Asociación Leonesa de Astronomía

Boletín Informativo
Marzo-Abril 1997
nº 38

Asociación Leonesa de Astronomía
Apartado 1236
28080 León

Asociación Leonesa de Astronomía

Junta Anual Ordinaria

Por orden del Presidente, te convoco a la Junta Anual Ordinaria que tendrá lugar en el local social del Colegio de Huérfanos de Ferroviarios el día 4 de marzo de 1997, a las 19:30 en primera convocatoria, y a las 20:00 en segunda y definitiva.

La reunión se celebrará con arreglo al siguiente

Orden del día:

1. Lectura y aprobación, si procede, del Acta de la reunión anterior.
2. Lectura y aprobación, si procede, del estado de cuentas de la Asociación.
3. Informe del Presidente.
4. Programación de la nueva temporada 97-98
5. Actualización de la cuota anual.
6. Elección de cargos directivos.
7. Ruegos y preguntas.

León, 13 de febrero de 1997

La Secretaria

Firmado: Raquel Casado García

Asociación Leonesa de Astronomía

Boletín Informativo
Marzo-Abril 1997
nº 38

Sumario

Editorial 2
Avisos y noticias 3
Efemérides 4
Cometa Hale-Bopp 10
Mapas del cielo 11
Misterios del Sol 13

Edita: Asociación Leonesa de Astronomía
Apº de correos 1236. 24080 León

Imprime: Gráficas Celarayn

Deptº legal: LE 858-1990

EDITORIAL

Nuestras gestiones con el Ilmo. Sr. Alcalde del Excmo. Ayuntamiento de León parece que han dado su fruto.

Según nos asegurado el Sr. Fernández Llamazares, concejal que tiene a su cargo todo lo que se refiere al Coto Escolar de León, y el propio alcalde, don Mario Amilivia, es propósito del Ayuntamiento construir en terrenos del Coto Escolar un edificio que albergue un Observatorio Astronómico con sus instalaciones complementarias.

La obra se realizará durante el mandato de los actuales ediles, y ya hay un fondo presupuestario para el presente año 1997, destinado a sufragar el proyecto definitivo y al comienzo de las obras.

Una vez concluido el Observatorio, la Asociación recibirá el encargo de atender a los escolares de los centros de enseñanza que soliciten asistir a una sesión de observación astronómica, y podrá también programar sus propias sesiones destinadas al público en general y llevar a cabo los proyectos de observación que interesen a sus miembros y que ellos mismos organicen.

El edificio dispondrá de una pequeña sala de audiciones y conferencias para atender a los visitantes, local para almacenamiento del material, despacho para los asociados y laboratorio fotográfico. La cúpula irá en una planta elevada del suelo.

Conforme vayamos teniendo más noticias, os las daremos a conocer a través de este Boletín.

Desde aquí agradecemos al Sr. Fernández Llamazares y al Alcalde la buena acogida que han dispensado a este proyecto nuestro, tan largamente acariciado, y les manifestamos nuestra disposición a colaborar en el mejor aprovechamiento de las instalaciones del futuro Observatorio Astronómico de León.

LA REDACCIÓN

AVISOS Y NOTICIAS

AVISOS

Las próximas reuniones mensuales tendrán lugar los días 4 de marzo y 8 de abril (¡Atención al cambio de fecha!), a las 20 horas, en el local del C.H.F.

El día 4 de marzo, coincidiendo con la reunión mensual, se celebrará la Junta anual ordinaria de la Asociación. La correspondiente citación, junto con el Orden del día se incluye como hoja aparte dentro de este boletín.

Al margen de lo señalado, se recuerda que todos los martes no festivos ni incluidos en los períodos de vacaciones escolares, el local de la Asociación permanece abierto desde las 20 hasta las 21 horas. También sigue desarrollándose el curso de Astronomía para los miembros de la Asociación todos los jueves, de 20 a 21:30 horas, en el C.H.F.

NOTICIAS

Naves espaciales

En este momento, hay tres sondas espaciales en las que los científicos tienen puestas grandes esperanzas.

Dos de ellas, la Mars Global Surveyor y la Mars Pathfinder, se dirigen hacia Marte, a donde llegarán el próximo verano. La segunda se posará sobre la superficie del planeta y el vehículo todo terreno que transporta realizará pequeños desplazamientos sobre ella.

La tercera nave es la Galileo, que actualmente está sobrevolando el sistema joviano. El mes de enero pasado alcanzó su máximo acercamiento a Júpiter (646 kilómetros de su superficie gaseosa) y en febrero sobrevoló el satélite Europa a sólo 588 kilómetros de altura. Este astro, junto con la luna Titán de Saturno, y el planeta Marte son los tres astros del sistema solar que, según los astrónomos especialistas en estas cuestiones, más posibilidades tienen de albergar o haber albergado vida.

¿Meteorito?

El 20 de junio de 1994 una piedra rompió el parabrisas de un automóvil en marcha cerca de Getafe (provincia de Madrid). Afortunadamente, los dos ocupantes del vehículo, José Luis Martín y su esposa, no sufrieron daños importantes (sólo Martín sufrió una ligera fractura en un dedo). La piedra fue a parar a la bandeja posterior del coche y de allí fue recogida con precaución, porque estaba muy caliente.

En un primer momento se barajó la hipótesis de que la piedra en cuestión fuera un meteorito, pero los analistas que la han examinado no se ponen de acuerdo. Hay quienes piensan que es algún trozo de las losetas cerámicas que recubren las naves espaciales tripuladas para hacer posible las reentradas en la atmósfera terrestre sin riesgo de que sus ocupantes perezcan por el calor producido por el rozamiento de las naves con el aire.

Lo que está claro es que su origen tiene que ver con el espacio exterior y no fue una piedra lanzada por cualquier desaprensivo al paso del automóvil.

Agujeros negros

Continúan los intentos por confirmar la existencia de los agujeros negros que predicen las actuales teorías cosmológicas.

Los campos de estudio donde se centra el interés de los astrofísicos son, por una parte, los sistemas binarios de estrellas, donde una de ellas parece como si engullera una cantidad de energía cien veces mayor de la que emite, como por ejemplo, el sistema binario llamado V404 Cyg (situado en la constelación del Cisne) y por otra, los candidatos a agujeros negros supermasivos aparentemente situados en los núcleos de galaxias normales, algunas no demasiado lejanas, como la NGC4486B, satélite de la galaxia elipsoidal M87, perteneciente al cúmulo situado en la constelación de Virgo.

EFEMERIDES DE LOS ASTROS DEL SISTEMA SOLAR PARA LEON
MARZO Y ABRIL DE 1997
HORAS EN TIEMPO UNIVERSAL (T.U.)

PARA OBTENER LA HORA OFICIAL, SUMENSE UNA O DOS HORAS, SEGUN QUE RIJA EL HORARIO DE INVIERNO O EL DE VERANO.

ASTRO	COORDENADAS A 0:00 T.U. A.R.	DEC	HORA SALIDA	HORA CULMINACION	HORA PUESTA
	h m	° '	h m	h m	h m
5 de MARZO					
Sol	23: 3	- 6: 7	6: 51	12: 33	18: 18
Mercurio	22: 44	- 10: 14	6: 49	12: 15	17: 45
Venus	22: 38	- 10: 6	6: 43	12: 9	17: 37
Marte	12: 11	+ 2: 59	19: 26	1: 41	7: 55
Júpiter	20: 49	- 18: 15	5: 26	10: 19	15: 12
Saturno	0: 29	+ 0: 45	7: 52	13: 58	20: 4
Urano	20: 38	- 19: 7	5: 18	10: 7	14: 56
Neptuno	20: 4	- 19: 56	4: 48	9: 34	14: 20
20 de MARZO					
Sol	23: 58	- 0: 14	6: 25	12: 29	18: 35
Mercurio	0: 29	+ 2: 37	6: 47	13: 1	19: 20
Venus	23: 48	- 2: 54	6: 26	12: 19	18: 15
Marte	11: 50	+ 5: 3	17: 59	0: 21	6: 43
Júpiter	21: 2	- 17: 26	4: 36	9: 32	14: 29
Saturno	0: 36	+ 1: 29	6: 57	13: 6	19: 15
Urano	20: 40	- 18: 57	4: 21	9: 11	14: 1
Neptuno	20: 6	- 19: 52	3: 51	8: 37	13: 22
5 de ABRIL					
Sol	0: 56	+ 6: 0	5: 57	12: 24	18: 54
Mercurio	2: 4	+ 15: 19	6: 30	13: 32	20: 38
Venus	1: 0	+ 5: 7	6: 6	12: 28	18: 54
Marte	11: 28	+ 6: 49	16: 24	22: 53	5: 22
Júpiter	21: 13	- 16: 37	3: 41	8: 41	13: 41
Saturno	0: 43	+ 2: 16	5: 59	12: 10	18: 22
Urano	20: 43	- 18: 49	3: 20	8: 10	13: 1
Neptuno	20: 7	- 19: 48	2: 49	7: 35	12: 21
20 de ABRIL					
Sol	1: 52	+ 11: 28	5: 32	12: 20	19: 11
Mercurio	2: 21	+ 16: 38	5: 42	12: 48	19: 53
Venus	2: 10	+ 12: 13	5: 49	12: 39	19: 32
Marte	11: 16	+ 7: 23	15: 12	21: 42	4: 13
Júpiter	21: 23	- 15: 56	2: 49	7: 52	12: 54
Saturno	0: 50	+ 2: 58	5: 4	11: 18	17: 32
Urano	20: 44	- 18: 43	2: 22	7: 13	12: 4
Neptuno	20: 8	- 19: 46	1: 50	6: 37	11: 23

