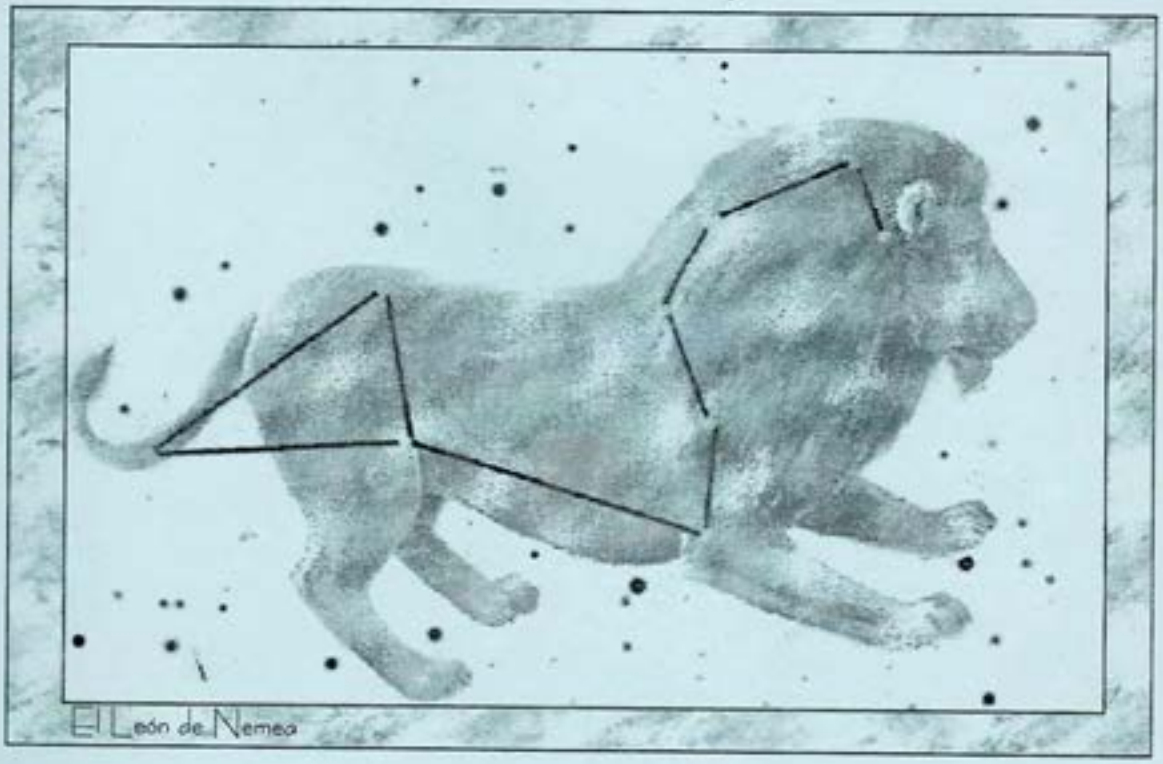
Asociación Leonesa de Astronomía

LEO

1999

Enero- Febrero- Marzo nº 49



Asociación Leonesa de Astronomía
Apartado 1236
24080 León

Asociación Leonesa de Astronomía

Presidente:
José Luis Montero
Vicepresidente:
José María Pérez
Secretaria:
Raquel Casado
Tesorero:
Francisco Martínez
Vocales:
Oscar Luis García
Miguel Veas

Director:
José María Pérez
Edición:
José María Pérez
Iván Campo
Archivo y documentación:
José María Pérez
Diseño:
Iván Campo
Sistemas informáticos:
Iván Campo
Colaboraciones:
Saúl Blanco Lanza
Víctor González López

Edita:
Asociación Leonesa de Astronomía. Ap° de correos *1236. 24080* León.
Imprime:
Gráficas Celarayn

Revista de la Asociación Leonesa de Astronomía.
Asociación inscrita en el Registro Provincial de Asociaciones el día 7 de abril de 1986 con el n° 739
Revista con deposito legal LE 858-1990
Las suscripciones a la Asociación se pueden realizar personándose en el local de la asociación o por carta.

LEO

Primer trimestre
Enero- Febrero- Marzo 1999 N° 49

Sumario

Editorial..... 2

Avisos y noticias..... 3

Sistema Solar..... 5

La Luna..... 8

Júpiter..... 11

Mapas..... 13

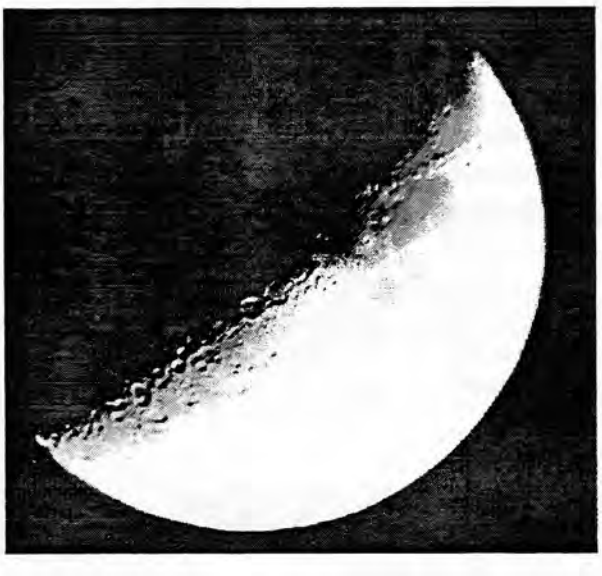
Efemérides para todo el año..... 17

Vida en Marte: Una aproximación bibliográfica..... 19

Volando a ciegas..... 30

Viaje para ver el eclipse de Sol..... 32

Lista de socios..... 36



Fotografía de la Luna obtenida por Iván Campo desde el patio del C.H.F.

EDITORIAL

Con este número, la revista **Leo** comienza una nueva andadura. Su periodicidad se vuelve trimestral. Nuestro deseo es mantener constante el número de páginas anuales, y por ello este ejemplar, correspondiente a los meses de enero, febrero y marzo del nuevo año 1999, tiene 36 páginas, en lugar de las tradicionales 24 de los números anteriores. El que este deseo de la redacción pueda hacerse realidad depende de que los miembros de la Asociación nos enviéis artículos, dibujos, fotografías, etc, que puedan tener cabida en las páginas de la revista y en cantidad suficiente.

La decisión de introducir el cambio la ha tomado el pequeño equipo de redacción por varios motivos. Por una parte, el hecho de que el local de la Asociación esté abierto todos los martes, en lugar de sólo los primeros martes de cada mes, como sucedía hasta hace no mucho tiempo, permite que los asociados que lo deseen puedan enterarse de la marcha de la Asociación y de las noticias de actualidad sobre Astronomía de forma más inmediata, acercándose al local social, que dicho sea de paso, en estos últimos meses se ve cada vez más frecuentado.

Además, nos enfrentamos a la necesidad de dedicar en el futuro más próximo una atención prioritaria a la organización de las XIV Jornadas Estatales de Astronomía del año 2000, una razón más para reducir el esfuerzo que supone la edición periódica de la revista.

Finalmente, confiamos en que espaciando el tiempo entre números consecutivos, aumenten las colaboraciones de los asociados que tengan cabida en las páginas de la revista.

Al margen de estas consideraciones, hay una buena noticia que queremos destacar. El proyecto de construcción del Observatorio Astronómico ha sido aprobado en la Comisión municipal correspondiente y será elevado al pleno del Ayuntamiento próximamente. Los plazos, con el retraso normal dentro de la inercia administrativa, se van cumpliendo.

Para terminar, la Junta Directiva de la Asociación, la Redacción de la revista y todos los que contribuimos con nuestro esfuerzo, mayor o menor, pero siempre dentro de las posibilidades de cada uno, **os deseamos a todos un feliz año 1999**.

LA REDACCIÓN

AVISOS Y NOTICIAS

AVISOS

Durante los meses de enero, febrero y marzo de 1999, continuarán las reuniones semanales de los martes en el local de la Asociación. Comenzaremos a partir del día 12 de enero. No habrá reuniones los días 16 de febrero (martes de carnaval) y 30 de marzo (Semana Santa).

NOTICIAS

Visita a Luis Aznar, Delegado Territorial en León de la Junta de Castilla y León

Mari Luz Robles, Francisco Martínez de la Torre y José Mª Pérez se entrevistaron el pasado mes de noviembre con don Luis Aznar para darle a conocer personalmente el proyecto de las XIV Jornadas Estatales de Astronomía del año 2000 en León y solicitar la colaboración de la Delegación Territorial de la Junta de Castilla y León. En la entrevista estuvo también presente don Enrique Hermida, delegado de cultura de la Junta en León, a quien ya habíamos visitado anteriormente.

En concreto, le pedimos que nos financiara una visita cultural de los congresistas y acompañantes al recinto de las Médulas, así como su asesoramiento y ayuda para conseguir que el Príncipe de Asturias acuda en persona a León para la inauguración conjunta de las Jornadas y el Observatorio Astronómico del Coto Escolar.

En cuanto a la presencia de don Felipe de Borbón en León, nos sugirieron que, como paso previo, deberíamos escribir a Juan José Lucas, Presidente de la Junta de Castilla y León, para ponerle en antecedente de nuestro propósito, lo que hicimos sin pérdida de tiempo. Más adelante deberemos iniciar gestiones personales directamente con la Casa Real, que esperamos sean apoyadas por la Junta y el Ayuntamiento.

Sobre la excursión a las Médulas, no parece haber problema. Y sin que nosotros lo pidiéramos, Enrique Hermida se ofreció a gestionar un concierto de la Orquesta Sinfónica de Castilla y León durante la semana de las Jornadas de Astronomía. Recientemente hemos recibido un escrito de Enrique Hermida en el que nos dice que este último asunto está resuelto favorablemente.

Conexión a Internet

Seguimos pendientes de realizar gestiones con Telefónica y con otras empresas de la competencia para instalar teléfono en el local del C.H.F. Esperamos poder resolver este asunto antes del final de enero. Una vez resuelto este asunto y establecida la conexión con Internet, enviaremos una primera comunicación sobre las XIV Jornadas Estatales de Astronomía a todas las Asociaciones astronómicas de España.

Junta anual de la Asociación

Junto con la revista, y en hoja aparte, enviamos la convocatoria para la Junta anual de la Asociación. Os pedimos encarecidamente vuestra asistencia. Uno de los puntos a tratar es la actualización de la cuota anual, que pensamos que podría ser de 4.000 pesetas.

En cualquier caso, las cuotas se pondrán al cobro inmediatamente después de que se celebre la Junta Anual.

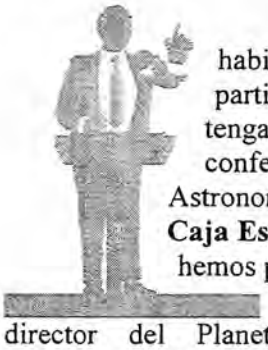
Observatorio Astronómico

Poco a poco se van superando los diferentes trámites para su construcción.

Hace pocos días apareció en la prensa local una nota en la que se informaba de que el proyecto, por un importe de 38 millones de pesetas, ha sido aprobado por la Comisión correspondiente. El siguiente paso, que esperamos que no se demore mucho, será la aprobación por el Pleno del Ayuntamiento.

Incluimos en esta misma página una fotocopia de la página de **El Diario de León** donde apareció la noticia.

Ciclo anual de conferencias "Otros Mundos"



Como va siendo habitual, posiblemente a partir del mes de marzo tengan lugar las conferencias de Astronomía que patrocina **Caja España**. En esta ocasión hemos propuesto los nombres de Javier Armentia, director del Planetario de Pamplona, Francisco Anguita, Catedrático de Planetología de la Universidad Complutense de Madrid, y Juan Oró, investigador español en exobiología universalmente conocido, residente hasta no hace muchos años en Estados Unidos.

Los dos primeros han aceptado ya las condiciones para intervenir en el ciclo de conferencias y estamos a la espera de lo que decida Juan Oró. Si aceptase la invitación, posiblemente se convierta en el científico de mayor talla internacional que haya dado una charla en León.

Reunión de la Junta Directiva y cena de Navidad

El día 21 de diciembre se reunió la Junta Directiva de la Asociación para decidir la fecha y el Orden del día de la Junta Anual, así como para estudiar asuntos urgentes de la Asociación.

A continuación, varios miembros de la Asociación se reunieron en una cena de hermandad y conmemorativa de la Navidad.

Diario de León

Viernes, 4 de diciembre de 1998

Un Observatorio Astronómico para el Coto Escolar

El concejal de educación Miguel Fernández Llamazares presentó ayer en la Comisión de Cultura un proyecto de Construcción de un Observatorio Astronómico para el Coto Escolar. Para llevar a cabo la ejecución de dicho proyecto es necesaria una inversión de 38 millones de pesetas que ayer fue aprobada por la Comisión. Con esta iniciativa se completa el conjunto de actividades que pueden realizarse en el Coto Escolar, que ya cuenta con un complejo deportivo así como con el albergue juvenil.

El Coto contará en breve con una puerta de acceso, cuyo proyecto valorado en 12 millones de pesetas y su ejecución fue también aprobado ayer.

EFEMÉRIDES DEL SOL Y LOS PLANETAS PARA LEÓN

HORAS EN TIEMPO UNIVERSAL (T.U.).
PARA OBTENER LA HORA OFICIAL SÚMESE UNA HORA.

ASTRO	COORDENADAS A 0:00 T.U. A.R.	DEC	HORA SALIDA	HORA CULMINACIÓN	HORA PUESTA
	h m	° '	h m	h m	h m
1 de ENERO					
Sol	18: 44	- 23: 03	07: 52	12: 25	17: 00
Mercurio	17: 22	- 22: 34	06: 30	11: 03	15: 39
Venus	19: 50	- 22: 21	08: 57	13: 32	18: 09
Marte	13: 11	- 05: 27	01: 08	06: 51	12: 35
Júpiter	23: 33	- 04: 18	11: 24	17: 11	22: 59
Saturno	01: 43	+ 07: 55	12: 48	19: 21	01: 54
Urano	20: 55	- 18: 05	09: 40	14: 34	19: 27
Neptuno	20: 13	- 19: 38	09: 05	13: 52	18: 39
15 de ENERO					
Sol	19: 45	- 21: 14	07: 49	12: 31	17: 14
Mercurio	18: 52	- 23: 58	07: 11	11: 39	16: 08
Venus	21: 3	- 18: 24	08: 57	13: 49	18: 45
Marte	13: 36	- 07: 50	00: 47	06: 21	11: 55
Júpiter	23: 41	- 03: 22	10: 34	16: 25	22: 16
Saturno	01: 44	+ 08: 04	11: 54	18: 27	01: 00
Urano	20: 58	- 17: 52	08: 47	13: 42	18: 36
Neptuno	20: 15	- 19: 32	08: 12	12: 59	17: 46

➢ FENÓMENOS

ENERO 3: La Tierra en el perihelio a las 13 horas T.U. (147.100.000 km)
ENERO 5: Día en que el Sol sale más tarde
ENERO 22: Neptuno en conjunción con el Sol
ENERO 31: Eclipse penumbral de Luna, visible con dificultad en España.

