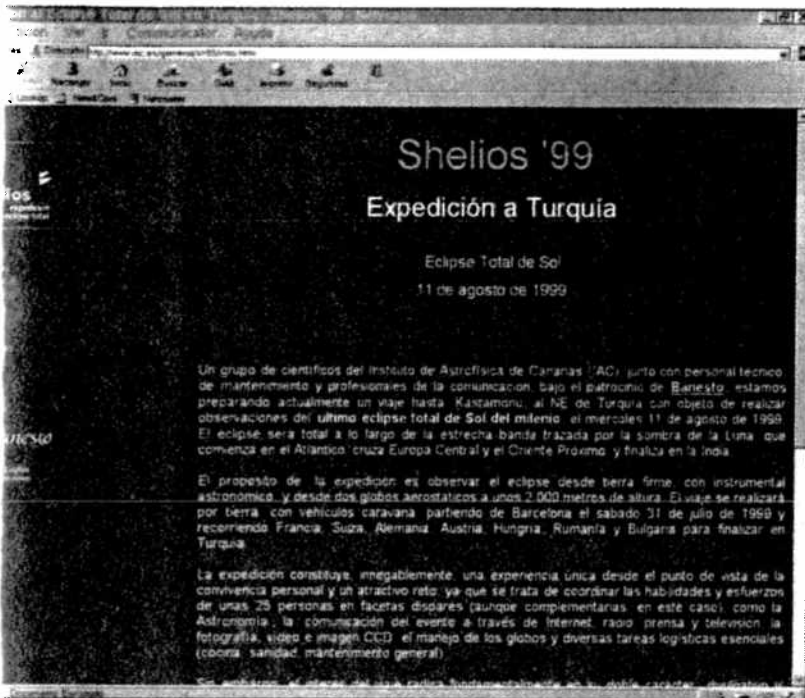
Precio unitario: 400 ptas.

Precios especiales para pedidos superiores a 25 unidades.



- Lente protectora de doble filtro Mylar aluminizado.
- Filtra 100 % de la radiación ultravioleta, 100 % de la luz infrarroja y 99,99 % de la luz visible.
- Construidas según las normas de seguridad de la Unión Europea.

Información y pedidos: **UNIVERSO Astronomía y Astronáutica** Tel.: 933 011 717 Fax: 933 011 765 e-mail: universo@antares.es
TRIBUNA DE ASTRONOMÍA Tel.: 915 216 008 Fax: 915 319 032 e-mail: astronomia@mad.servicom.es



Página principal de la Web de la expedición.

grain de 20 cm de apertura a $f/10$ en montura ecuatorial con motor de seguimiento. El propio telescopio se empleará simultáneamente para realizar fotografías a foco primario de estructuras coronales particulares.

DIVULGANDO EN LA WEB

La otra faceta de la expedición es que la queremos dotar de un carácter divulgativo, serio y riguroso, pero a la vez con un componente lúdico y festivo (para eso es una aventura). Además de los métodos «tradicionales», como pueden ser las charlas en ruta mencionadas anteriormente, y el uso de medios de comunicación como las entrevistas en directo por radio, reportajes televisivos, y las publicaciones escritas, emplearemos también la enorme capacidad de la red Internet, en especial su interfase gráfica más conocida, la Web, que posee dos características a nuestro juicio fundamentales y que la diferencian de los medios clásicos: su dinamismo e interactividad, y la posibilidad de personalización de cada acceso.

Hemos desarrollado una página en la que incluiremos todos los detalles de la expedición: desde una sección de preguntas más frecuentes, en las que rápidamente se puede tener una idea global, hasta el diario del viaje, una de las partes más dinámicas, actualizado cada 24 horas, incluyendo enlaces a imágenes, audio y vídeo. Para ello, llevaremos un PC portátil con el que elaboraremos las páginas Web, así como cámara y grabadora digitales. Cada día, vía ftp, y a través de un teléfono móvil conectado al ordenador, realizaremos las actualizaciones del diario y de las secciones de la Web que lo demanden. Como apartado más importante de la sección de divulgación, implementaremos la que hemos denominado «Ruta del Sol», un concurso didáctico dirigido sobre todo a escolares de la ESO basado en un mapa interactivo, en el que guiándolos a base de preguntas que se actualizarán cada semana, los participantes podrán aprender mucho sobre el Sol, los eclipses, la Astronomía y la Ciencia en general.

Información actualizada de SHELIOS '99 en nuestra página web: <http://www.iac.es/general/sh99>.

mulaciones numéricas de la corona, que han de ser comparados con los resultados observacionales para avanzar en su conocimiento. Para ello es preciso separar las componentes K (polarizada) y F (no polarizada), lo que es posible gracias al análisis de la polarización de la luz.

De esta manera, los objetivos del proyecto, enmarcado dentro de TECOnet, serían los siguientes:

- 1) Realizar experimentos polarimétricos fundamentalmente destinados para obtener una buena determinación de la densidad electrónica en la corona solar.
- 2) La utilización conjunta de todas las observaciones permitirá obtener información sobre la configuración tridimensional de las estructuras coronales usando la rotación solar, siendo posible asimismo estudiar la dinámica coronal si tuviera lugar cualquier cambio rápido de la misma durante el eclipse. Además de esto, la combinación de datos procedentes de distintos lugares a lo largo de la banda de totalidad permitirá observar cambios lentos en la corona, ya que se podrá disponer de observaciones durante aproximadamente 1 hora y 30 minutos, en lugar de los 2 minutos de una localización individual.

Las observaciones polarimétricas en el visible coordinadas por TECOnet han de constituir una importante aporte

al conjunto de datos disponibles procedentes de diversos observatorios en tierra y satélites artificiales (como Yokkoh y SOHO) que obtienen observaciones sistemáticas de la corona en distintas longitudes de onda, lo que, sin duda, constituirá un cúmulo de datos muy valiosos para avanzar en el campo de las relaciones Sol-Tierra.

Para llevar a cabo estas observaciones, el instrumental astronómico que llevaremos será muy sencillo, consistiendo básicamente en una cámara CCD marca Pulnix de lectura muy rápida, controlada desde un PC con software elaborado al efecto, equipada con un filtro neutro de banda ancha y un polarizador lineal orientable gracias a una montura rotante indexada. Este sistema está basado en uno similar que funciona desde hace tiempo en un pequeño telescopio refractor montado sobre el telescopio solar VNT del Observatorio del Teide, para obtener imágenes del disco entero del Sol en filtros de color y estrechos de CA II, por lo que su funcionamiento y eficacia están sobradamente probados. La cámara irá dotada con un teleobjetivo Nikkor de 300 mm a $f/4$ con el fin de tener un campo de visión de varios radios solares -es decir, toda la corona-; y a su vez esté instalado sobre un telescopio Celestron Schmidt-Casse-