José Mª Pérez

OTROS DATOS DE INTERES SOBRE LOS ASTROS DEL SISTEMA SOLAR PARA LOS MESES DE MARZO Y ABRIL DE 1997

FASES DE LA LUNA

DIA	FASE	HORA	COORDENADAS A.R.	DEC	SALE	CULMINA	SE PONE
		h m	h m	° '	h m	h m	h m
Marzo							
2	C. menguante	9:38	16:42	-17:55	1:12	6:19	11:22
9	Luna nueva	1:16	23:17	-4:18	6:55	12:58	19:10
16	C. creciente	0:07	5:38	+17:32	11:43	19:07	1:41
24	Luna llena	4:46	12:12	-1:36	19:07	0:22	6:27
31	C. menguante	19:38	18:47	-18:14	1:02	6:02	11:02
Abril							
7	Luna nueva	11:04	1:09	+4:45	6:01	12:30	19:09
14	C. creciente	17:01	7:45	+16:07	11:19	18:37	1:10
22	Luna llena	20:36	14:09	-10:19	18:58	-	5:28
30	C. menguante	2:37	20:47	-14:44	1:27	6:44	12:06

DATOS DEL SOL Y LOS PLANETAS

Marzo 9: Eclipse total de Sol invisible en España.
Marzo 11: Mercurio en conjunción superior con el Sol.
Marzo 17: Marte en oposición con el Sol.
Marzo 20: Comienzo de la primavera (a las 13:56 horas T.U.)
Marzo 24: Eclipse parcial de Luna visible en España.
Marzo 30: Saturno en conjunción con el Sol.
Abril 2: Venus en conjunción superior con el Sol.
Abril 5: Mercurio en su máxima elongación al Este del Sol (19°)
Abril 25: Mercurio en conjunción inferior con el Sol.

VISIBILIDAD DE LOS PLANETAS Y OTROS ASTROS

SOL: Cruza el ecuador celeste el día 20 de marzo a las 13:56 horas de tiempo universal, y en ese instante comienza la Primavera para el hemisferio Norte de la Tierra.

LUNA: Hay un eclipse parcial de Luna el día 24 de marzo, del que se ofrecen más detalles en otra página posterior.

MERCURIO: Buena ocasión para observar Mercurio al atardecer en los días próximos, anteriores y posteriores, al 5 de abril. Se incluye un mapa más adelante para facilitar la observación.

VENUS: Invisible hasta la fecha de la conjunción superior. Quizá a finales de abril sea ya visible inmediatamente después de ponerse el Sol.

MARTE: Visible toda la noche. En el mes de abril está magníficamente situado para su observación.

JUPITER: Visible sólo en las últimas horas de la noche.

SATURNO: Prácticamente inobservable.

URANO Y NEPTUNO: Visibles sólo en las últimas horas de la noche.

José Mª Pérez

OCULTACIONES DE ESTRELLAS POR LA LUNA
MARZO Y ABRIL DE 1997

Mes	Desaparición					Reaparición					Magnitud
	Día	h	m	s	Borde	Día	h	m	s	Borde	estrella
Marzo	14	18	36	20	O	14	19	56	35	I	0,9
Marzo	17	21	47	26	O	17	22	41	36	I	3,6
Abril						28	1	22	57	O	6,5

De cada ocultación se indican el día, la hora (h), minuto (m) y segundo (s) y el borde del disco lunar correspondientes a la desaparición y a la reaparición de la estrella. En la columna Borde se indica O si el fenómeno tiene lugar por el borde oscuro o no iluminado de la Luna, e I si tiene lugar por el borde iluminado.

La tabla se ha confeccionado para León capital con el programa LodeStar Plus II. Las horas son en T.U. Las horas para otras localidades de la provincia son prácticamente las mismas.

De cada ocultación se incluyen generalmente sólo los datos del fenómeno que ocurre por el borde oscuro de la Luna, bien sea la desaparición o la reaparición. Sólo en los casos en que la estrella es de magnitud menor que 5 se incluyen los datos de los dos fenómenos.

Se han excluido de la tabla los datos relativos a las ocultaciones de estrellas de magnitud igual o mayor que 5 cuando ocurren en fechas próximas a la Luna Llena.

OBSERVACION:

Hay dos ocultaciones interesantes en el mes de marzo, la de Aldebarán, el día 14, y la de λ Geminorum (la estrella Lambda de los Gemelos), el 17. ¡No os perdáis estos singulares fenómenos!

LLUVIAS DE ESTRELLAS FUGACES

Durante los meses de marzo y abril pueden observarse las siguientes lluvias de estrellas fugaces:

Nombre del conjunto	Día del máximo	Número medio de apariciones por hora	Coordenadas del radiante A.R.	δ
Líridas	21 abril	15	18h 15m	+34°

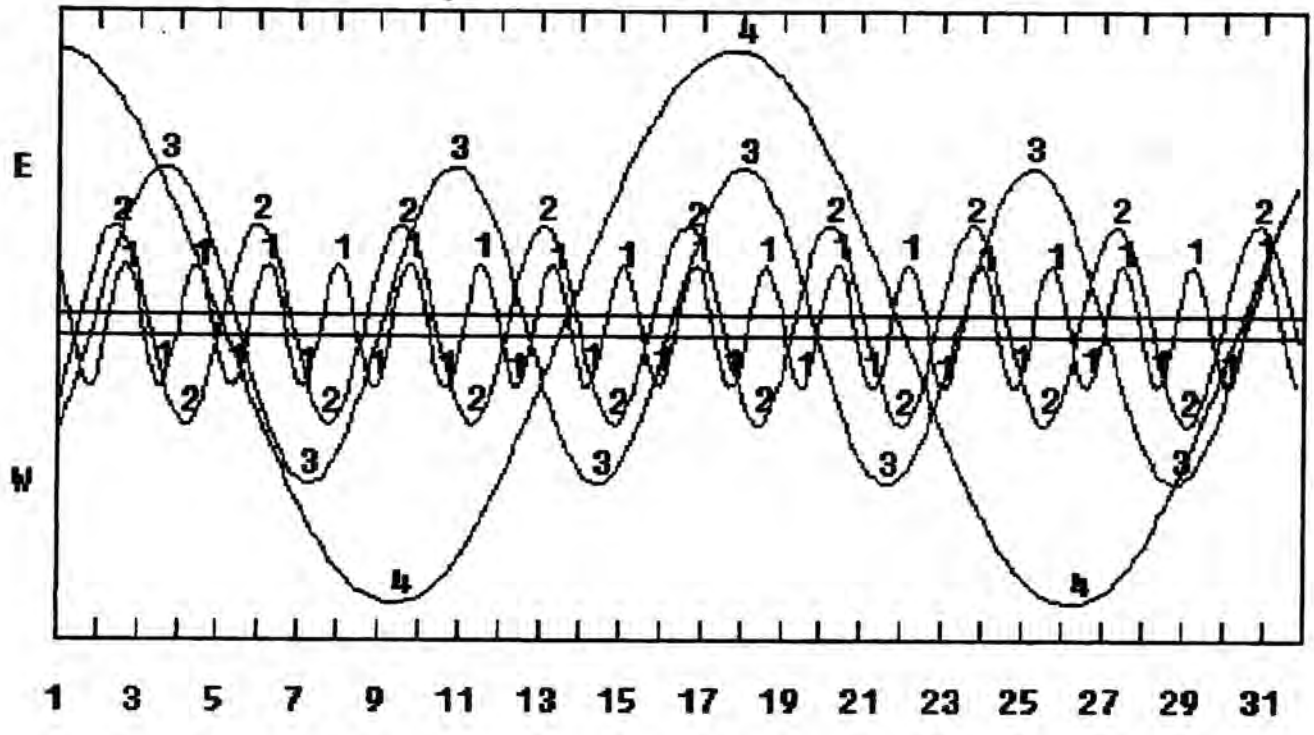
La fecha es fatal, porque el día 22 de abril es luna llena, pero siempre hay observaciones infatigables y optimistas.