➢ VISIBILIDAD DE LOS PLANETAS

MERCURIO: En los 5 primeros días del mes, visible al amanecer, hacia el Sudeste.
VENUS: Visible durante todo el mes al anochecer, hacia el Sudoeste.
MARTE: Visible desde las dos de la noche, aproximadamente, hasta el amanecer.
JÚPITER: Visible sólo en las primeras horas de la noche hacia el Sudoeste.
SATURNO: Visible en la primera mitad de la noche.
URANO Y NEPTUNO: Se ponen poco después del Sol y resultan prácticamente invisibles.

➢ LLUVIAS DE ESTRELLAS FUGACES

Durante el mes de enero, se podrán observar las siguientes lluvias de estrellas fugaces:

Nombre del enjambre	Día del máximo	Número medio de apariciones por hora	Coordenadas del radiante A.R.	δ
Cuadrántidas	3 de enero	50	15 h 30 m	+50°

EFEMÉRIDES DEL SOL Y LOS PLANETAS PARA LEÓN

Febrero

HORAS EN TIEMPO UNIVERSAL (T.U.).
PARA OBTENER LA HORA OFICIAL SÚMESE UNA HORA.

ASTRO	COORDENADAS A 0:00 T.U. A.R.	DEC	HORA SALIDA	HORA CULMINACIÓN	HORA PUESTA
	h m	° '	h m	h m	h m
1 de FEBRERO					
Sol	20: 57	- 17: 17	07: 36	12: 35	17: 36
Mercurio	20: 50	- 19: 54	07: 43	12: 29	17: 19
Venus	22: 26	- 11: 24	08: 44	14: 05	19: 29
Marte	14: 03	- 10: 16	00: 16	05: 41	11: 06
Júpiter	23: 53	- 02: 02	09: 34	15: 30	21: 26
Saturno	01: 46	+ 08: 25	10: 48	17: 23	23: 57
Urano	21: 02	- 17: 35	07: 43	12: 39	17: 35
Neptuno	20: 18	- 19: 23	07: 07	11: 55	16: 43
15 de FEBRERO					
Sol	21: 52	- 12: 54	07: 19	12: 36	17: 54
Mercurio	22: 27	- 11: 17	07: 49	13: 11	18: 37
Venus	23: 31	- 04: 31	08: 27	14: 14	20: 04
Marte	14: 21	- 11: 48	23: 47	05: 06	10: 24
Júpiter	00: 04	- 00: 50	08: 45	14: 46	20: 46
Saturno	01: 50	+ 08: 49	09: 55	16: 31	23: 08
Urano	21: 05	- 17: 22	06: 50	11: 47	16: 44
Neptuno	20: 20	- 19: 16	06: 13	11: 02	15: 50

➢ FENÓMENOS

FEBRERO 2: La Luna oculta la estrella Régulus
FEBRERO 2: Urano en conjunción con el Sol
FEBRERO 4: Mercurio en conjunción inferior con el Sol
FEBRERO 16: Eclipse anular de Sol **invisible** en España

➢ VISIBILIDAD DE LOS PLANETAS

MERCURIO: En los 5 últimos días del mes, visible al atardecer, hacia el Suroeste. Las condiciones serán mejores al comienzo de marzo.
VENUS: Visible durante todo el mes en las primeras horas de la noche.
MARTE: Visible desde la medianoche.
JÚPITER: Visible sólo en las primeras horas de la noche hacia el Suroeste.
SATURNO: Visible hasta algo antes de la medianoche.
URANO Y NEPTUNO: Salen muy poco antes que el Sol y resultan prácticamente invisibles.

➢ LLUVIAS DE ESTRELLAS FUGACES

No hay lluvias importantes de estrellas durante el mes de febrero.

EFEMÉRIDES DEL SOL Y LOS PLANETAS PARA LEÓN

Marzo

HORAS EN TIEMPO UNIVERSAL (T.U.).
PARA OBTENER LA HORA OFICIAL SÚMESE UNA HORA.

ASTRO	COORDENADAS A 0:00 T.U. A.R.	DEC	HORA SALIDA	HORA CULMINACIÓN	HORA PUESTA
	h m	° '	h m	h m	h m
1 de MARZO					
Sol	22: 46	- 07: 50	06: 30	12: 34	18: 39
Mercurio	23: 50	+ 00: 05	07: 36	13: 38	19: 42
Venus	00: 34	+ 02: 46	08: 19	14: 22	20: 26
Marte	14: 35	- 12: 52	22: 21	04: 24	10: 26
Júpiter	00: 15	+ 00: 27	08: 0	14: 02	20: 05
Saturno	01: 55	+ 09: 18	09: 39	15: 41	21: 43
Urano	21: 08	- 17: 08	04: 53	10: 55	16: 58
Neptuno	20: 22	- 19: 10	04: 6	10: 09	16: 11
15 de MARZO					
Sol	23: 38	- 02: 24	06: 34	12: 30	18: 29
Mercurio	00: 04	+ 04: 18	06: 36	12: 55	19: 12
Venus	01: 36	+ 09: 53	07: 48	14: 29	21: 13
Marte	14: 41	- 13: 24	22: 22	03: 34	08: 47
Júpiter	00: 27	+ 01: 46	07: 09	13: 19	19: 29
Saturno	02: 00	+ 09: 50	08: 11	14: 51	21: 32
Urano	21: 11	- 16: 56	05: 05	10: 03	15: 01
Neptuno	20: 24	- 19: 03	04: 27	09: 16	14: 04
31 de MARZO					
Sol	00: 36	+ 03: 54	06: 06	12: 26	18: 48
Mercurio	23: 26	- 02: 42	05: 22	11: 15	17: 07
Venus	02: 50	+ 17: 05	07: 30	14: 39	21: 53
Marte	14: 38	- 13: 16	21: 14	02: 27	07: 41
Júpiter	00: 42	+ 03: 18	06: 15	12: 30	18: 46
Saturno	02: 07	+ 10: 30	07: 13	13: 56	20: 38
Urano	21: 14	- 16: 44	04: 04	09: 03	14: 02
Neptuno	20: 25	- 18: 59	03: 24	08: 14	13: 04

➢ FENÓMENOS

MARZO 3: Máxima elongación al Este de Mercurio
MARZO 19: Mercurio en conjunción inferior con el Sol
MARZO 21: Comienza la Primavera, a la 1:43 horas T.U. Durará 93 días)
MARZO 22: Ocultación de Aldebarán por la Luna.

➢ VISIBILIDAD DE LOS PLANETAS

MERCURIO: En la primera semana del mes, visible al anochecer, hacia el Oeste.
VENUS: Visible durante todo el mes en las primeras horas de la noche.
MARTE: Visible desde antes de la medianoche hasta el amanecer.
JÚPITER: Visible con dificultad hacia el Oeste durante el crepúsculo vespertino.
SATURNO: Visible hacia el Oeste sólo en las primerísimas hora de la noche.
URANO Y NEPTUNO: Salen poco antes que el Sol y son difícilmente visibles hacia el Este.

➢ LLUVIAS DE ESTRELLAS FUGACES

No hay lluvias importantes de estrellas fugaces durante este mes.

La Luna
enero

FASES DE LA LUNA

DÍA	FASE	HORA	COORDENADAS A.R.	COORDENADAS DEC	SALE	CULMINA	SE PONE
		h m	h m	° '	h m	h m	h m
2	Luna llena	02: 51	06: 46	+19: 07	17: 46	00: 19	07: 52
9	C. Menguante	14: 23	13: 14	-03: 59	00: 03	06: 10	12: 08
17	Luna nueva	15: 40	19: 52	-19: 16	07: 28	12: 23	17: 22
24	C. Creciente	19: 17	02: 15	+07: 42	11: 43	18: 21	-
31	Luna llena	16: 08	08: 56	+15: 41	17: 36	-	07: 21

OCULTACIONES DE ESTRELLAS POR LA LUNA

Desaparición Día	h m s	Borde	Reaparición Día	h m s	Borde	Magnitud estrella
7	01: 14: 57	I	7	02: 03: 04	O	4,0
8	01: 52: 47	I	8	02: 55: 16	O	6,0
25	18: 48: 38	O	25	20: 06: 05	I	6,0
26	18: 24: 02	O	26	19: 41: 03	I	6,0
26	23: 24: 13	O	26	23: 50: 39	I	6,3
27	01: 10: 36	O	27	01: 58: 38	I	3,6

CURIOSIDADES

	DÍA	HORA	DISTANCIA (km)	DIÁMETRO APARENTE
APOGEO	11	12	404.834	0,4919°
PERIGEO	26	22	369.252	0,5394°

Día en que culmina más alto: 2 de enero a 61° 48'
Día en que culmina más bajo: 16 de enero a 22° 12'

La Luna
febrero

➢ FASES DE LA LUNA

DÍA	FASE	HORA	COORDENADAS A.R.	DEC	SALE	CULMINA	SE PONE
		h m	h m	° '	h m	h m	h m
8	C. Menguante	12:00	15: 11	-13: 04	00: 44	06: 13	11: 35
16	Luna nueva	06: 41	22: 01	-13: 32	07: 28	12: 50	18: 19
23	C. Creciente	02: 45	04: 10	+15: 08	11: 40	19: 01	01: 20

➢ OCULTACIONES DE ESTRELLAS POR LA LUNA

Día	Desaparición h m s	Borde	Día	Reaparición h m s	Borde	Magnitud estrella
2	00: 07: 53	I	2	01: 07: 38	O	1,4 (Regulus)
3	03: 59: 26	I	3	05: 16: 06	O	4,6
19	21: 06: 51	O	19	-	I	6,0
23	21: 56: 23	O	23	22: 43: 48	I	5,5

➢ CURIOSIDADES

	DÍA	HORA	DISTANCIA (km)	DIÁMETRO APARENTE
APÒGEO	8	9	404.396	0,4925°
PERIGEO	20	14	368.656	0,5402°

Día en que culmina más alto: 25 de febrero a 61° 42'
Día en que culmina más bajo: 12 de febrero a 22° 18'

La Luna marzo

➢ FASES DE LA LUNA

DÍA	FASE	HORA	COORDENADAS A.R.	DEC	SALE	CULMINA	SE PONE
		h m	h m	° ‘	h m	h m	h m
2	Luna llena	07: 00	10: 52	+08: 33	18: 34	00: 25	07: 10
10	C. Menguante	08: 44	17: 14	-19: 07	01: 23	06: 23	11: 20
17	Luna nueva	18: 50	23: 50	-04: 41	06: 34	12: 22	18: 18
24	C. Creciente	10: 20	06: 17	+18: 48	11: 17	18: 50	01: 24
31	Luna llena	22: 50	12: 47	-01: 18	18: 25	-	06: 11

➢ OCULTACIONES DE ESTRELLAS POR LA LUNA

Día	Desaparición h m s	Borde	Día	Reaparición h m s	Borde	Magnitud estrella
22	18: 30: 11	O	22	19: 30: 34	I	0,8(Aldebarán)
30	04: 19: 58	O	30	05: 10: 42	I	4,0

➢ CURIOSIDADES

	DÍA	HORA	DISTANCIA (km)	DIÁMETRO APARENTE
APÒGEO	8	5	404.746	0,4921°
PERIGEO	20	0	363.279	0,5482°

Día en que culmina más alto: 24 de marzo a 61° 54'
Día en que culmina más bajo: 12 de marzo a 22° 18'

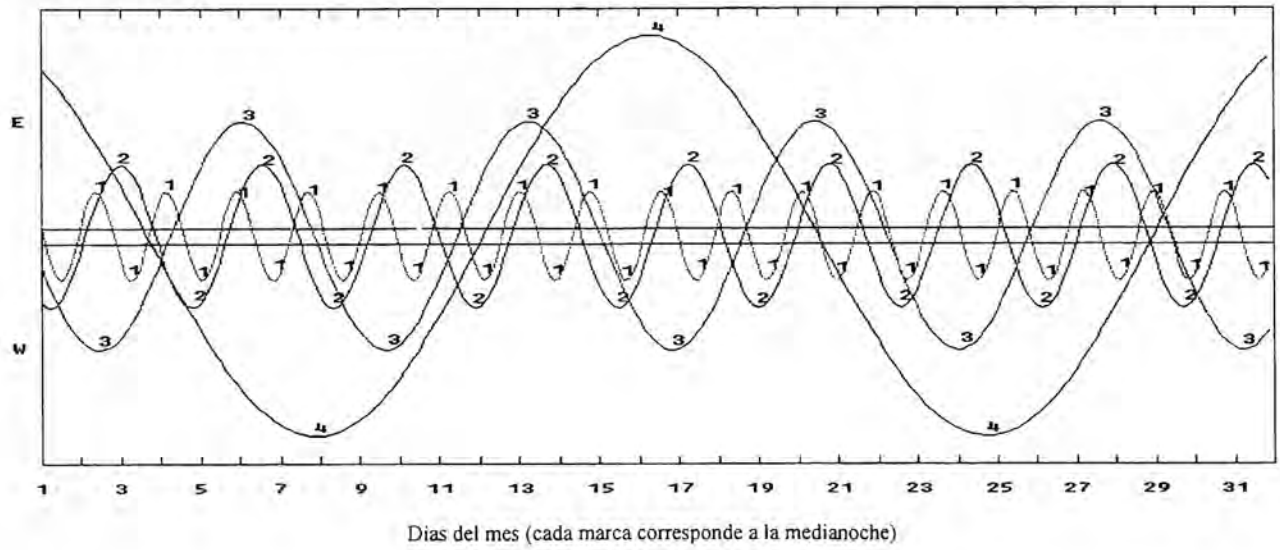
Satélites de Júpiter. Enero 1999

I - Io. II - Europa. III - Ganimedes. IV - Calisto

E - Eclipse.
O - Ocultación.
T - Tránsito del satélite por delante del disco del planeta.
S - Proyección de la sombra del satélite sobre el disco del planeta.
c - comienzo del fenómeno.
f - final del fenómeno.