José Mª Pérez

Gráficos de situación de los satélites de Júpiter

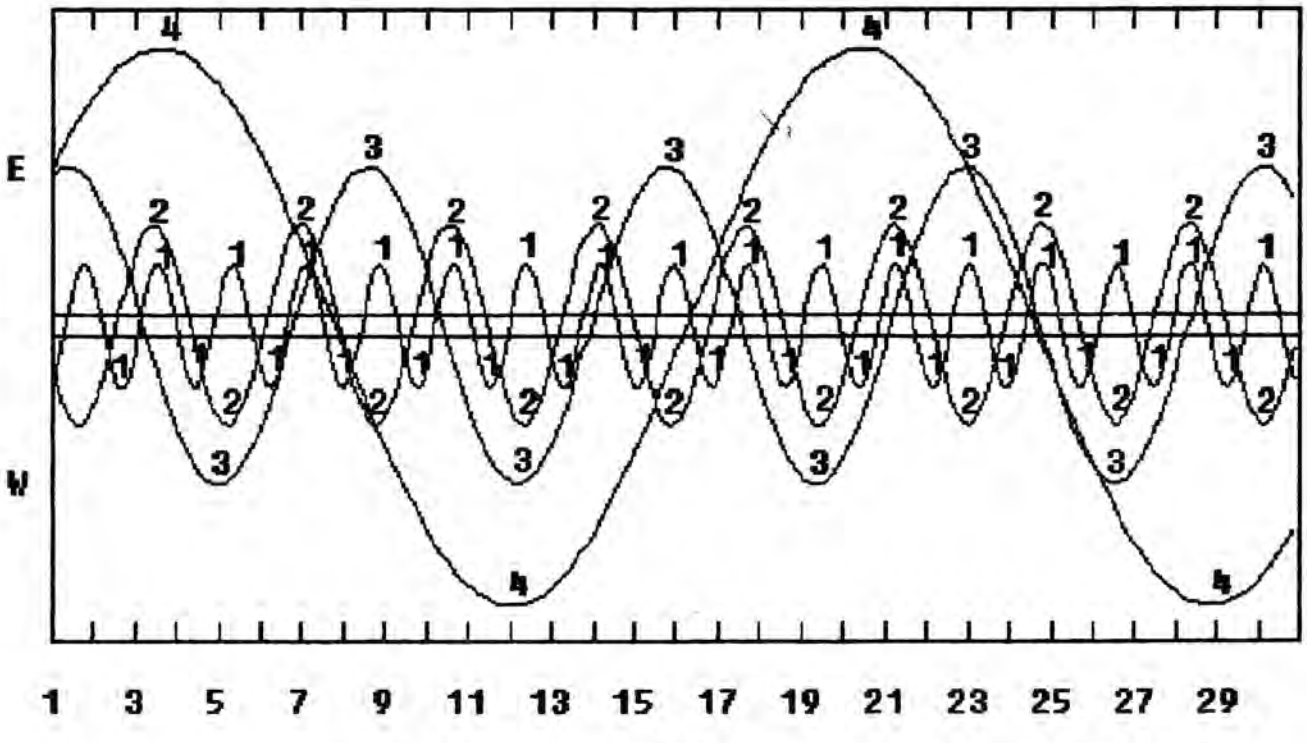
1-Io. 2-Europa. 3-Ganymedes. 4-Calisto

Marzo 1996



Días del mes (cada marca corresponde a la medianoche)

Abril 1996

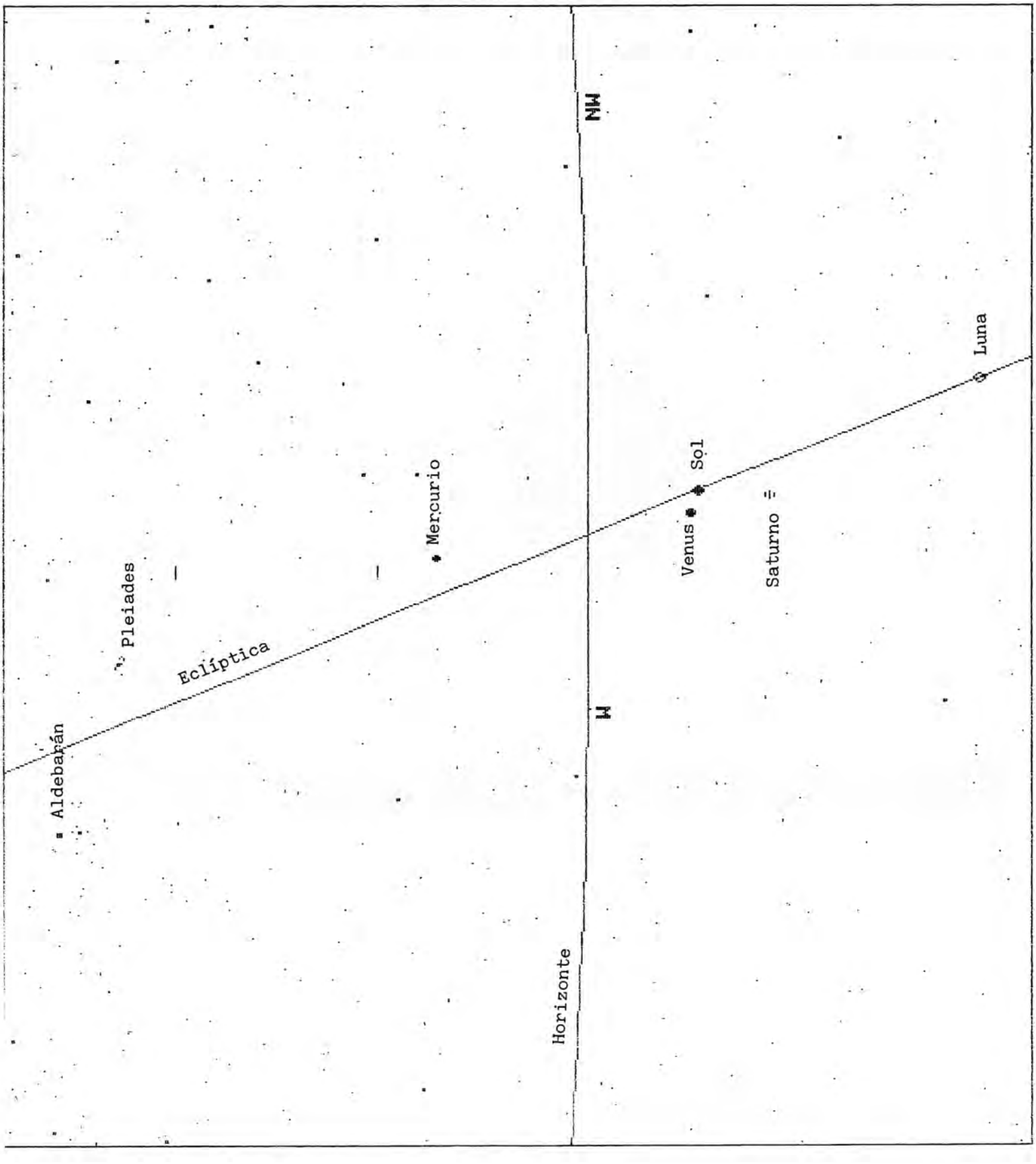


Días del mes (cada marca corresponde a la medianoche)

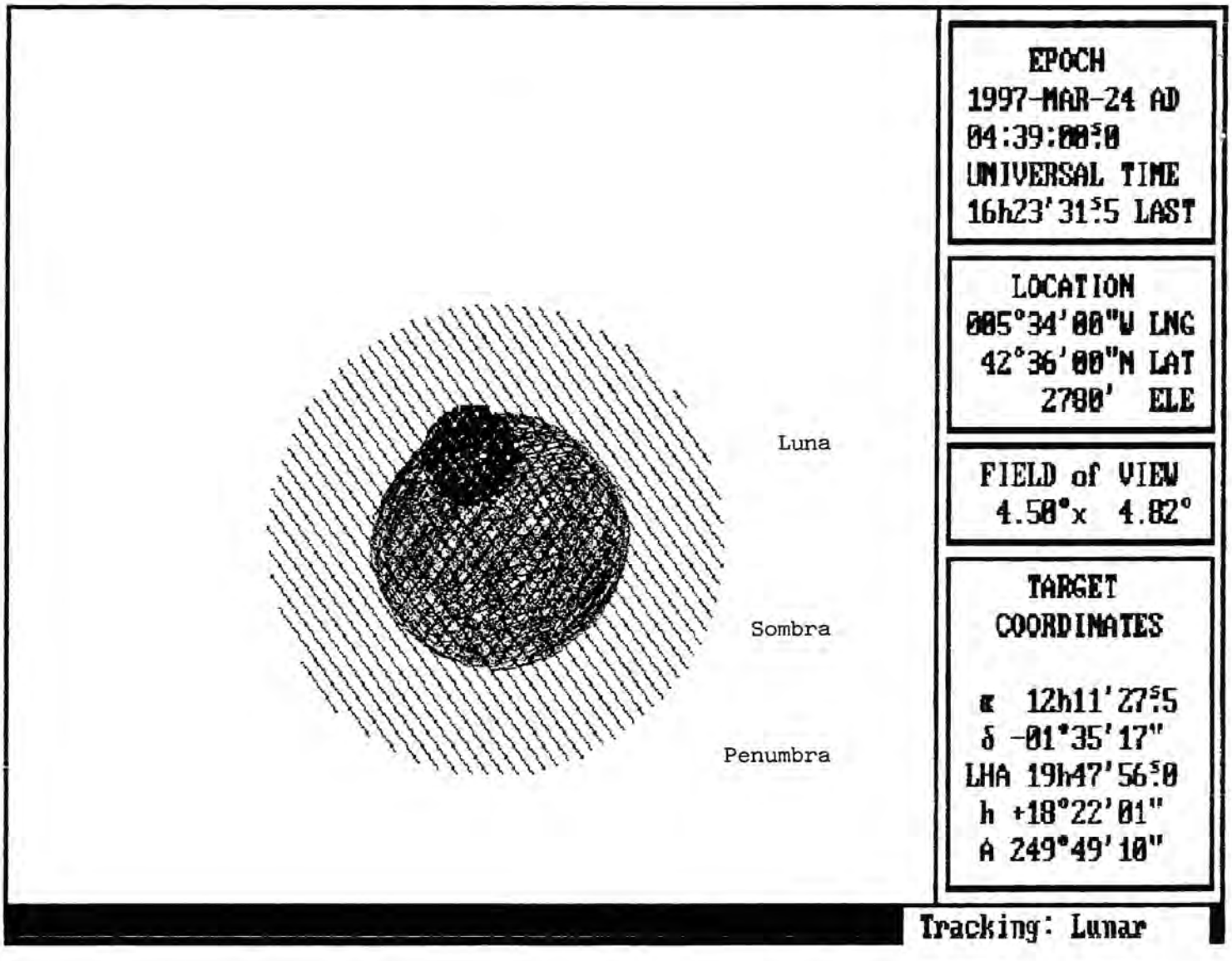
MAPA PARA LA OBSERVACIÓN DE MERCURIO

SITUACIÓN EL DÍA 5 DE ABRIL, A LAS 19:30 horas, T.U.

En los días inmediatos, anteriores y posteriores, la situación cambia poco.



ECLIPSE PARCIAL DE LUNA, VISIBLE EN ESPAÑA. DÍA 24 DE MARZO DE 1997.



SITUACIÓN EN EL INSTANTE DEL MÁXIMO DEL ECLIPSE

Progresión del eclipse:

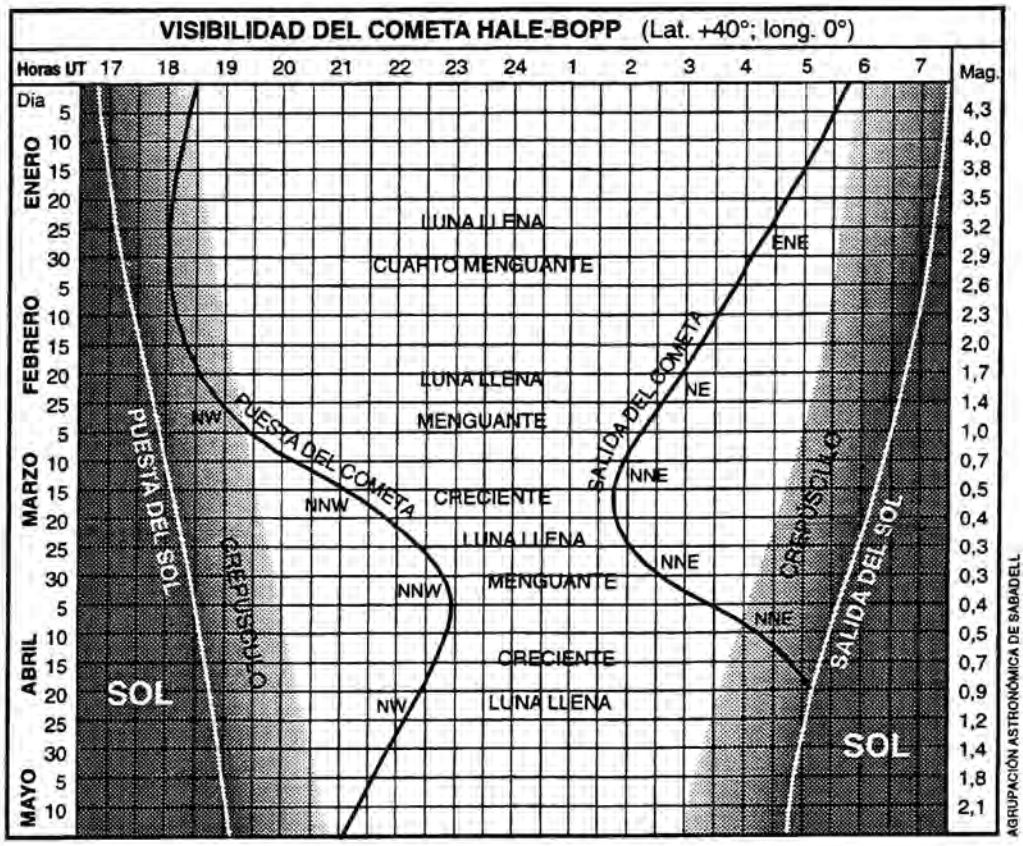
Primer contacto con la penumbra:	1:40	horas	T.U.	
Primer contacto con la sombra:	2:57	"	"	
Máximo del eclipse:	4:39	"	"	
Último contacto con la sombra	6:21	"	"	(amaneciendo)
Último contacto con la penumbra:	7:38	"	"	(la Luna ya se ha puesto)

El gráfico adjunto permite conocer aproximadamente las horas de visibilidad del cometa Hale-Bopp y su relación con el crepúsculo y con el resplandor lunar. Ejemplo: el 5 de abril el Sol se pondrá a las 18 h 30 m UT (Tiempo Universal), el crepúsculo finalizará a las 20 h (momento en que son visibles las estrellas de 6ª magitud) y el cometa, presente ya al comenzar la noche, se pondrá por el horizonte NNW sobre las 23 h, es decir, a la 1 h en horario oficial. Por la madrugada de este día el cometa habrá salido alrededor de las 3 h 30 m UT por el horizonte NNE, el crepúsculo habrá comenzado a las 4 y el Sol habrá salido a las 5 h 40 m UT. La Luna estará entre menguante y nueva, con lo cual apenas molestará. Las mejores horas para observar el cometa este día serán, pues, las inmediatas tras el crepúsculo vespertino.