D	h	m			D	h	m			D	h	m			D	h	m			D	h	m		
1	0	41	I	Tc	7	12	12	II	Sc	13	10	10	I	Tc	19	14	49	I	Oc	25	19	40	I	Tc
	1	58	I	Sc		12	26	II	Tf		11	21	I	Sc		18	10	I	Ef		20	43	I	Sc
	2	55	I	Tf		14	49	II	Sf		12	24	I	Tf		20	53	II	Oc		21	10	III	Of
	4	11	I	Sf		19	17	III	Tc		13	33	I	Sf							21	55	I	Tf
	21	51	I	Oc		22	32	III	Tf						20	1	50	II	Ef		22	17	III	Ec
										14	7	19	I	Oc		11	09	IV	Tc		22	56	I	Sf
2	1	21	I	Ef	8	0	24	III	Sc		10	43	I	Ef		12	10	I	Tc					
	1	57	II	Oc		2	40	I	Tc		12	29	II	Tc		13	17	I	Sc	26	1	14	III	Ef
	7	15	II	Ef		3	22	III	Sf		14	49	II	Sc		13	26	IV	Tf		16	49	I	Oc
	19	10	I	Tc		3	54	I	Sc		15	10	II	Tf		14	24	I	Tf		20	05	I	Ef
	20	27	I	Sc		4	54	I	Tf		17	26	II	Sf		15	29	I	Sf		23	41	II	Oc
	21	25	I	Tf		6	06	I	Sf		23	37	III	Tc										
	22	40	I	Sf		23	50	I	Oc						21	9	19	I	Oc	27	4	28	II	Ef
										15	2	51	III	Tf		12	28	I	Ef		14	11	I	Tc
3	15	16	IV	Tc	9	3	17	I	Ef		4	27	III	Sc		15	14	II	Tc		15	12	I	Sc
	16	20	I	Oc		4	42	II	Oc		4	40	I	Tc		17	26	II	Sc		16	25	I	Tf
	17	44	IV	Tf		9	53	II	Ef		5	50	I	Sc		17	55	II	Tf		17	25	I	Sf
	19	50	I	Ef		21	10	I	Tc		6	54	I	Tf		20	02	II	Sf					
	20	23	II	Tc		22	23	I	Sc		7	24	III	Sf						28	11	19	I	Oc
	22	54	II	Sc		23	24	I	Tf		8	02	I	Sf	22	3	58	III	Tc		14	34	I	Ef
	23	04	II	Tc												6	40	I	Tc		18	00	II	Tc
					10	0	36	I	Sf	16	1	49	I	Oc		7	12	III	Tf		20	02	II	Sc
4	1	31	II	Sf		18	19	I	Oc		5	12	I	Ef		7	45	I	Sc		20	42	II	Tf
	4	56	III	Oc		21	45	I	Ef		7	29	II	Oc		8	30	III	Sc		21	08	IV	Oc
	8	13	III	Of		23	06	II	Tc		12	31	II	Ef		8	54	I	Tf		22	39	II	Sf
	10	10	III	Ec							23	10	I	Tc		9	58	I	Sf		23	25	IV	Of
	13	10	III	Ef	11	1	31	II	Sc							11	26	III	Sf					
	13	40	I	Tc		1	47	II	Tf	17	0	19	I	Sc						29	8	21	III	Tc
	14	56	I	Sc		4	07	II	Sf		1	24	I	Tf	23	3	49	I	Oc		8	41	I	Tc
	15	55	I	Tf		9	12	III	Oc		2	31	I	Sf		7	07	I	Ef		9	41	I	Sc
	17	09	I	Sf		12	29	III	Of		20	19	I	Oc		10	17	II	Oc		10	55	I	Tf
						14	12	III	Ep		23	41	I	Ef		15	09	II	Ef		11	34	III	Tf
5	10	50	I	Oc		15	40	I	Tc												11	54	I	Sf
	14	19	I	Ef		16	52	I	Sc	18	1	51	II	Tc	24	1	10	I	Tc		12	32	III	Sc
	15	19	II	Oc		17	11	III	Ef		4	07	II	Sc		2	14	I	Sc		15	27	III	Sf
	20	34	II	Ef		17	54	I	Tf		4	32	II	Tf		3	25	I	Tf					
						19	04	I	Sf		6	44	II	Sf		4	27	I	Sf	30	5	50	I	Oc
6	8	10	I	Tc							13	32	III	Oc		22	19	I	Oc		9	03	I	Ef
	9	25	I	Sc	12	1	01	IV	Oc		16	48	III	Of							13	06	II	Oc
	10	24	I	Tf		3	33	IV	Of		17	40	I	Tc	25	1	36	I	Ef		17	47	II	Ef
	11	38	I	Sf		12	49	I	Oc		18	14	III	Ec		4	37	II	Tc					
						16	14	I	Ef		18	48	I	Sc		6	44	II	Sc	31	3	11	I	Tc
7	5	20	I	Oc		18	05	II	Oc		19	54	I	Tf		7	18	II	Tf		4	10	I	Sc
	8	48	I	Ef		23	12	II	Ef		21	00	I	Sf		9	21	II	Sf		5	26	I	Tf
	9	45	II	Tc							21	13	III	Ef		17	55	III	Oc		6	23	I	Sf

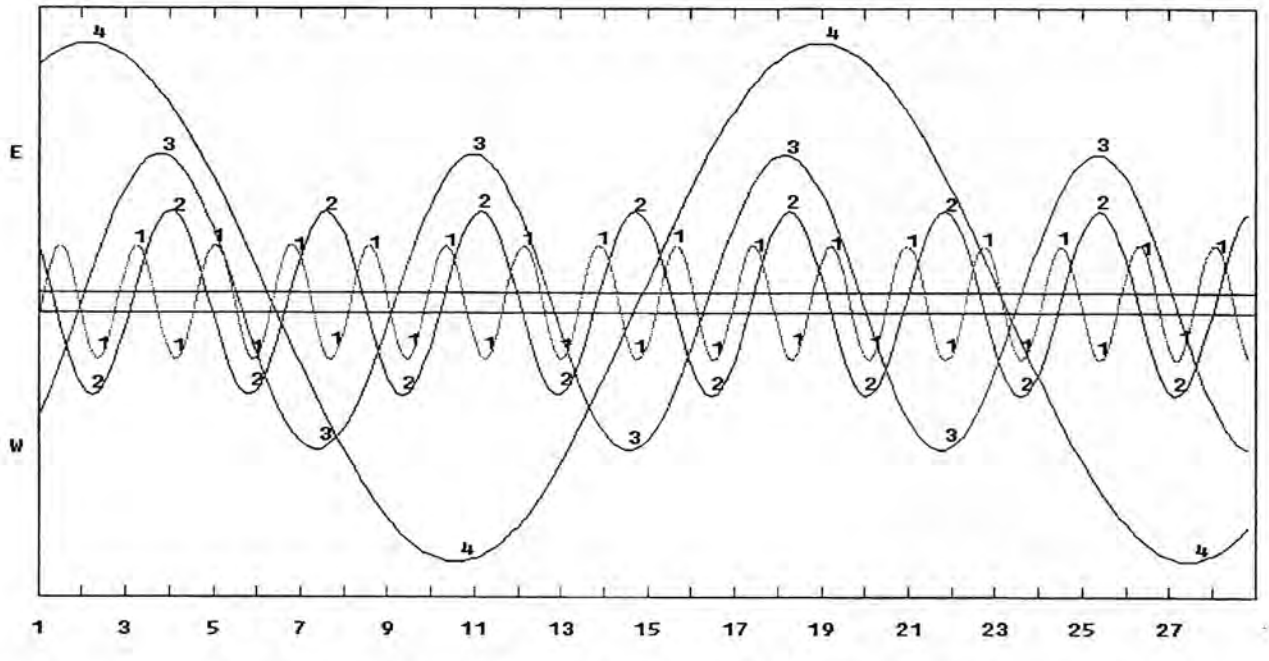
GRÁFICO DEL MES DE ENERO



Dias del mes (cada marca corresponde a la medianoche)

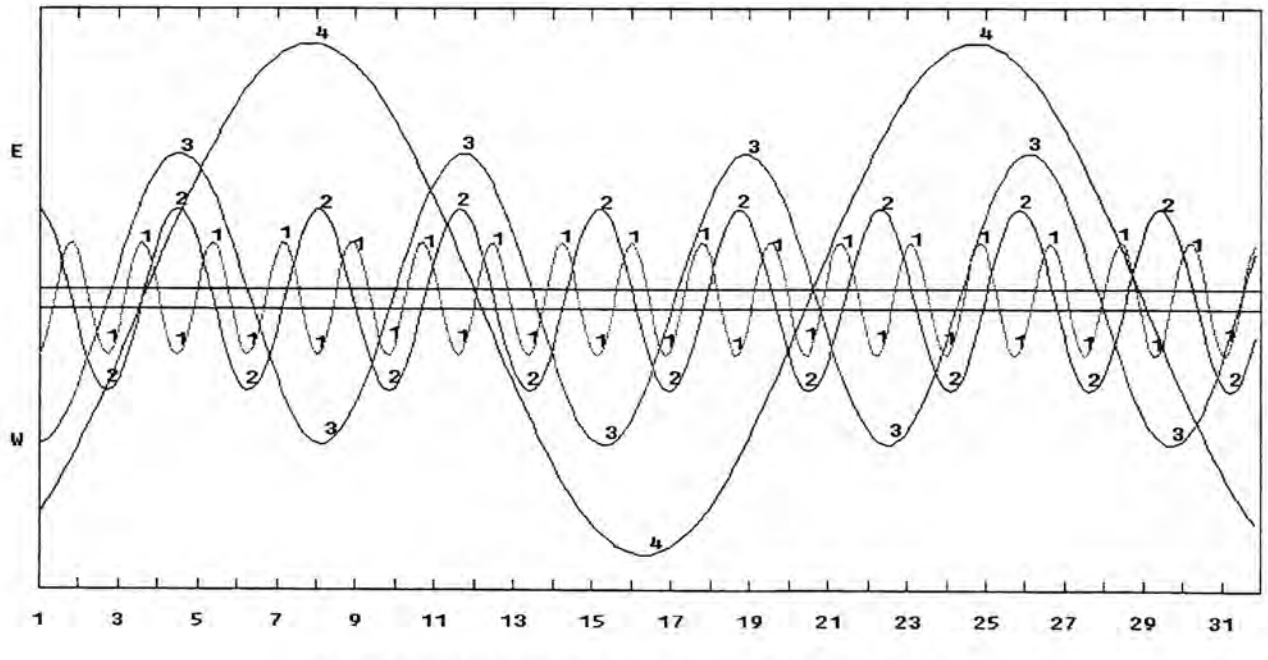
Satélites de Júpiter

FEBRERO



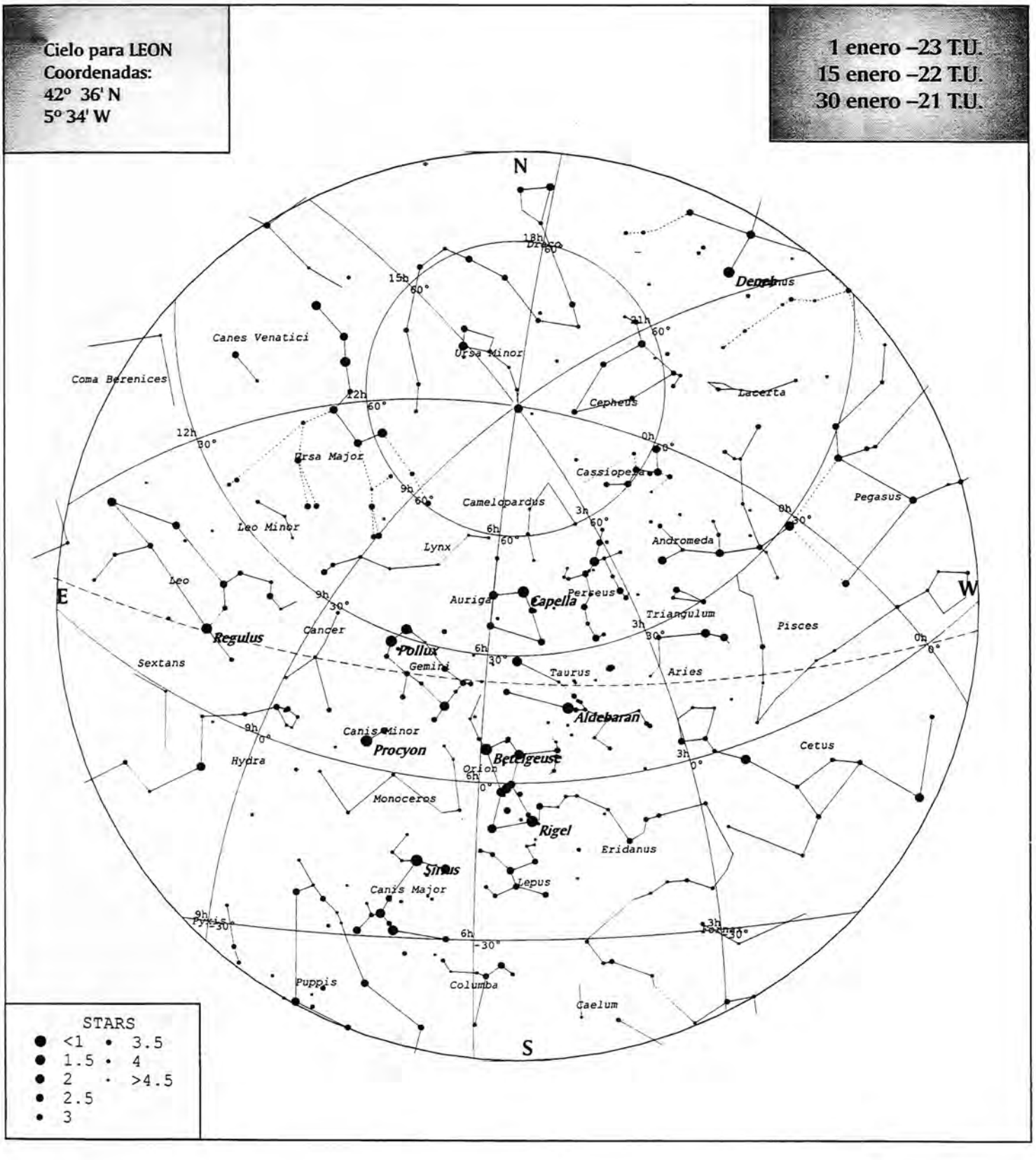
Días del mes (cada marca corresponde a la medianoche)

MARZO



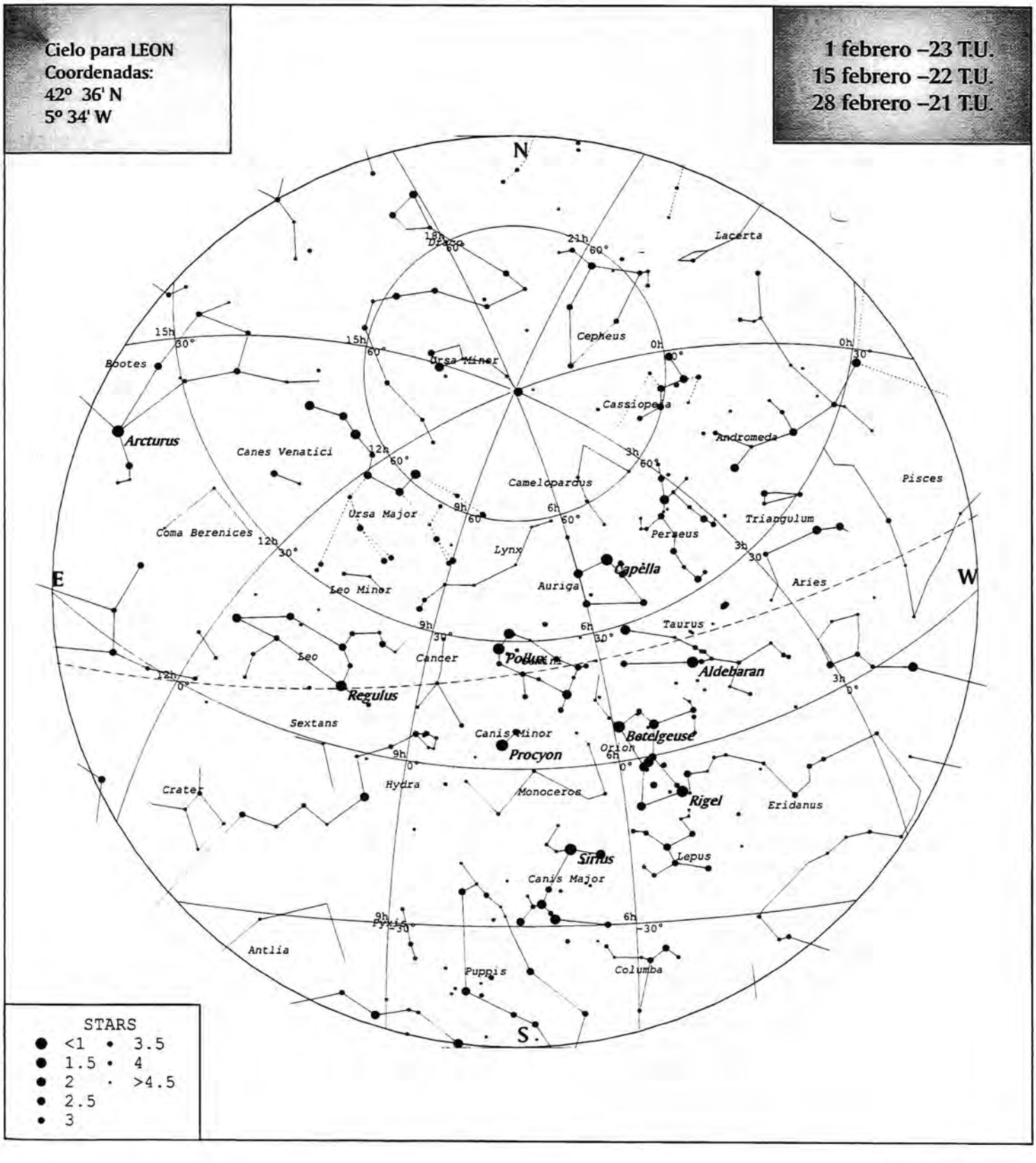
Días del mes (cada marca corresponde a la medianoche)

EL CIELO EN ENERO



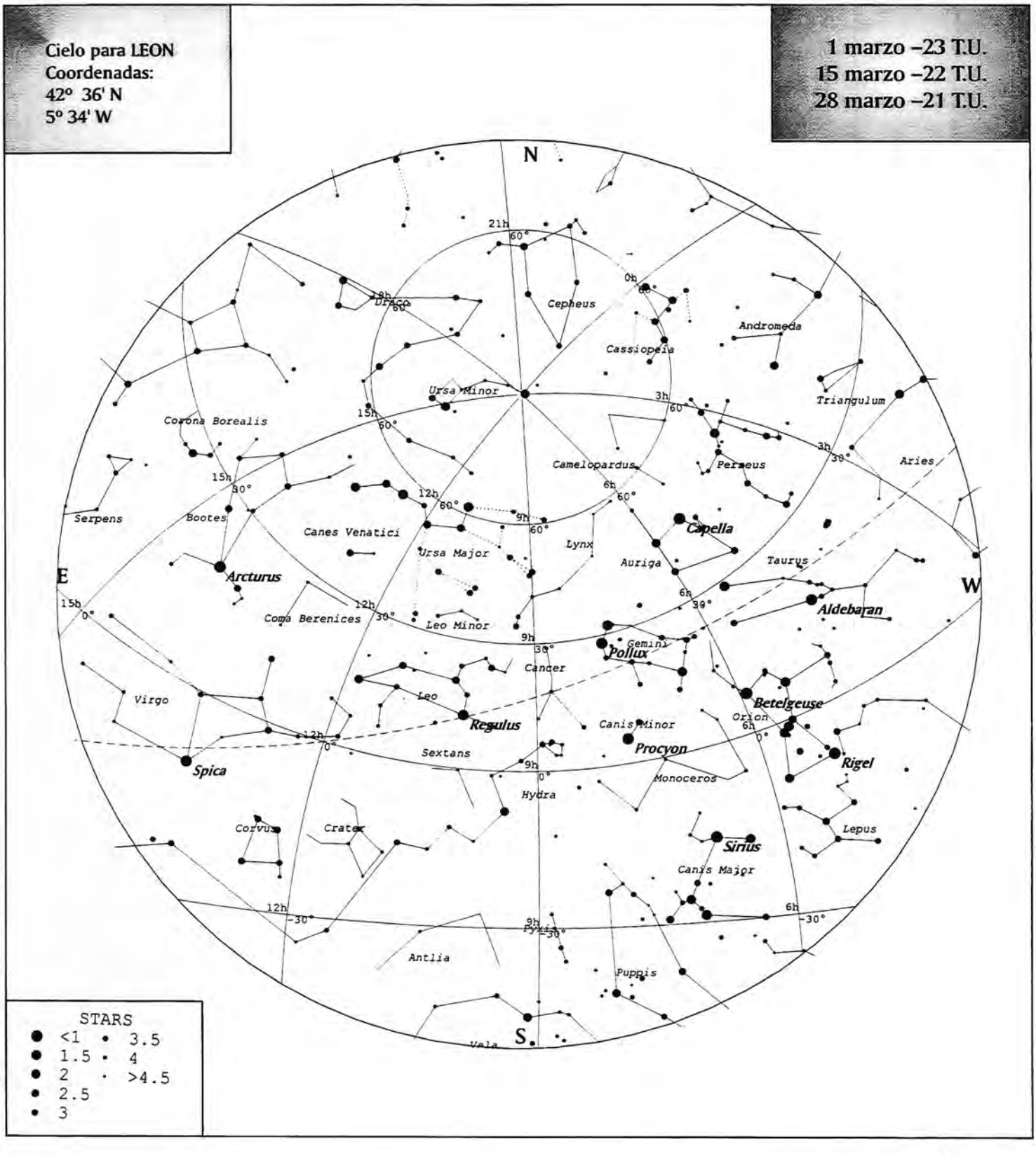
Iván Campo

EL CIELO EN FEBRERO



Iván Campo

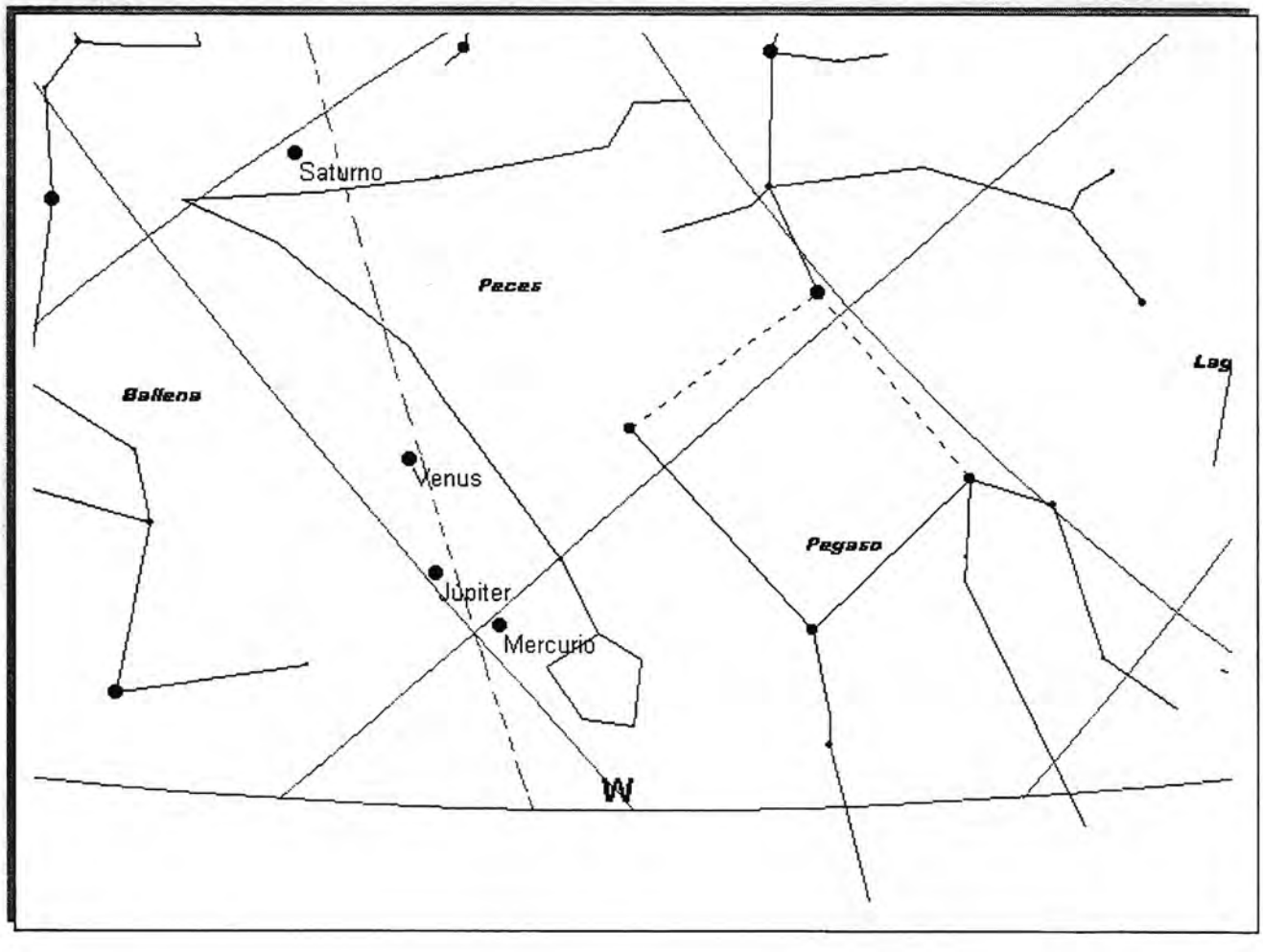
EL CIELO EN MARZO



Iván Campo

Mapa para la observación de Mercurio.

Día 2 de Marzo a las 18: 45 horas T. U.
En los días inmediatos, anteriores y posteriores, la situación cambia poco.



Efemérides de todo el año

➢ Comienzo de las estaciones astronómicas

Primavera: 21 de marzo a la 1:43 horas
Verano: 21 de junio a las 19:49 horas
Otoño: 23 de setiembre a las 11:29 horas
Invierno: 22 de diciembre a las 7:44 horas
Intervalo salida- puesta más largo: 21 de junio (15 horas y 19 minutos)
Intervalo salida- puesta más corto: 22 de diciembre (9 horas y 3 minutos)

➢ Otros datos relativos al Sol

Perihelio: 3 de enero (147.100.000 Km)
Afelio: 5 de julio (152.100.000 Km)
Día en que sale más tarde: 4 de enero (sale a las 7:52 horas)
Día en que sale más pronto: 15 de junio (sale a las 4:44 horas)
Día en que se pone más tarde: 27 de junio (se pone a las 20:04 horas)
Día en que se pone más pronto: 9 de diciembre (se pone a las 16:49 horas)

➢ Fases de la luna para el año 1999

	Día	Hora		Día	Hora		Día	Hora
ENERO			**MAYO**			**SETIEMBRE**		
Luna llena:	2	02:51	C. menguante:	8	17:31	C. menguante:	2	22:19
C. menguante:	9	14:23	Luna nueva:	15	12:06	Luna nueva:	9	22:03
Luna nueva:	17	15:48	C. creciente:	22	05:34	C. creciente:	17	20:08
C. creciente:	24	19:17	Luna llena:	30	06:41	Luna llena:	25	10:53
Luna llena:	31	16:08						
FEBRERO			**JUNIO**			**OCTUBRE**		
C. menguante:	8	12:00	C. menguante:	7	04:21	C. menguante:	2	04:04
Luna nueva:	16	06:41	Luna nueva:	13	19:04	Luna nueva:	9	11:35
C. creciente:	23	02:45	C. creciente:	20	18:13	C. creciente:	17	15:01
			Luna llena:	28	21:39	Luna llena:	24	21:04
			C. menguante:	31	12:06			
MARZO			**JULIO**			**NOVIEMBRE**		
Luna llena:	2	07:00	C. menguante:	6	11:58	Luna nueva:	8	03:54
C. menguante:	10	08:44	Luna nueva:	13	02:25	C. creciente:	16	09:04
Luna nueva:	17	18:50	C. creciente:	20	09:00	Luna llena:	23	07:06
C. creciente:	24	10:20	Luna llena:	28	11:26	C. menguante:	29	23:21
Luna llena:	31	22:50						
ABRIL			**AGOSTO**			**DICIEMBRE**		
C. menguante:	9	02:54	C. menguante:	4	17:28	Luna nueva:	07	22:33
Luna nueva:	16	04:24	Luna nueva:	11	11:10	C. creciente:	16	00:51
C. creciente:	22	19:03	C. creciente:	19	01:48	Luna llena:	22	17:33
Luna llena:	30	14:55	Luna llena:	22	23:50	C. menguante:	29	14:06

➢ Apogeo y perigeo anual de la Luna

Apogeo (máxima distancia) en 1999: 8 de diciembre (406.624)
Perigeo (mínima distancia) en 1999: 22 de diciembre (356.674)

Luna llena más pequeña: 30 de mayo
Luna llena más grande: 22 de diciembre

Efemérides de todo el año

➢ ECLIPSES DE SOL EN 1999

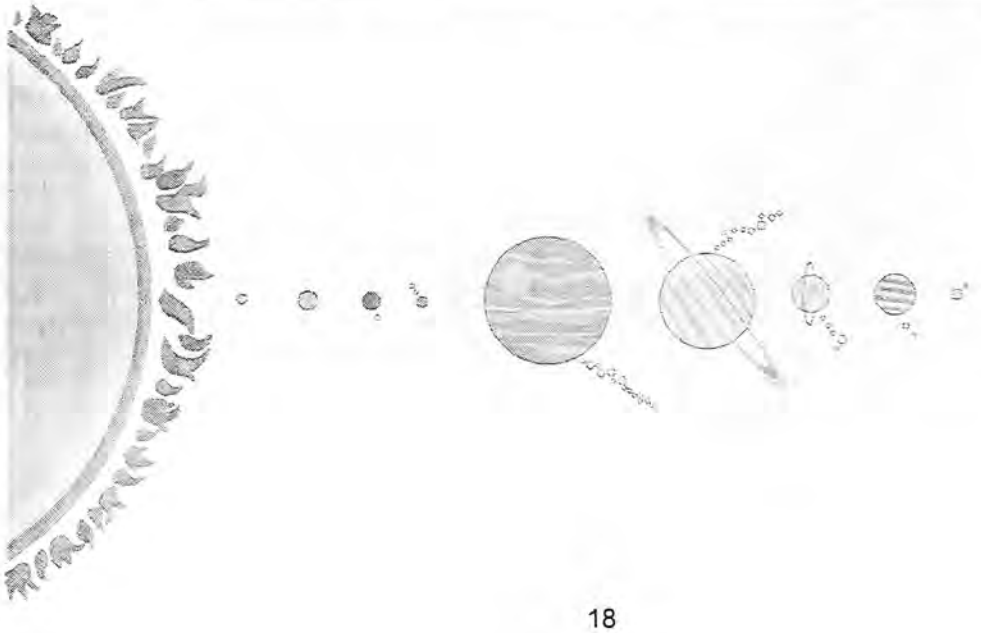
16 de febrero: Eclipse anular de Sol **invisible** en España.
11 de agosto: Eclipse total de Sol **visible como parcial** desde León (75% de oscurecimiento).