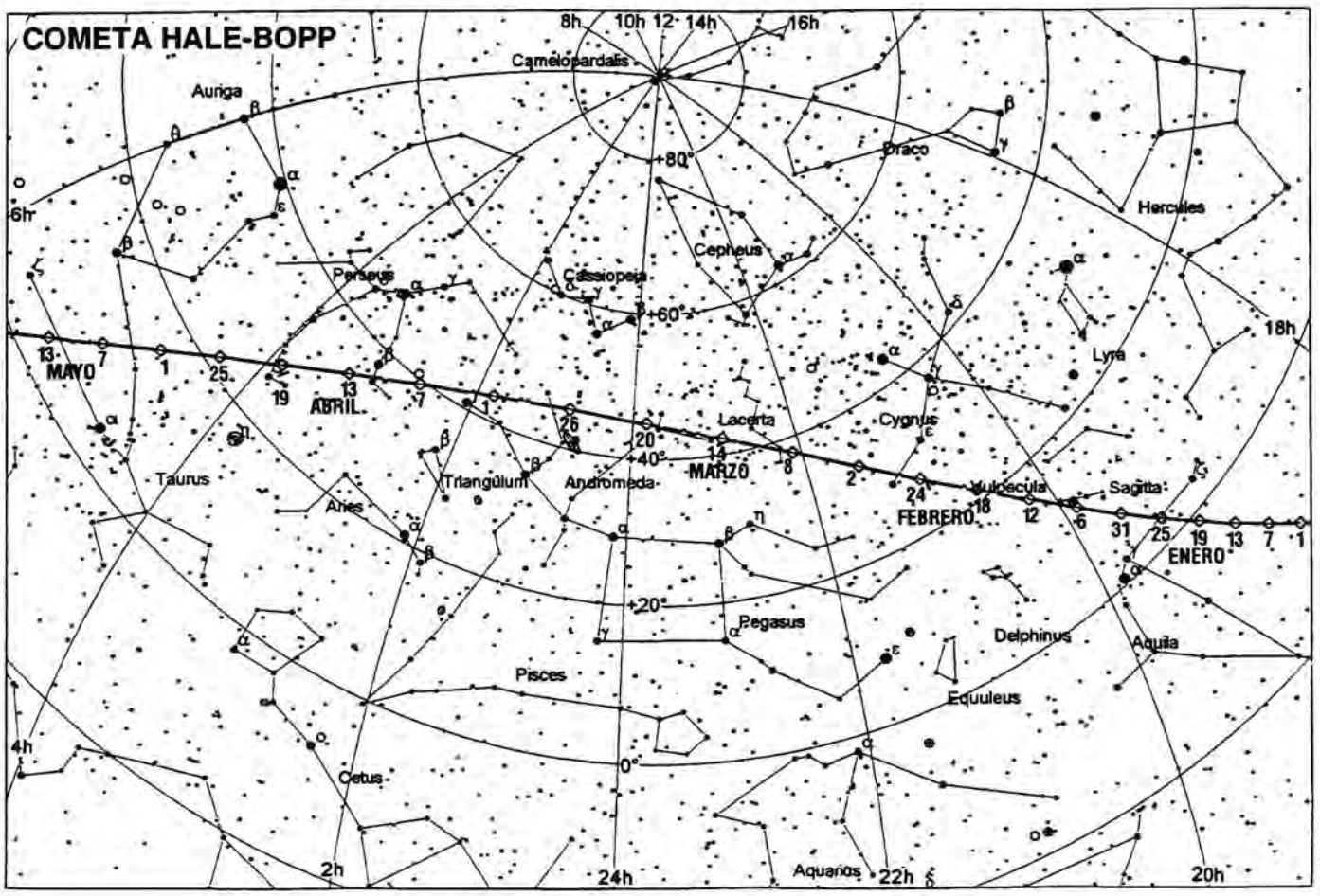
Este gráfico ha sido realizado para +40° de latitud y 0° de longitud, posición correspondiente a la costa central mediterránea y con horizonte natural (es decir, sin montañas). Sin embargo, como simplemente es orientativo, puede utilizarse en toda Catalunya, costa mediterránea y Mallorca sin ninguna corrección, salvo que las montañas falsifiquen el horizonte. En el resto de España habrá que tener en cuenta lo siguiente:

En el meridiano de Cantabria, Madrid, Ciudad Real y Granada, deben sumarse 15 m a todas las horas dadas; en el de la frontera portuguesa, deben sumarse 30 m y en Canarias, 1 hora (aparte de la corrección para la hora oficial). Además, debe tenerse en cuenta que el tiempo de visibilidad del cometa es menor cuanta más baja sea la latitud. Así, en Granada, p.e., el 5 de abril el cometa se pondrá aproximadamente media hora antes que en Madrid y saldrá media hora más tarde, mientras en la costa cantábrica casi será circumpolar. En Canarias el tiempo de visibilidad del cometa será mucho menor que en la península (unas 2 horas menos el 5 de abril).

Las magnitudes que se dan en la columna de la derecha son globales (no estelares) y deben tomarse asimismo como orientativas.