➢ ECLIPSES DE LUNA EN 1999

31 de enero: Eclipse penumbral de Luna. El eclipse comienza cuando la Luna todavía no ha salido y desde León sólo se ve teóricamente la fase final, a partir de las 16:40 horas, que es cuando la Luna sale. Pero dado el carácter sólo penumbral y que el eclipse finaliza a las 18:30, cuando el crepúsculo finaliza, se puede decir que **no es visible** en León.
28 de julio: Eclipse parcial de Luna **invisible** en León.

➢ EFEMÉRIDES DE LOS PLANETAS

	Conjunción superior	Conjunción inferior	Elongación Este	Elongación Oeste	Conjunción	Oposición
Mercurio	4 de febrero 25 de mayo 8 de setiembre	19 de marzo 26 de julio 15 de noviembre	3 de marzo 28 de junio 24 de octubre	16 de abril 14 de agosto 3 de diciembre		
Venus		20 de agosto	11 de junio	30 de octubre		
Marte						24 de abril
Júpiter					1 de abril	23 de octubre
Saturno					27 de abril	6 de noviembre
Urano					2 de febrero	7 de agosto
Neptuno					22 de enero	26 de julio
Plutón					2 de diciembre	30 de mayo



VIDA EN MARTE: UNA APROXIMACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Saúl B. Lanza

(Segunda parte)

Resumen de la primera parte

En la primera parte nos hemos referido a las características físicas de Marte y a las posibilidades de la presencia de agua y de compuestos orgánicos en el planeta vecino, derivadas en parte del estudio de meteoritos que se cree proceden de él.

IV. Exobiología experimental

1. Investigación en ecosistemas microbianos

Con el desarrollo del vuelo espacial surgió la posibilidad de investigar directamente el problema de la supervivencia de formas de vida resistentes al inhóspito ambiente espacial, ya sea recogiendo muestras del espacio -se han detectado microorganismos a 60-77 km de altura- o enviando esporas al espacio e investigando sus respuestas al ambiente espacial tras su regreso. En la mayoría de los casos, el vacío del espacio era ineficaz para matar a la población total de microorganismos expuestos. El récord lo ostenta un estreptococo que sobrevivió enquistado dos años y medio en el interior de una cámara de TV de la sonda Surveyor III, posada sobre la superficie de La Luna. La mayor causa de inactivación biológica es la radiación ultravioleta entre los 200 y los 300 nm (nanómetros: 1nm=una millonésima de milímetro) de longitud de onda. Este rango espectral es absorbido especialmente por las macromoléculas biológicas más esenciales, así como las proteínas y los ácidos nucleicos, causando la formación de fotoproductos letales.

En un experimento a bordo del Apolo XVI, varias esporas de *Bacillus subtilis* reaccionaron hipersensitivamente a la radiación solar ultravioleta de 245 nm cuando eran expuestas simultáneamente al vacío espacial. Se observó un aumento de esta sensibilidad en un factor de 10. Esta hipersensibilidad al ultravioleta es causada por la producción de fotoproductos específicos en el DNA y en las proteínas, que no pueden ser desechados por el proceso normal de reparación celular.

Este mismo efecto de destrucción celular se observó a bordo del Spacelab I en 1983. Por tanto, si las esporas se encuentran protegidas de la radiación UV del Sol (por ejemplo, dentro de partículas de polvo o por sombras) y son accidentalmente llevadas a bordo de sondas espaciales, éstas pueden actuar como vehículos de transporte entre los planetas. La introducción y posible proliferación de formas de vida terrestres, como *Micrococcus radiodurans*, especialmente resistente a la radiación, aparte de constituir un gravísimo desastre ecológico, podría destruir completamente las posibilidades de examinar esos mundos en su condición prístina. A este fin, y para salvaguardar tal oportunidad, se establecieron en los años sesenta unas rígidas normas de esterilización en los vehículos espaciales destinados al contacto directo con otros planetas, con la intención de minimizar la contaminación de esos planetas con microorganismos terrestres y, en el caso de vuelos de ida y vuelta -como los Apolo a La Luna- para prevenir el transporte de potenciales organismos de otro mundo a La Tierra.

2. Modelo de un posible ecosistema bacteriano en Marte

Siendo una perspectiva fascinante, la búsqueda de microfósiles en Marte queda reducida cuando nos planteamos la siguiente pregunta: ¿es posible que esa vida inicial marciana haya evolucionado y se haya conservado en algunas zonas del planeta hasta la actualidad? Como hemos visto al principio, las condiciones actuales de la superficie marciana son muy adversas a la vida, tal como la conocemos: bajas temperaturas, tenue atmósfera, falta de agua líquida y una fuerte radiación ultravioleta. Sin embargo, en la Tierra se conocen nichos ecológicos donde determinados microorganismos viven bajo condiciones ambientales muy extremas (por ejemplo, los valles secos de la Antártida o las fumarolas submarinas del fondo oceánico), con temperaturas superiores a los 100º o con pH de 1,5 .La vida en La Tierra ha conseguido adaptarse a situaciones ambientales muy variadas y desarrollar formas de metabolismo muy dispares. ¿Podrían existir en Marte nichos ecológicos donde se dieran unas condiciones aceptables para el desarrollo de la vida? Diversos investigadores han sugerido que en el Marte actual hay varios lugares donde las formas de vida pasadas habrían podido preservarse en el interior de las rocas, en las capas polares, en los depósitos evaporíticos o en zonas volcánicas activas. Todos estos lugares tienen en común la protección contra las condiciones ambientales desfavorables y, en algunos casos, el aporte de energía y compuestos para las reacciones metabólicas de los microorganismos. Evidentemente, las posibles formas de vida marcianas pueden haber evolucionado de una forma completamente distinta a las de la vida en La Tierra, y haber desarrollado estrategias de protección y metabolismo totalmente diferentes a las que conocemos. Sin embargo, si queremos desarrollar modelos que nos permitan escoger una serie de puntos concretos de exploración para la búsqueda de estas posibles formas de vida, debemos basarnos en lo que conocemos de la vida en La Tierra, ya que por el momento es el único modelo de que disponemos. Basándonos en estas premisas hemos elaborado un modelo de un posible ecosistema marciano actual y una localización geográfica concreta donde podrían darse estas condiciones en Marte. Éste es sólo uno de los posibles escenarios en los que esta hipotética vida marciana podría haberse preservado, y, por supuesto, únicamente un modelo de lo que podríamos encontrarnos allí.

Cualquier modelo de ecosistema marciano actual debe reunir las siguientes características: Proteger a los microorganismos de las condiciones adversas del medio (bajas temperaturas, radiación UV), permitir la existencia de agua líquida y proporcionar a los microorganismos fuentes de energía o compuestos para desarrollar su metabolismo. Aunque la mayoría de los organismos terrestres basan su metabolismo en compuestos orgánicos o en la energía que proporciona la luz solar, existen organismos que basan su ciclo vital en el agua y en una fuente inorgánica de energía, como los minerales: son los quimioautótrofos. Así, por ejemplo, existe gran cantidad de bacterias que utilizan las reacciones de oxidación del hierro (Fe) o del azufre (S) como su principal fuente de energía. Estas bacterias, como las que existen en las fumarolas submarinas, no necesitan por tanto la luz solar o la presencia de otros compuestos orgánicos para desarrollar su metabolismo, sino que únicamente precisan agua y una fuente de metales reducidos. Este tipo de microorganismos existe en La Tierra en hábitats muy diferentes, como suelos, aguas de minas o aguas subterráneas, y pueden vivir bajo condiciones muy diversas, con pH entre 1,5 y 9 y temperaturas entre 10 y 85º C. Suponer en Marte un ecosistema basado en microorganismos de este tipo tiene la ventaja de poder plantear la existencia de cadenas tróficas en lugares protegidos, ya que no necesitan la luz solar para desarrollarse. Estos lugares protegidos podrían ser los interiores de rocas (como algunas algas antárticas) o cavidades subterráneas.

Este último tipo de hábitat ofrece alternativas muy interesantes, ya que puede reunir todos los requisitos comentados anteriormente: estar protegido de las

adversidades que plantea la atmósfera marciana, y poder existir en su interior agua líquida, conteniendo en disolución los compuestos y minerales que los organismos quimioautótrofos necesitaran para su metabolismo. Aunque habría que estudiar con detalle la fisicoquímica y la biología de estos posibles ecosistemas, podemos preguntarnos en este momento ¿existen lugares en Marte que reúnan estas condiciones? *Valles Marineris* es un gran cañón que aparece en el ecuador marciano, con un origen inicialmente tectónico, pero muy modificado posteriormente por diversos procesos erosivos. En la parte central de *Valles Marineris* aparece una región muy interesante desde el punto de vista geológico: *Candor Chasma*. En esta zona existe una importante secuencia estratificada de varios kilómetros de espesor. Aunque su litología no es bien conocida, diversos autores han propuesto que se trata de depósitos de carbonatos formados en el fondo de lagos.

En la primera parte de este artículo (Revista Leo, noviembre-diciembre 1998) dijimos que, aunque el agua líquida en la actualidad no es estable en la superficie de Marte, existen evidencias de que sí es posible que lo fuera en varias épocas anteriores. En alguno de esos momentos se pudieron desarrollar lagos en el interior de *Valles Marineris*, donde se depositaron carbonatos. Lo que sí que es cierto es que en esta área existen depósitos de este tipo cuyas superficies son depresiones cerradas muy similares a ciertas formas kársticas de colapso que aparecen en La Tierra, cuando el techo de una gruta se derrumba. Por tanto, hay diversas evidencias de que en *Candor Chasma* pueden existir importantes depósitos carbonatados, en el interior de los cuales se habrían desarrollado cuevas, como en las zonas kársticas terrestres. Asimismo, en las regiones cercanas existen diversas evidencias de que la actividad tectónica y volcánica ha sido importante hasta épocas muy recientes. En el fondo de *Valles Marineris* aparecen formas volcánicas muy recientes asociadas a fracturas, en algunas de las cuales se observan también huellas de actividad hidrotermal, por acción de aguas calientes que circularon por estas fracturas.

Si existió una actividad ígnea importante en el área que pusiera en circulación las aguas del subsuelo, éstas podrían haber formado las cavidades en los depósitos de carbonatos, ya que tendrían un pH ácido y, por tanto, disolverían el carbonato.

Además, es de suponer que, por su origen y las zonas por las que circulan, estas aguas irían también muy cargadas de compuestos minerales. Aguas subterráneas con un pH bajo y cargadas de compuestos minerales son uno de los hábitats más comunes para los organismos quimioautótrofos en la Tierra. Podríamos encontrar, por tanto, en *Candor Chasma* una serie de cavidades subterráneas con circulación de aguas ácidas calientes y cargadas de minerales, donde una comunidad de bacterias quimioautótrofas encontrarían las condiciones ideales para subsistir. El hecho de que la actividad volcánica del área parezca reciente podría indicar que todavía existen focos térmicos en profundidad que mantendrían activo este sistema hidrotermal. Por supuesto, muchos de los puntos en que se basa esta hipótesis están pendientes de confirmación, como la edad del vulcanismo o la naturaleza de los depósitos estratificados. Sin embargo, esto no podrá verificarse hasta que nuevas misiones a Marte nos envíen mejores imágenes del área, y a ser posible, analicen la superficie. Sin embargo, como ya hemos dicho, si vamos allí con hipótesis previas sobre qué queremos buscar y dónde, nuestros resultados serán seguramente mucho mejores.

Obviamente, éste es sólo uno de los posibles ecosistemas marcianos. También es cierto que todas nuestras suposiciones se basanen lo que conocemos de la biología terrestre, y que las formas de vida marciana, si existen, pueden haberse formado y desarrollado bajo condiciones muy distintas. Por el momento, el estudio de la vida en Marte sigue moviéndose en el terreno de las hipótesis. Hipótesis que cada día cobran más fuerza y vuelven más fascinante este estudio, como ha demostrado el meteorito ALH84001 y sus debatidas evidencias sobre la vida pasada en el planeta rojo.

3. Otros modelos

Fruto de todos esos inconvenientes surgieron los modelos terrestres descritos a continuación, que contemplan diversas posibilidades de vida en Marte.

a) Vida fósil: (Friedmann, McKay y Stroker 1987-89): a partir de los recientes descubrimientos de los valles secos en la Antártida y del mejor conocimiento del clima primigenio de Marte, se basa en que éste fue lo suficientemente benigno como para que existiera agua líquida y surgiese la vida, llegando hasta nosotros en forma fósil. La mayoría de los canales sinuosos están en el hemisferio sur, donde se encuentran las superficies más viejas del planeta (existen muchos cráteres por bombardeo hace unos 3800 millones de años). Además, sólo puede haber agua líquida si la temperatura media alcanza los 0° C, luego la atmósfera primordial tuvo que ser más densa y cálida, muy parecida a la de La Tierra primigenia. ¿Permaneció Marte en esas condiciones el tiempo suficiente para que apareciera vida? En La Tierra, la vida y la corteza surgieron hace unos 3700 (3850 según las investigaciones más recientes) y 4200 millones de años respectivamente, por lo que la vida tardó en aparecer unos 400-500 millones de años desde la formación del planeta.