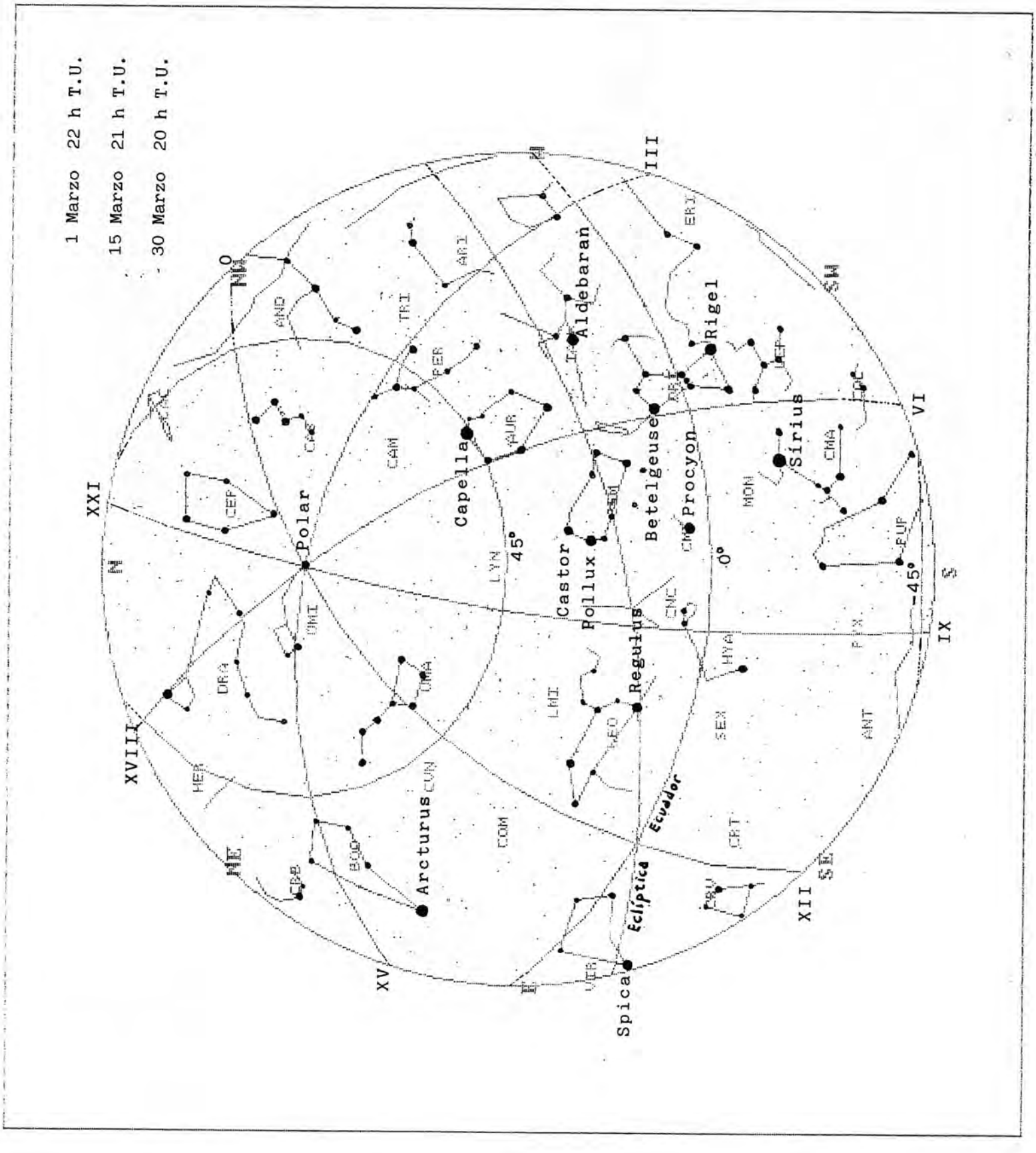


AGRUPACIÓN ASTRONÓMICA DE SABADELL

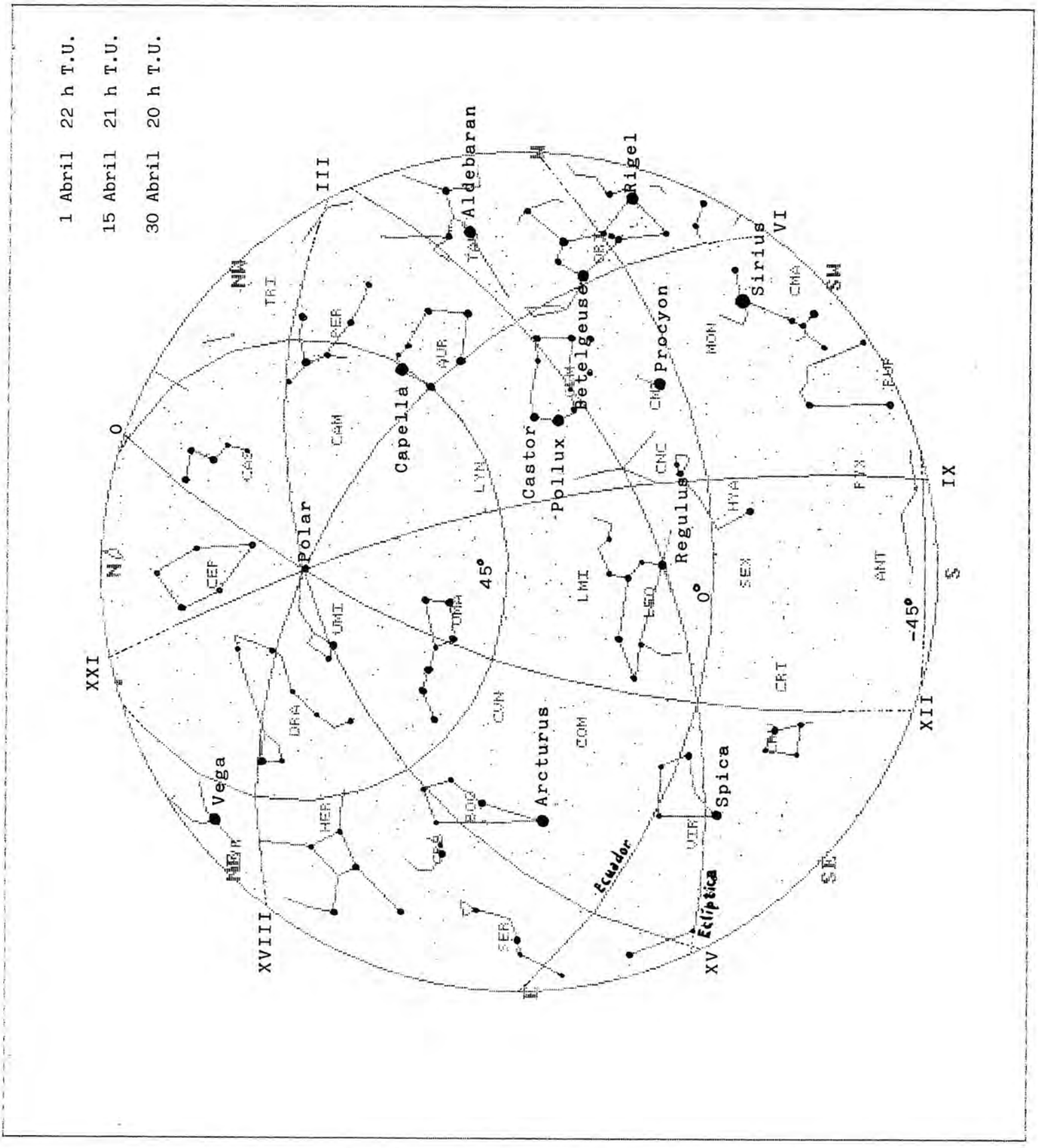


MEGASTAR

EL CIELO EN MARZO



EL CIELO EN ABRIL



MISTERIOS NO RESUELTOS DEL SOL

La estrella de la que dependen nuestras vidas, el enorme cuerpo central que contiene más del 99,8 por ciento de la masa del sistema solar, es más compleja e inescrutable de lo que los astrónomos pensaron al principio. El Sol es un astro lleno de misterios, pero algunos parece que están a punto de resolverse.

Kenneth R. Lang, Sky and Telescope, setiembre 1996

En los dos artículos anteriores hablé del núcleo generador de energía del Sol, que nos plantea el problema de los neutrinos solares, y de la atmósfera exterior del Sol, donde procesos desconocidos calientan la corona a millones de grados y originan el viento solar. En este tercer y último capítulo nos referiremos a las regiones intermedias del Sol, situadas entre su interior más profundo y su superficie visible (fotosfera).

EL PULSO DEL SOL

Los astrónomos solares han descubierto un método ingenioso y potente para penetrar en esas entrañas del Sol: el análisis del conjunto de débiles y complejas pulsaciones que recorren su disco visible. Estas oscilaciones, descubiertas a principios de los años 60, son el resultado, según se demostró en 1968, de ondas de presión (acústicas) que se reflejan y resuenan a través del interior del Sol.

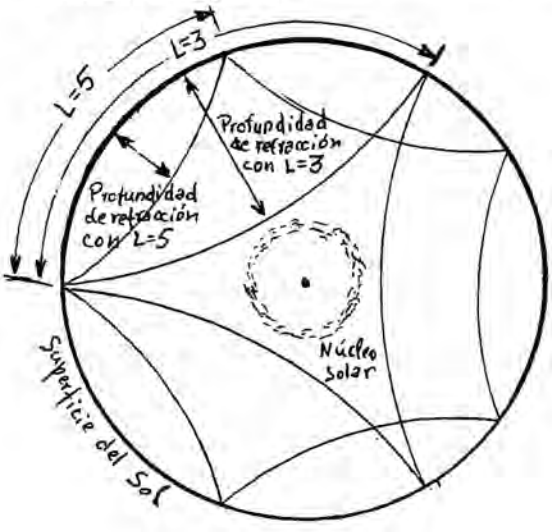
Cualquier onda acústica que se mueva por el interior del Sol se refracta (se curva) hacia la superficie debido al aumento de la velocidad del sonido a mayores profundidades. Al alcanzar la superficie y rebotar hacia el interior, la onda origina un pequeño movimiento vertical de vaivén de la fotosfera. Estas oscilaciones son extremadamente sutiles: por regla general, la fotosfera sube y baja menos de 25 metros y cambia de temperatura 0,005 grados Kelvin. No obstante, pueden detectarse por pequeñas y periódicas desviaciones de Doppler de una línea espectral bien definida (desviaciones que son consecuencia de cambios de velocidad de escasos centímetros por segundo) o por minúsculas pero regulares variaciones en la emisión total de luz del Sol.

Los "sonidos" más fuertes del Sol son de tono extremadamente bajo, como corresponde a un objeto tan grande y de tanta masa. Las frecuencias dominantes se agrupan en torno a una vibración cada cinco minutos (0,003 hercios), es decir, 12 octavas y media por debajo de la nota más baja audible por los seres humanos, que es de 20 hercios. Otras muchas notas del Sol son aún más bajas.

Si pudiéramos oír el tintineo ultrabajo del Sol, los tonos fuertes y puros sobresaldrían entre un ruido o zumbido producido por otros diez millones de frecuencias muy próximas unas a otras. Cada una de ellas tiene una trayectoria única de propagación a través del interior del Sol. Ondas de diferentes frecuencias descienden hasta diferentes profundidades antes de ser refractadas de nuevo hacia la superficie (véase el diagrama de la página siguiente). Las observaciones de muchos modos de oscilación diferentes (resonancias originadas por las propias ondas) pueden combinarse para sondear distintas profundidades del Sol y calcular las temperaturas, presiones, movimientos y composiciones químicas en cada una. Esta técnica se conoce como heliosismología (S&T, noviembre de 1987, página 470), porque es similar al análisis de la estructura de la Tierra basado en las ondas sísmicas. Cuando se aplica a otras estrellas, especialmente enanas blancas, se llama astrosismología (S&T, mayo 1995, página 14; febrero de 1995, página 14; y abril de 1992, página 374).

Los heliosismólogos ponen orden en la cacofonía separando las componentes armónicas u ondas estacionarias. Así, por ejemplo, la distancia entre los nodos de oscilación se especifica por un entero, L, llamado grado armónico esférico, que indica el número de veces que una onda acústica rebota en la superficie en una vuelta alrededor del Sol. Las ondas de grado bajo (valor de L bajo) se reflejan pocas veces en cada ronda y alcanzan zonas muy profundas del Sol. Las de grado alto (valores grandes de L) chocan contra la superficie con más frecuencia y están

confinadas en capas menos profundas, como muestra el diagrama.



Las observaciones de las oscilaciones de 5 minutos se han comparado con modelos teóricos para averiguar la densidad, temperatura y composición a muchos niveles dentro del Sol. Por ejemplo, las primeras mediciones de la velocidad del sonido fueron más altas de lo que predecían los modelos. Esto supuso mejoras en nuestro conocimiento de la opacidad interna que bloquea el flujo de radiación y gobierna la estructura de temperatura del Sol.

Un pequeño pero incuestionable cambio observado en la velocidad del sonido ha precisado el límite inferior de la zona de convección, la turbulenta región superior del interior solar donde los movimientos circulares transportan el calor como lo hace el agua hirviendo en una olla. La convección ocurre allí donde la materia solar es demasiado opaca para que la radiación se abra camino hacia afuera de modo más eficiente por difusión. Saber dónde se localiza esa división dice mucho sobre la interacción de la materia y la energía en los interiores estelares. La heliosismología ha localizado la base de la zona de convección en el 71,3 por ciento del radio de la fotosfera, a partir del centro. Debajo de este nivel se encuentra la "zona radiante", donde el gas solar está muy tranquilo e inmóvil y la radiación se abre paso aleatoriamente desde el núcleo generador de la energía.