¿Duró tanto la atmósfera marciana? La atmósfera primordial estaba formada por CO_2 y N_2 y no por CH_4 y NH_3 (principales agentes del efecto invernadero) como se creía; además, la luminosidad solar era el 70% del valor actual. Todo esto implica que se necesitaría un efecto invernadero considerable para elevar la temperatura media por encima de 0° C, lo que puede conseguirse con el CO_2 a una presión algo mayor de varios bares. Con el tiempo, el CO_2 combinado con el H_2O forma carbonatos en los depósitos sedimentarios: en La Tierra son reciclados por la tectónica de placas; se entierran y se calientan a altas temperaturas, liberándose C gaseoso. Así puede mantenerse la atmósfera. En Marte solo hay una placa (no existe tectónica), por lo que no se produce reciclaje, quedándose el planeta cada vez más seco y frío al ir perdiendo su atmósfera. Modelos numéricos del clima marciano primordial muestran que el tiempo cálido pudo durar entre 500 y 1000 millones de años, lo que es suficiente para que surgiera vida como en La Tierra. Para saber dónde buscar los fósiles habría que estudiar la vida descubierta en los valles secos de la Antártida (suelo helado, nunca llueve y apenas nieva, fuertes vientos, alta radiación UV, una temperatura media de -20° C y algo por encima de 0° C durante un corto periodo de verano):

- Comunidad endolítica en la roca roja sedimentaria (bacterias, hongos, algas, líquenes): La diferencia de temperatura con el exterior puede ser de hasta unos 10° C; dispone de protección contra el viento y el Sol, y los vasos capilares de la roca, que retienen temporalmente el agua de la nieve fundida, abastecen a los microorganismos de dicho líquido. El resto del año hibernan.

- Microorganismos de los lagos bajo una gruesa capa de hielo (plancton y organismos fotosintéticos en el fondo): el hielo actúa como termorregulador, manteniendo la temperatura del agua a 0° C o un poco por encima, y como proveedor de los gases atmosféricos al agua procedente de la fusión de los glaciares, después de haberlos absorbido del aire. El mejor lugar para buscar este tipo de vida fósil en Marte es *Hebes Chasma*, un lago desecado de los *Valles Marineris*.

b) Vida en hibernación (Thomas y Schimel 1990): combinando el modelo endolítico de Friedmann (1976) y el de la era glacial de Sagan (1971) con las actuales condiciones climáticas, se centra en que Marte puede atravesar periodos de glaciación (como actualmente), alternando con otros de clima más suave (extensión más optimista del modelo anterior). Se trata de proponer un modelo que satisfaga las actuales condiciones de Marte anteriormente señaladas. En 1971 Carl Sagan indicó que Marte atravesaba una era glacial cada 50.000 años, debido probablemente a la precesión del planeta. A lo largo del ciclo precesional de 50.000 años, la inclinación de su eje varía de 14° a 35°.

Actualmente es de 24°, aproximadamente como el de La Tierra. Según Sagan, al aumentar la inclinación, la temperatura en los polos también sube, liberando CO_2 a la atmósfera; esto hace que la presión sobrepase la del punto triple del agua, con lo que Marte puede ser habitable. Cuando la inclinación del eje disminuye, los organismos hibernan hasta pasados otros 25.000 años. Con las misiones Viking se descubrió que los casquetes polares estaban formados en su mayoría por agua helada con una capa superficial de CO_2. Aunque no haya tanto CO_2 como se pensaba, el agua misma, al evaporarse, también puede elevar la temperatura; entonces, mientras el agua de las capas polares y el permafrost se derrite, la presión atmosférica puede aumentar lo suficiente para permitir pequeñas cantidades de agua líquida estable.

Además, un pequeño aumento en la presión y temperatura puede provocar la formación de rocío, lo que es una fuente de agua suficiente para los microorganismos endolíticos. Existen organismos en la Tierra (descubiertos en 1931 por Lipman en el carbón de antracita) que han hibernado durante 10^7 ó 10^6 años; en Marte sólo tendrían que hibernar durante 25.000 años aproximadamente. Los únicos lugares donde podrían estar a salvo de la alta radiación UV y del ambiente tan oxidante sería en las orillas de las capas polares, donde el avance del hielo en invierno los protegería de los rayos UV, y en verano el retroceso los expondría al ambiente. Si además estos organismos son endolíticos, su periodo activo podría prolongarse durante todo el ciclo precesional.

c) Vida subterránea (Boston, Ivanov y McKay, 1992): de acuerdo con los últimos datos sobre el planeta Marte y los ecosistemas de organismos no fotosintéticos recientemente descubiertos en la Tierra (comunidades en fuentes termales marinas y en acuíferos subterráneos, ambos a bastante profundidad), propone la existencia de este tipo de vida marciana, incluso actualmente (es el modelo más optimista de los tres). Nichos protegidos bajo la superficie marciana asociados a actividad volcánica e hidrotermal pueden haber sido el lugar ideal para la vida, incluso después de que las condiciones en la superficie se volvieran inhóspitas. Análisis geoquímicos de un tipo de meteoritos, y geomorfológicos del vulcanismo reciente, sugieren que tales hábitats pueden existir actualmente. Además, se han obtenido evidencias acerca de la interacción entre volcanes y permafrost en Marte. Con este modelo se sugiere la posibilidad de ecosistemas bajo la superficie, como los encontrados a varios kilómetros de profundidad en la Tierra. El estudio se centra en sistemas anaerobios, que utilizan el CO_2 como principal fuente de carbono.

El agua líquida podría provenir de la actividad geotérmica o volcánica al derretir el permafrost u otras fuentes de agua subterránea. Los gases procedentes de la actividad volcánica en el interior del planeta (CH_4, H_2 o H_2S) harían posible el desarrollo de bacterias quimiolitoautótrofas, organismos en el subsuelo capaces de funcionar con la simple asimilación de substancias químicas, principalmente el metano y el azufre. Wächtershäuser y sus colegas sugirieron que el H_2, un gas muy útil para esta clase de bacterias, puede producirse en la reacción anaerobia del H_2S con el FeS, lo que podría ser una fuente importante de dicho gas en un hipotético ecosistema subterráneo en Marte. Además, Carl Woese, de la universidad de Illinois (EE.UU), ha demostrado, a partir del análisis comparativo de la estructura del RNA de los seres vivos, que la célula primitiva, probable antepasado de todas las formas de vida en La Tierra, era un termófilo (organismo vivo que utiliza el azufre (S) como fuente de energía metabólica); entonces, lugares con actividad hidrotermal (posiblemente ahora extinguida) podrían darnos pistas para determinar si la vida en Marte surgió en un medio de fuentes termales, rico en S. Para localizar tales ecosistemas habría que buscar en áreas geotérmicamente activas asociadas al permafrost, o intentar detectar gases que puedan haber escapado a la atmósfera desde estos lugares subterráneos.

4. Posibles candidatos terres-tres a microorganismos marcianos

Seleccionaremos atendiendo a los condicionantes del entorno marciano, tanto de composición química de volátiles en la

atmósfera como de elementos sólidos del estrato y sustrato, familias de microorganismos terrestres que podrían, mediante adaptación fenotípica al medio, formar colonias difícilmente detectables por experimentos de metabolismo bacteriano desde la superficie. Por tanto, nuestro modelo teórico parte de una química terrestre más un entorno quimico-físico marciano, con la consiguiente adaptación o desaparición de microorganismos frente a los agentes externos antes citados. Se podría intentar, por otra parte, probar modelos evolutivos como en astrofísica, mediante técnicas numéricas por ordenador, y que nos permiten comprender mejor, por ejemplo, el estadio final de una estrella en función de su edad y de su masa, o bien cómo colapsa una determinada nube molecular en un momento dado. Es decir, desde una visión microbiológica, bastaría situar microorganismos en el regolito marciano posterior a la craterización y, a partir de aquí, diversificar adaptaciones y mutaciones en relación a los cambios climáticos de los últimos 3500 millones de años.

Sabemos bastante, hoy en día, acerca de la atmósfera primigenia marciana, más densa y cálida que la actual, así como de la geoquímica, gracias a los experimentos de la misión Viking; por lo tanto, no sería, a priori, excesivamente complejo (si lo comparamos con la estructura de los modelos evolutivos estelares tan familiares a los astrofísicos) confeccionar un mapa de evolución de microorganismos adaptados a los cambios atmosféricos. Por otra parte, existen estudios científicos cuyo propósito es el desarrollo de estrategias para la búsqueda de vida fósil en Marte, a partir de la información biológica contenida en bacterias fósiles encontradas en antiguos manantiales y fuentes termales, como las del Parque Nacional de Yellowstone (Walter y Des Marais, 1992), manantiales calientes de Islandia (Sharp, 1988) o los suelos calentados geotérmicamente de los volcanes Mt. Erebus y Mt Melbourne en la Antártida (Broady, 1991). El estudio de microorganismos preservados en los depósitos minerales de Yellowstone, cuya semejanza geoquímica con ciertos espacios geológicos marcianos es notable, induce a pensar a M. R. Walter y su equipo en la existencia de comunidades microbianas de tipo filogenético eubacterium-Grampositivas, es decir, organismos procariotas, en dicho planeta.

Por otro lado, al ser la superficie marciana inhóspita al desarrollo bacteriano por diversas razones, de las que la radiación UV y la ausencia de agua líquida son las más importantes, llevan a P. J. Boston, M. V. Ivanov y C. P. McKay a la conclusión de la posible existencia de ecosistemas quimiosintéticos, formados por colonias de bacterias quimiolito-autótrofas, prosperando a gran profundidad bajo lagos helados, grietas, fallas, calderas volcánicas, a resguardo de las radiaciones y frías temperaturas, gracias a la actividad geotérmica subterránea.

Evidentemente, sólo se podrían reproducir ese tipo de bacterias que no emplean el mecanismo de la fotosíntesis aeróbica para producir energía, o sea, aquellas que la obtienen por reacciones de oxidación-reducción de componentes inorgánicos minerales. Así, dichos científicos seleccionan, como posibles habitantes marcianos, bacterias anaeróbicas reductoras de S y de Fe, productoras de ácido acético, metanógenas, etc., siendo un buen candidato el *Thiobacillus denitrificans*, que puede oxidar el ácido sulfhídrico y el S gracias al nitrato del subsuelo. Las bacterias tienen una enorme capacidad de adaptación a un medio hostil no letal, y sobre todo a cambios climáticos o escasez de nutrientes. Así, aquellas que poseen endoesporas reducen su metabolismo por esporulación, sobreviviendo durante largo tiempo. Se ha comprobado por cultivos bacterianos en tierra que ciertas bacterias en presencia o ausencia de algún agente químico principal modifican su fenotipo, pero sobreviven como variante fenotípica de la bacteria original llamada "salvaje". Por otra parte, frente a agresiones de tipo fotónico, aquéllas producen mutaciones por resistencia genotípica a la radiación, lo que les permite sobrevivir a estas condiciones y reproducirse, o al contrario, volver al estado anterior cuando dichas agresiones cesan (un ejemplo es el fenómeno de fotorreversibilidad cuando se cesa de iluminar cierto tipo de bacteria con radiación UV y se la expone al visible nuevamente).

V. La misión Viking (1976)

La creencia de que Marte era un planeta hospitalario a la vida cambió cuando se supo determinar con precisión su temperatura superficial y se observaron las primeras imágenes de la sonda Mariner IV, en 1965, y, cuatro años más tarde, de las Mariner VI y VII. Debido a su baja resolución (500 m) y a que cubrieron sólo el 1% de la superficie (precisamente la parte menos interesante), dichas imágenes mostraron un planeta inerte semejante a La Luna. No contentos con estos resultados, los científicos decidieron mandar una misión a la superficie de Marte en busca de vida, sobre todo en forma de microorganismos. Así lo había sugerido V. Vishniac en 1966, en su propuesta de ecosistema marciano; éste estaba basado en una similitud entre las condiciones de los valles de la Antártida y Marte. Con ello, en 1968 empieza el proyecto biológico del Viking; pero antes de lanzar esta nave debía hacerse un estudio de la superficie y la atmósfera marcianas. Fue a partir del vuelo orbital del Mariner IX (1971), después de una gran tormenta de polvo, cuando se descubre un planeta bastante parecido a la Tierra, con una gran variedad de actividad geológica, entre la que destacan dos tipos de canales: cañones y vales anchos y canales estrechos y sinuosos que forman lo que pudo ser una red fluvial con muchas ramificaciones a lo largo de cientos de kilómetros, que aún no ha sido erosionada.

Esto implica una circulación estable de líquido relativamente reciente, que no puede ser CO_2, ya que necesita una presión atmosférica mayor para condensarse, ni hidrocarburos, porque no serían lo suficientemente abundantes. La única posibilidad que nos queda es el agua, actualmente helada y cubriendo los casquetes polares. Esto último fue lo que realmente dio un impulso definitivo a las misiones siguientes en busca de vida en Marte. Por otra parte, la URSS enviaría cuatro sondas en marzo de 1971 (sondas Mars) y cuatro más en 1974, que confirmarían los datos del Mariner. Sin embargo, la mejor información provendría de la misión Viking (I y II), equipada por la NASA en 1976 para detectar formas de vida en el planeta. Se enviaron dos sondas a la superficie en Julio y Septiembre de este año, y otras dos más en vuelo orbital. Las cuatro trabajaron eficazmente, recopilando datos durante cuatro años terrestres: las dos primeras hicieron análisis químicos del regolito marciano (material del suelo) en *Chryse Planitia* y *Utopia Planitia* durante los cambios estacionales, y registraron la meteorología local; mientras tanto, las dos sondas orbitales fotografiaron el planeta con una resolución de 10 a 100 m, y midieron las propiedades térmicas de la superficie y el contenido de agua en la atmósfera.

La avalancha de información fue enorme (se tomaron miles de fotografías), resultando una misión de gran éxito. La misión Viking cesó definitivamente su labor en 1982. Ante todo, los científicos enfocaron el problema acerca de la existencia de vida en Marte y de cómo detectarla a nivel elemental, a través de la evolución química de componentes simples, los cuales, mediante una o varias fuentes de energía, forman moléculas que se autorreplican hasta producir sistemas de moléculas complejas (Buvet, Ponnamperuma 1971). Para ello han de existir elementos claves tales como el carbono y un entorno hospitalario para que se dé una infestación biológica, y más tarde quizás, una evolución hacia formas superiores de autoorganización. La primera cuestión de los científicos fue identificar compuestos de carbono mediante el empleo de un cromatógrafo de gases y un espectrómetro de masas (GC/MS); los cuales no detectaron ni una sola molécula orgánica, a pesar de ser capaces de detectar una entre mil millones. . Se diseñaron experimentos para detectar sistemas vivos a través de su metabolismo a niveles incluso más complejos que para simples microorganismos (Sagan, Lederberg 1976). La segunda cuestión, más difícil, era analizar la influencia del nitrógeno y de sus compuestos en la evolución química marciana. Aunque los Mariner no detectaron nitrógeno, sí lo hicieron las sondas Viking en la superficie y en la alta atmósfera y, aunque dicho elemento posibilita la síntesis de elementos

orgánicos muy complejos, ninguna técnica analítica a bordo de los Viking fue diseñada para detectar componentes orgánicos o inorgánicos en las muestras del suelo. El trío de experimentos biológicos fueron enfocados a buscar evidencias de metabolismo en tres formas complementarias:

1. Pyrolytic Release (PR):

En este experimento, las muestras del suelo fueron incubadas bajo la luz de una lámpara de Xe (Xenon) en presencia de CO/CO_2 marcado radiactivamente, y más tarde, calentado a 90° C, para así ver si el C era metabolizado e incorporado a la materia por fotosíntesis. Se descubrió efectivamente que pequeñísimas cantidades de CO/CO_2 radiactivo eran fijadas, pero el proceso no parecía alterado por calentamiento, con lo cual se descartó un posible origen biológico (Hubbard 1976).