Como las ondas sonoras se mueven más de prisa cuanto más caliente es el gas, su velocidad se puede usar como un termómetro y relacionarse así directamente con el problema de los neutrinos solares, discutido en la primera parte de este artículo. El estudio de las ondas puede, por tanto, decirnos si algo está enfriando el núcleo del Sol por debajo de los 15,6 millones de grados Kelvin teóricos, retardando así la producción de neutrinos.

Puesto que la velocidad del sonido también depende del peso molecular promedio del gas, las mediciones relativas a las ondas que penetran a mayor profundidad deberían mostrar de manera precisa cómo es realmente de abrupta la transición al núcleo rico en helio del Sol. Aunque hay indicios de que el helio puede estar esparcido hacia afuera de modo más difuso de lo que se suponía, lo que también afectaría a la velocidad de las reacciones nucleares. Si estos resultados se confirmasen, el núcleo podría no tener un límite superior bien definido.

DÍAS SIN NOCHE

Un importante obstáculo para obtener datos precisos de la oscilación solar es la rotación de la Tierra, que impide la observación del Sol a lo largo de todo el día. Las interrupciones nocturnas de los datos crean ruido de fondo que encubre las oscilaciones, salvo las más fuertes, especialmente en las bajas frecuencias. Como consecuencia, la heliosismología ha proporcionado resultados precisos sólo del 80 por ciento del interior del Sol desde la fotosfera hacia el centro, lo que corresponde al 66 por ciento de la masa del Sol. Esto apenas alcanza al núcleo generador de energía, que generalmente se considera que ocupa el 25 por ciento central del radio del Sol.

Observando el Sol continuamente durante días, semanas e incluso meses, a todas las horas, podemos reducir el ruido de fondo en la observación de las oscilaciones y examinar el interior a mayores profundidades y con una precisión sin precedentes. Esto es lo que se está haciendo ahora desde el espacio y desde tierra.

El Observatorio Espacial Solar y Heliosférico (SOHO), lanzado en diciembre pasado, es el observatorio solar más avanzado de los construidos hasta ahora. Se encuentra estacionado a un uno por ciento del camino desde la Tierra hasta el Sol, describiendo círculos alrededor del punto lagrangiano L1. Desde esta ventajosa posición, el SOHO tiene una visión continua e ininterrumpida del Sol durante las 24 horas de los 365 días del año.

Dos de los instrumentos de heliosismología del SOHO, llamados GOLF y VIRGO, han comenzado a acumular largas vistas de oscilaciones globales sin solución de continuidad. Ellas permitirán estudiar ondas sonoras con grados L desde 0 a 7, que son las que llegan a penetrar en el interior profundo solar y también podrían proporcionar las primeras detecciones inequívocas de profundas ondas gravitatorias. Estas son lentos vaivenes de materia originados por la gravedad (como las olas del mar) en lugar de la presión, como ocurre en el caso de las ondas sonoras. Se cree que pueden surgir como consecuencia de las variaciones de densidad en el núcleo del Sol y que tendrán periodos más largos que las oscilaciones medidas hasta ahora.

El tercer instrumento de heliosismología del SOHO, llamado SOI/MDI, observa ondas sonoras con valores muy altos de L, que penetran sólo a poca profundidad bajo la superficie y retornan rápidamente. Estas ondas no se pueden medir de forma efectiva desde tierra: la turbulencia de la atmósfera terrestre limita la necesaria nitidez de la imagen. Gracias a las mejores condiciones desde el espacio, el SOI/MDI puede medir con efectividad las corrientes subterráneas de pequeña escala.

Pero el Observatorio espacial en absoluto ha convertido en obsoleta la heliosismología desde tierra. El Sol se observa ahora a todas las horas del día mediante una red mundial de observatorios conocida por las siglas GONG (Grupo de la Red de Oscilaciones Globales). Sus instalaciones forman una cadena ininterrumpida que sigue al Sol mientras la Tierra gira. Como en el antiguo Imperio Británico, el Sol nunca se pone para la red GONG. En cada lugar, espectrómetros de imagen miden con mucha precisión velocidades radiales en más de 40.000 puntos de la superficie del Sol. Otras dos redes heliosismológicas, que miden sólo el brillo total del Sol, han funcionado durante varios años: la Red de Oscilación Solar de Birmingham (BiSON), un proyecto iniciado en 1981 en el Reino Unido, y la red de patrocinio francés de Investigación Internacional del Interior del Sol (IRIS), que alcanzó su despliegue total de seis instrumentos en 1994.

¿A QUÉ VELOCIDAD GIRA EL SOL?

Las ondas sonoras revelan movimientos de la materia solar, como son las corrientes internas de convección y la rotación del interior profundo del Sol. Las ondas que se mueven con la rotación aparentan moverse más de prisa, como los pájaros que se mueven a favor del viento, de modo que los períodos medidos serán más cortos. Las ondas que se propagan en contra de la rotación se retardan y mostrarán períodos más largos. Estos efectos contrarios hacen que por cada oscilación se observen un par de frecuencias próximas pero distintas.

Desde hace tres siglos los astrónomos saben (por las observaciones de las manchas del Sol) que la fotosfera gira más rápidamente en el ecuador solar que a mayores latitudes, con una variación de velocidad sin saltos. El período sidéreo de rotación del Sol varía desde los 25,0 días en el ecuador hasta los 27,8 días a los 40 grados de latitud Norte o Sur, e incluso más a mayores latitudes. La heliosismología ha mostrado recientemente, contrariamente a lo esperado, que esta rotación diferencial persiste hasta la base de la zona convectiva, que está en el 28,7 por ciento de profundidad hacia el centro del Sol. A mayores profundidades, la rotación ecuatorial se hace más lenta y las latitudes más altas giran más de prisa, de modo que las dos velocidades se igualan a mitad de camino hacia el centro. Por debajo de este punto, la rotación se muestra uniforme e independiente de la latitud: esta parte del Sol gira como una bola de billar o cualquier otro cuerpo sólido. No hay explicación para este extraño comportamiento de la rotación.

Sabemos que las estrellas jóvenes comienzan sus vidas girando rápidamente, porque conservan el momento angular al contraerse a partir de las grandes nubes interestelares. Una estrella más vieja, como el Sol, se ha vuelto más perezosa con la edad. Los astrónomos suponen desde hace tiempo que la acción de frenado tiene su origen en las líneas del campo magnético que el viento estelar transporta hacia afuera. En efecto, debido a la rotación de la estrella, giran como un remolino gigante, lanzando partículas del viento estelar oblicuamente respecto de sus extremos. Si esta explicación fuera correcta, el Sol debería haberse frenado empezando por el exterior y el interior giraría más de prisa que las capas externas. Hasta la fecha, no parece que ese sea el caso.

Sin embargo, los resultados son confusos cuando se investiga a más de medio camino de profundidad hacia el centro. Algunos investigadores afirman que a tal profundidad la velocidad de giro es mayor que en las capas superiores; otros dicen que el núcleo gira más lentamente. Estas opiniones contrapuestas

proceden de mediciones inadecuadas de los modos de oscilación de grado bajo. Sólo los modos con L=1 a 3, que se propagan casi verticalmente, alcanzan las regiones centrales del Sol. La separación rotacional de estas oscilaciones es pequeña, comparable a su anchura natural de frecuencia. Esto significa que las dos componentes de una frecuencia dividida se solapan, y la controversia puede que no sea resuelta hasta que el SOHO y/o el GONG obtengan series muy largas y sin interrupciones de datos bajos en ruido.

Entre tanto, los heliosismólogos están ocupados estudiando la rotación, las corrientes y la turbulencia cerca de la superficie, en las regiones donde el magnetismo del Sol puede generarse y mantenerse.

LOS ORÍGENES DE LA ACTIVIDAD SOLAR

No hay duda sobre el nuevo paradigma solar. El Sol es una caldera humeante de actividad, con estructuras siempre cambiantes moldeadas por campos magnéticos turbulentos y concentrados.

El gas solar está lo suficiente caliente para ser un plasma (un gas ionizado en el que los electrones se han separado de sus átomos y se mueven libremente). Un plasma conduce la electricidad. Cuando un conductor se mueve a través de un campo magnético, se genera en él una corriente eléctrica. Esta corriente crea más magnetismo, que se añade al campo magnético inicial y lo remodela. Recíprocamente, un campo magnético variable tenderá a alinear a un conductor de acuerdo con él. En resumen, que las líneas de fuerza magnéticas y las del gas cargado eléctricamente están íntimamente unidas, como lo están en un plasma en cualquier parte del Universo.