2. Gas Exchange (GEx):

Se realizaron las variaciones por oxidación-reducción de gases (He, Kr, CO_2) que se añadieron al suelo y a nutrientes orgánicos, para detectar así la descomposición del suelo por metabolismo. Aunque se analizaron restos de CO, N_2 y CO_2 estos procesos siguieron al calentarlos, con lo cual se creyó que eran debidos a la acción de peróxidos metálicos del regolito.

3. Labaled Release (LR):

Aquí los nutrientes orgánicos fueron marcados radiactivamente, añadiéndoselos al suelo para analizar los gases señalados por descomposición de los nutrientes. Aunque se detectó gas marcado, el proceso no se vio afectado al calentarlo, con lo cual se asumió que era debido a agentes químicos reactivos del regolito (sulfatos, etc.). Fue, de todas formas, el experimento más positivo de los tres, y las conclusiones no dejaron satisfechos a todos por igual, ya que algunos científicos concluyeron la no existencia de actividad biológica en la superficie marciana (Klein y Horowitz), mientras otros sostuvieron el punto de vista opuesto (Lebin y Straat).

Aparte de estos experimentos, se usaron dos cámaras, para detectar alguna señal de vida a simple vista. Un análisis de las fotos reveló manchas verdosas en algunas rocas pequeñas, que cambiaban de forma con el transcurso del tiempo; no podían atribuirse a la nave, sino probablemente a líquenes dentro o sobre las rocas, ya que dichas fotos eran muy similares a las que se hicieron en la Tierra a unos líquenes en rocas, dentro de un simulador de las condiciones marcianas.

Objeciones a la misión Viking: Los datos son ambiguos, por lo que no se puede descartar la posibilidad de vida; además, no existe explicación no biológica a las manchas verdes en rocas. Sólo se tomaron muestras en dos lugares; eran insuficientes y no los mejores para buscar vida. No se cogió material de debajo de la superficie, donde lógicamente hay más probabilidad de encontrar materia orgánica, ya que está a salvo de la radiación UV y del entorno oxidante. Como ya se ha dicho, en 1989 se descubre materia orgánica en un meteorito que parece haber sido expulsado de Marte después de un impacto. Se puede ver si su origen es biológico mediante técnicas de paleontología terrestre (relaciones isotópicas del C). No se tuvo en cuenta la forma de vida endolítica (dentro de rocas), descubierta en la Antártida cuando los Viking llegaron a Marte.

VI. Conclusiones

Dado que no existen otros ecosistemas terrestres similares a Marte, los tipos de organismos que se supone podrían habitarlo no son muy variados, aunque sí puede ser un modelo de vida en ese planeta, mientras no se tengan pruebas de lo contrario. Estos modelos asumen que la vida en Marte tiene la misma base bioquímica que la terrestre, pero podría usar diferentes biomoléculas y formas de metabolismo (ej.: en vez de clorofila, podrían utilizar un componente capaz de convertir la radiación UV en otra a una mayor longitud de onda para poder usarla en la fotosíntesis). También es posible que estén constituidos por otros materiales genéticos distintos del

RNA y del DNA. Aun así, sean o no los mecanismos de la vida como en la Tierra, las adaptaciones al medio ambiente marciano podrían ser parecidas a las tratadas aquí. Además, la superficie y la atmósfera de Marte contienen los elementos esenciales para la vida: C, H, O, N, P y S, posiblemente en forma de óxidos y superóxidos.

S. R. Penderia y A. C. Prieto suponen para el caso de Marte mutaciones celulares procariotas Gram-negativas, que se podrían intuir a partir de modelos evolutivos usando las técnicas por ordenador tan de boga actualmente en la astrofísica. Su prototipo y firme candidato bacteriano a la nacionalidad marciana sería una mutación de una bacteria quimioautótrofa Gram-negativa estricta, quizá no deslizante, que pueda vivir de forma esporulada durante el invierno dentro de las chimeneas volcánicas, subsuelo y cráteres, formando comunidades endolíticas, o bajo la protección del hielo en el fondo de los lagos de los *Valles Marineris*; incluso piensan, a diferencia de los investigadores estadounidenses, que pueden existir también cerca de la superficie entre las arcillas ferrosas olivinas, óxidos y silicatos.

Piensan también en la existencia de una serie de inevitables parásitos bacterianos que necesitan de estas bacterias para replicar su DNA y demás familias de viroides, subvirus y priones no tratados aquí, ya que aisladamente no pueden considerarse formas vivas. Más del 66% de la superficie de Marte permanece inalterada (al no existir tectónica) desde la época primordial en la que se supone que existió vida. Esto quiere decir que Marte puede conservar mejores huellas del desarrollo de la vida y de su evolución inicial que la Tierra, lo que nos ayudaría a conocer mejor nuestro planeta y la interacción entre éste y la vida.

VII. Últimas referencias

Han sido varios los artículos que han ido apareciendo durante el último año en las prestigiosas revistas *Science* y *Nature* acerca de los resultados analíticos del ALH84001, como las investigaciones que está llevando a cabo el CSIC sobre un fragmento de este meteorito. Por el momento, las publicaciones son cada vez más escépticas en cuanto a la posibilidad de que las estructuras y compuestos orgánicos hallados se correspondan realmente con restos vitales fosilizados. Así, la revista *Meteoritics and Planetary Science* descarta que las incrustaciones de carbonato halladas en el meteorito sean indicios de que alguna vez hubo vida en marte. Según los autores del trabajo, estas estructuras fosilizadas son similares a las de otros lugares sin actividad orgánica. Asimismo, se han encontrado indicios de que estos materiales ya estaban presentes durante el proceso de formación de la roca, a unas temperaturas demasiado altas como para permitir el desarrollo de la vida.

Por otra parte, aún se siguen analizando los datos de la famosa misión del robot Sojourner y la sonda Pathfinder-Carl Sagan Memorial Station (de hecho, aún hay datos de las misiones Viking sin analizar, por falta de presupuesto), que aterrizó en Marte el 4 de Julio de 1997 y culminó con gran éxito una importante serie de trabajos, aprovechando, por cierto, el "tirón" publicitario del meteorito marciano. Como afirmó el exobiólogo Francesc Lozano en la conferencia pronunciada en León, organizada por la ALA, "tras la misión Pathfinder aún soy más escéptico que antes sobre las posibilidades de vida en Marte". No obstante, es necesario señalar que, al contrario que las Viking, el Pathfinder no fue diseñado en principio para encontrar vida en el Planeta Rojo (salvo, lógicamente, que ésta se manifestara de forma "evidente" ante sus cámaras de TV), sino que su objetivo fue el análisis litológico y topográfico de una paleocuenca fluvial; los resultados, aunque menos espectaculares, han revelado caracteres mineralógicos insospechadamente similares a los terrestres, lo que indirectamente refuerza la teoría de posibles manifestaciones vitales desarrolladas en estos lechos y hoy con toda seguridad extintas y sedimentadas en forma de microfósiles durante este largo "invierno" marciano. No obstante, el análisis de los resultados de esta misión y los de la Mars Global Surveyor, encargada, entre otras cosas, de cartografiar la superficie de Marte (y que recientemente ha descubierto grandes depósitos de hematites, mineral cuya génesis precisa de medios sedimentarios hidromorfos) será objeto de próximos artículos en "Leo".

Personalmente, apuesto por la actual tendencia de retrasar el amartizaje humano (fijado por George Bush en el 2019) en pos de explorar este planeta a través de una serie de continuas misiones más baratas y eficaces ("Fast Flybys") que las Viking, como el proyecto europeo-japonés-estadounidense de enviar sondas cada dos años para, entre otras cosas, analizar el subsuelo marciano (donde sería más probable hallar indicios vitales, según lo expuesto) o traer a la Tierra un fragmento de la superficie marciana para un análisis más detallado y preciso (y menos polémico que el del ALH84001). En cualquier caso, desde mi punto de vista es evidente que aún no se ha dicho la última palabra acerca de la vida en Marte.

Bibliografía en la página siguiente.

Referencias bibliográficas:

- AGUILERA, J.A.: "**Luces y Sombras Sobre el Origen de la Vida"**, Mundo Científico, 136

ANÓNIMO: "**Hielo y Nieve en el Invierno de Marte"** Muy Interesante, 1

- ASIMOV, I.: "**Marte, el Planeta Rojo"** Alianza, 1986
- BERMEJO, P.A. "**El Enigma de las Tectitas**" Tribuna de Astronomía, 44/45
- BJURSTEDT, H *et al.*: "**Exobiología"** Tribuna de Astronomía, 26
- KERR, R.A.: "**Ancient Life on Mars?**" Science, 1997:273
- LAWER, A.: "**Finding Puts Mars on Front Burner**" Science, 1997:273
- LOZANO, F.: "**¿Qué Sabemos de la Vida en el Universo?**" Conferencia pronunciada en León el 26-5-98
- NEWCOTT, W.R.: "**Regreso a Marte**" National Geographic, vol. 3, nº 3
- PENDERÍA, S.R.; PRIETO, A.C.: "**Modelo de un Posible Ecosistema Bacteriano en Marte**" Universo, Enero 1996
- QUESADA, A.: "**La Evolución de la Vida en el Cosmos**" Tribuna de Astronomía, 31
- REDACCIÓN: "**El Meteorito de Marte no Contiene Vida**" Diario de León, 4-9-1998
- REDACCIÓN: "**Rocas Marcianas con CO_2**" Tribuna de Astronomía, 42
- REDACCIÓN: " **Meteoritos Marcianos**" Tribuna de Astronomía, 23
- ROSCH, S.; CUESTA, A. "**¿Existe Vida en Marte?**" Tribuna de Astronomía, 98-99
- RUIZ DE GOPEGUI, L.: "**¿Hay Vida en Marte?**" Conferencia pronunciada en León el 23-11-1996
- RUIZ, J.: "**¿Existe Vida Fuera de la Tierra?**" Tribuna de Astronomía, 131
- SALOMONE, M.: "**Secretos en Marte**" Conocer, 165
- SÁNCHEZ, A.: "**Tormentas Sobre Marte**" Tribuna de Astronomía. 43

Direcciones electrónicas:

- NASA y JPL: cuames.arc.nasa.gov.marslife/index.html spacelink.msfc.nasa.gov ww.nasa.gov/jpl.nasa.gov
- ESA: esrin.esa.it/htdocs/esa/esa/html
- Rev. "Astronomy":mbach.com/astr/astronomy.html
- Rev. "Science":sciencemag.orc
- Exobiología:seti-inst.edumetrolink.com/seti/seti.htmlbond.edu.au/gnn/wic/astro.19.html
- Planetología:fourmilab.ch/solar/dolar.html
- Origen de la vida:attox.com/genome/
- Encyclopædia Briannica:eb.com/
- Smithsonian: si.edu
-NSF: nsf.gov

****

Volando... ¿a ciegas?

Víctor González López

Sin duda, quién más, quién menos, habrá oído que determinadas aves, denominadas migratorias, emprenden un viaje que las conduce a sus lugares de cría para regresar después al punto de partida, o territorio de invernada, donde residirán hasta la siguiente temporada reproductora. Este comportamiento no dejaría de ser un ejemplo más de las diferentes formas de vida que han adoptado los animales a lo largo de la evolución si no fuera por la asombrosa exactitud que poseen las aves para la navegación y por los enormes viajes que en algunos casos realizan.

Las estaciones, y en concreto la duración de los días, estimula en las aves la secreción de determinadas hormonas que inducen cambios fisiológicos y de comportamiento, que tendrán como fin último la migración y la cría.

Pero hemos de tener en mente que, para estos desplazamientos, las aves no poseen planos, brújulas ni sextantes, al menos como los que nosotros conocemos, y nadie verá una paloma o un chorlito guiarse por un GPS. Algunos de estos desplazamientos se podrían denominar proezas por su magnitud, siendo la mayor marca los 18.000 km que recorre el charrán ártico desde las regiones antárticas hasta el círculo polar ártico, donde se reproduce.

La mayor parte de las aves se valen de una orientación visual, reconociendo señales terrestres y siguiendo rutas migratorias conocidas, pero también utilizan otros mecanismos. Las aves poseen un extraordinario sentido del tiempo y de la navegación, innato aunque mejorable con el tiempo. Varios trabajos apuntan la posibilidad de que las aves puedan orientarse gracias al campo magnético terrestre y otros muchos señalan la excelente capacidad de estos animales para la orientación estelar, tanto diurna como nocturna.

El ornitólogo Gustav Kremer realizó varios experimentos con los estorninos a fin de resolver la duda que planteaba el que las aves migratorias alzaran el vuelo con el rumbo de su migración desde el momento del despegue. Mediante unas jaulas especiales, que sólo dejaban pasar la luz del Sol por una abertura, el profesor Kremer observó que, en un primer momento, los pájaros intentaban despegar con un rumbo determinado, si bien la jaula les impedía emprender el vuelo. Al girar suavemente la jaula en uno u otro sentido, los pájaros, mediante pequeños saltos y ligeras oscilaciones a derecha e izquierda, como las de la aguja de una brújula, se orientaban de nuevo en el mismo rumbo respecto del Sol. Este comportamiento recuerda el que algunas aves adoptan en el vuelo migratorio real, en el que se desvían alternativamente hasta cinco grados a la derecha y cinco a la izquierda, a modo de verificación del rumbo. Incluso ocurría con algunas pájaros, como los estorninos, el rumbo de despegue variaba si la luz del Sol se reflejaba en un espejo, antes de incidir sobre la jaula.

Con estos datos, el profesor Kremer concluyó en 1948 que las aves poseen un perfecto sentido de la orientación, que les permite seguir un rumbo constante con relación al Sol. Es el denominado sentido de orientación solar acimutal.

El ornitólogo alemán Franz Sauer llevó a cabo en 1956, en el planetario Olbers de la Escuela Náutica de Bremen, varios experimentos muy ingeniosos, con el fin de demostrar la navegación astronómica nocturna de las aves migratorias. Se utilizó una jaula especial bajo la cual se colocaba el observador para anotar los cambios en el aleteo de las aves durante el estudio.

Tanto Sauer como su mujer pasaron varios años realizando estos experimentos y pudieron así corroborar sus hipótesis. Experimentaron particularmente con currucas. Inicialmente, al mostrar a estas aves el cielo estrellado del planetario, orientado como el auténtico firmamento exterior, los pájaros emprendían el vuelo hacia el Sudeste, en dirección a Turquía. Al girar el firmamento artificial, las aves se adaptaban a la nueva situación, volando siempre con rumbo al Sudeste ficticio, aunque éste fuera en realidad el Norte o el Oeste.