Un plasma se desliza fácilmente a lo largo de las líneas magnéticas de fuerza, como las cuentas de un collar sobre el hilo. Pero opone resistencia a moverse a través del campo en una dirección distinta. El estudio del comportamiento de un gas conductor en un campo magnético se llama magnetohidrodinámica. Esta es una ciencia abstrusa y altamente matematizada, que domina casi todo lo que sucede en las capas exteriores del Sol, en su superficie visible y en su atmósfera.

El magnetismo siempre cambiante del Sol produce perturbaciones gaseosas de una escala impresionante. Entre otros muchos efectos, las fulguraciones liberan energía magnética almacenada equivalente a miles de millones de explosiones nucleares, que elevan la temperatura de regiones de extensión similar a la terrestre en decenas de millones de grados. Las eyecciones de masa de la corona con carga magnética (CME) lanzan miles de millones de toneladas de materiales al espacio. Pero los astrónomos no saben todavía exactamente cómo y por qué ocurren estos dos tipos de erupciones y no pueden predecirlas de modo fiable.

Las fulguraciones y las CME aumentan y disminuyen a lo largo del ciclo solar de 11 años de actividad magnética. Este período se conoce como "el ciclo de las manchas del Sol" porque se descubrió (al comienzo de 1840) a partir de las variaciones periódicas en el número de manchas del Sol (imperfecciones superficiales que ahora sabemos que se originan por intensos campos magnéticos). Durante los máximos, el Sol se muestra acribillado por grupos grandes y complejos de manchas, con frecuencia bipolares, concentrados en regiones activas (áreas alteradas que emiten intensos rayos X y son propensas a las fulguraciones). En los mínimos de manchas, regiones magnéticas mucho más pequeñas brotan continuamente por toda la superficie solar. En 1996 nos encontramos en el mínimo de un ciclo de manchas.

El enrevesado magnetismo superficial del Sol se produce en un generador oculto en el interior. La circulación de gases calientes moviéndose a través del campo magnético solar genera corrientes eléctricas que, a su vez, potencian el campo magnético, exactamente como en una dínamo de una central de energía eléctrica (lo mismo sucede en los interiores fluidos de muchos planetas). Si comprendiéramos cómo trabaja este efecto dínamo en el Sol, podríamos explicar la cíclica efervescencia y relajación de la actividad solar.

Desafortunadamente, los modelos actuales de la dínamo no son consistentes con los movimientos observados en el interior del Sol. El gas eléctricamente cargado, más bien que moverse hacia arriba y hacia abajo en corrientes de convección profundas y a gran escala, aparenta circular horizontalmente cerca de la superficie solar. Por ahora, los científicos han evitado el problema que esta discrepancia

supone situando la dínamo más cerca del centro del Sol, donde la rotación diferencial parece que da paso a un giro uniforme.

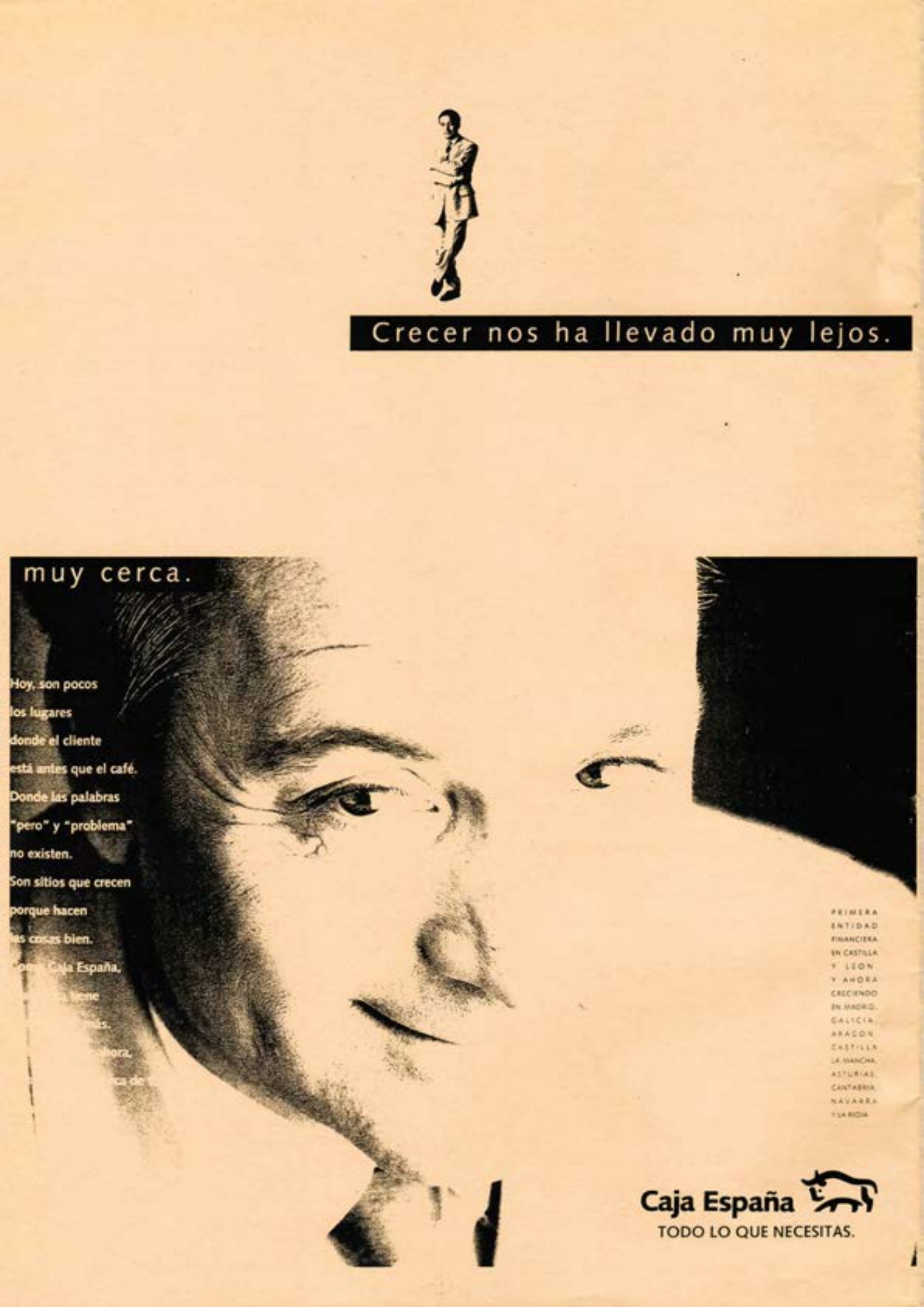
La heliosismología de alta resolución podría ayudar a mostrar qué son exactamente las manchas del Sol y cómo se origina la actividad solar. Las manchas absorben, no se sabe bien por qué, más o menos la mitad de la potencia de las ondas acústicas que se propagan a través de ellas. Las frecuencias de las oscilaciones solares varían ligeramente a lo largo del ciclo de 11 años de actividad de las manchas. ¿Apelmaza y disgrega el magnetismo alternativamente el material del interior solar?

Los instrumentos SOI/MDI a bordo del SOHO miden movimientos del "subsuelo" así como el magnetismo superficial hasta en un millón de puntos del disco solar. Conducido por el calor desde el interior, el gas eléctricamente cargado parece estar desplazándose arriba y abajo en amplios movimientos de barrido de miles de kilómetros de extensión. En algunas regiones localizadas los gases solares parece que giran en espiral como el agua en torno al desagüe de un lavabo. En otras, aparentemente comprimen los campos magnéticos, agrupándolos cerca de la superficie para confinar las manchas.

La acumulación de resultados del SOHO y el GONG proporcionan un nuevo modelo del magnetismo interior, que está íntimamente ligado a la actividad superficial. Esto puede suponer el crucial eslabón que falta para nuestra comprensión del comportamiento siempre cambiante y con múltiples facetas del Sol.

FIN

Traducción: José Mª Pérez


Crecer nos ha llevado muy lejos.
muy cerca.
Hoy, son pocos
los lugares
donde el cliente
está antes que el café.
Donde las palabras
"pero" y "problema"
no existen.
Son sitios que crecen
porque hacen
las cosas bien.
Caja España,
PRIMERA ENTIDAD FINANCIERA EN CASTILLA Y LEON. Y AHORA CRECIENDO EN MADRID, GALICIA, ARAGON, CASTILLA LA MANCHA, ASTURIAS, CANTABRIA, NAVARRA Y LA RIOJA
Caja España
TODO LO QUE NECESITAS.