Pero los descubrimientos fueron más allá. Aparentemente, los pájaros rectificaban su rumbo tan pronto como el cielo artificial del planetario se inmovilizaba, en lugar de moverse como sucede en la realidad, por efecto de la rotación de la Tierra. Parece como si las currucas supieran dónde se debe encontrar cada estrella o constelación guía en una fecha determinada y en cada momento de la noche, pudiendo con estos datos encontrar siempre el rumbo adecuado. Es decir, no se limitan a seguir la dirección marcada por una estrella, sino que son capaces de seguir un rumbo con un ángulo determinado respecto de ella cuando sea necesario. Y ello incluso si vuelan bajo un cielo parcialmente encapotado y sólo de vez en cuando alcanzan a ver determinadas estrellas en los claros. Sólo si el cielo está totalmente cubierto y la observación del firmamento es imposible, los pájaros reposarán en tierra hasta que se den las condiciones mínimas para el vuelo.

¿De dónde obtenían estos pequeños astrónomos tales impresionantes cualidades para la orientación nocturna? ¿Era algo que aprendían de sus padres o, por el contrario, era innato en las currucas? Con el fin de despejar esta duda, el profesor Sauer crió una de estas pequeñas aves en completo aislamiento desde el momento de salir del cascarón. No permitió que viera a otras currucas ni el firmamento nocturno. Al llegar las noches de septiembre, el ave comenzó a presentar el nerviosismo propio de la inminencia de la migración, como sus parientes. En ese momento, el profesor la situó en el planetario, donde se proyectaba el firmamento artificial. Superada la impresión inicial, la curruca ¡comenzó a aletear en dirección sudeste!

El profesor Sauer mostró a continuación en la bóveda del planetario el cielo que estas aves pueden contemplar en su recorrido hasta el Nilo, y la curruca superó esta prueba perfectamente, efectuando el cambio de rumbo que sus parientes realizan al observar el firmamento chipriota, dirigiéndose al Sur por el valle del Nilo. Cuando en el planetario se proyectó el cielo tal como se ve desde el Sur del gran recodo del Nilo, la curruca detuvo su vuelo y descansó, librado de su ansia migratoria. Con ello se demostró que incluso el final de su viaje está fijado por las estrellas.

Las hipótesis más sencillas sostienen que las aves se guían por la estrella Polar o por la alineación de la Vía Láctea. Pero este supuesto fue contradicho por Sauer, que continuaba sus experimentos en Estados Unidos con el chorlito dorado común de Alaska. En el planetario podía ir eliminando estrellas a su antojo y vio que la estrella Polar y la Vía Láctea no influían para nada en el vuelo de las aves. Tampoco se dejaron influir las aves por los planetas Venus, Marte, Júpiter o Saturno. El ornitólogo Sauer propone que es el triángulo del verano (Vega, Deneb y Altair) la referencia para las migraciones otoñales.

Todos estos experimentos se realizaron sin ninguna referencia visual terrestre, ya que las aves son capaces de centrar su atención en estos faros improvisados (ciudades, industrias, etc) en cuanto se presentan perturbaciones en su vuelo, como relámpagos o estrellas fugaces, tal como ocurrió en una ocasión en la feria de otoño de la ciudad de Münster, a la que acudieron unas 350 grullas desorientadas por la densa niebla y atraídas por miles y miles de bombillas que creaban una inmensa constelación bajo la trayectoria del vuelo de las grullas.

Pero, pese a los innumerables estudios realizados, el mecanismo último de los sofisticados sistemas de navegación de las aves migratorias sigue teniendo algo de conjetura. Lo que sí está totalmente demostrado es la asombrosa capacidad de estos seres para adoptar un sistema de vida, a veces muy duro, con gran precisión y éxito, lo que merece por nuestra parte un mínimo de interés y admiración.

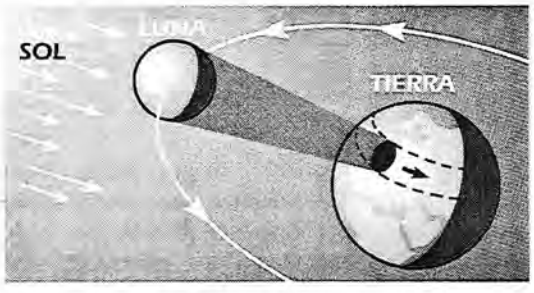
AGRUPACIO ASTRONOMICA DE SABADELL

11 DE AGOSTO DE 1999
ECLIPSE DE SOL

El miércoles 11 de agosto de 1999 se producirá un eclipse de Sol que será total dentro de una franja de unos 110 km de ancho que cruzará el centro de Europa; en España será parcial. Para los europeos será el eclipse más importante desde el que aconteció el 15 de febrero de 1961, con la ventaja, además, de coincidir en una época climatológicamente mejor y, para muchos, en plenas vacaciones.

Un eclipse de Sol se produce cuando la Luna se interpone entre el Sol y la Tierra, proyectando su sombra sobre nuestro planeta. Como sea que la Luna se mueve relativamente rápida, la duración de un eclipse no es muy larga; a lo sumo, unas tres horas desde que el disco lunar comienza a ocultar al del Sol hasta que termina. Pero la Luna no hace siempre el mismo recorrido por el firmamento, con lo cual no cubre el Sol cada vez que pasa junto a él. Por eso en muchos casos no se producen eclipses, en otros son únicamente parciales, mientras otros llegan a ser totales.

La duración de la fase total tampoco es siempre la misma, pudiendo oscilar entre un instante y algo más de siete minutos; en el eclipse del 11 de agosto de 1999 será de 2 m 22 s. Este eclipse será favorable en Europa porque el continente se halla en el centro del recorrido que hará la sombra de la Luna sobre la Tierra, lo cual coincide con el mediodía, hora muy apropiada porque el Sol se halla alto sobre el horizonte y porque hay menos riesgo de nubosidad.



EL ECLIPSE PARCIAL EN ESPAÑA

En España se ocultará un buen porcentaje del disco solar (aunque no totalmente), que será mayor viéndolo desde el norte de la Península que desde el sur, y será mucho menor en Canarias. Desde el comienzo hasta el final, tendrá una duración de unas dos horas y media a tres, dependiendo del lugar desde donde se observe.

Horarios en España (Hora oficial española)
El % se refiere a la parte ocultada del diámetro solar en el momento máximo. La totalidad = 100.

	Comienzo	Máximo	Final	%
Barcelona	11 h 00 m 48 s	12 h 21 m 31 s	13 h 47 m 04 s	77
La Coruña	10 h 48 m 24 s	12 h 03 m 21 s	13 h 25 m 11 s	81
Madrid	10 h 52 m 43 s	12 h 09 m 55 s	13 h 33 m 41 s	73
Tenerife (h. local)	9 h 42 m 39 s	10 h 40 m 28 s	11 h 45 m 18 s	36
Sevilla	10 h 49 m 49 s	12 h 04 m 23 s	13 h 26 m 19 s	63

CÓMO OBSERVAR EL ECLIPSE PARCIAL

Para observarlo deben tomarse una serie de precauciones a fin de que no se produzcan accidentes en los ojos, ya que la luz directa del Sol puede lesionar la retina. Además, en un mediodía del mes de agosto la intensidad de luz es muy elevada, con riesgos mayores si no se tiene una buena protección.

A simple vista debe verse el eclipse a través de un filtro oscuro muy intenso como los que se utilizan en soldadura autógena o bien superponiendo varios fotolitos totalmente negros (de los que se usan en imprenta), procurando que los ojos resulten totalmente protegidos. No deben emplearse métodos anacrónicos como los cristales ahumados. Si a través de un filtro no se ve el borde del Sol bien definido, es que resulta insuficientemente opaco y se corre el riesgo de lesión. En ningún momento debe notarse sensación de deslumbramiento.

A través de telescopios o prismáticos deben tomarse las mismas precauciones que para la observación de las manchas solares, es decir, utilizar los procedimientos de proyección, helioscopio o filtro especial de abertura total. No deben emplearse otros métodos ni deben utilizarse telescopios si no se conocen bien las técnicas de observación solar. Los pequeños filtros oscuros que hay en algunos telescopios con la inscripción «SUN» son peligrosos porque pueden romperse con el calor concentrado sobre ellos. Con telescopios o prismáticos, jamás deben emplearse los antes mencionados filtros «de soldador» o fotolitos. El método más práctico y fácil con un telescopio es, pues, proyectar la imagen del Sol sobre una pantalla, que puede ser una simple cartulina blanca.

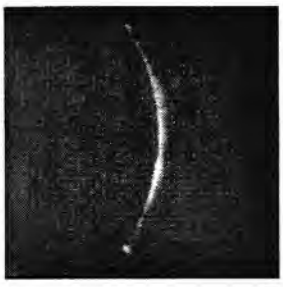
Debe ponerse especial cuidado en vigilar a los niños para que no miren directamente al Sol sin protección.

Si se siguen bien estas instrucciones, observar el eclipse no debe entrañar ninguna dificultad ni peligro.

AGRUPACIÓ ASTRONOMICA DE SABADELL
Calle Prat de la Riba, s/n (Parque Catalunya) • Apdo. Correos 50 • 08200 SABADELL (Barcelona)
Teléfono 93 725 53 73 • Fax 93 727 29 41
E-mail: secretaria@astrosabadell.org • Internet: http://www.astrosabadell.org

AGRUPACIO ASTRONOMICA DE SABADELL

11 DE AGOSTO DE 1999
ECLIPSE TOTAL EN EUROPA

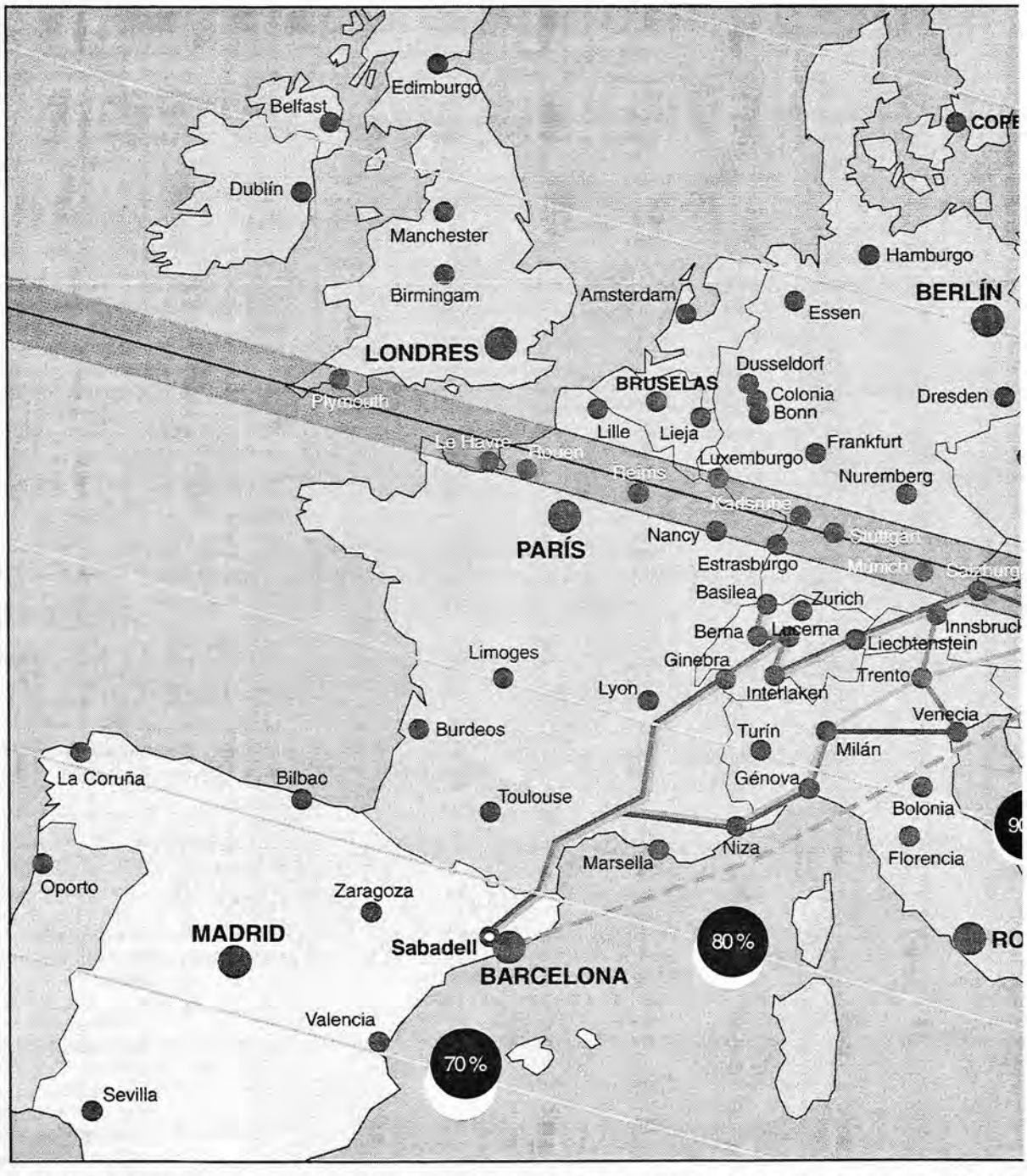


La sombra de la Luna comenzará a proyectarse sobre la Tierra a la salida del Sol sobre el océano Atlántico, cerca de la costa norteamericana. En su recorrido por Europa dibujará una franja de unos 110 km de ancho. A las 12 h 12 m (hora oficial española = hora europea) tocará la costa sur de Inglaterra (Plymouth) y al cabo de cinco minutos entrará en Francia por Cherbourg. Pasará sobre Le Havre, Rouen, Amiens, (a 40 km al norte de Paris ya será total, aunque la máxima duración de la totalidad se dará a 85 km), Reims, Metz y Estrasburgo. A las 12 h 32 m entrará en Alemania, pasando sobre Karlsruhe, Suttgart y Munich. Entrará en Austria por Salzburgo a las 12 h 41 m, cubriendo también Graz. A las 12 h 47 m la sombra entrará en Hungría, pasando al cabo de tres minutos sobre el lago Balaton, que es el lugar en el que está previsto se ubiquen las misiones de la Agrupación Astronómica de Sabadell. El centro de la sombra pasará a 80 km al sur de Budapest. A las 12 h 55 m tocará tangencialmente el norte de Yugoslavia y entrará en Rumania, que es donde sucederá el centro teórico del eclipse, pasando exactamente por encima de la capital, Bucarest; después rozará el norte de Bulgaria, pasando sobre Dobric, y a las 13 h 12 m entrará en el Mar Negro. Tras cruzarlo, a las 13 h 22 m llegará a la costa de Turquía, a unos 120 km al norte de Ankara. Pasará sobre Sivas, Duyarbakir y Batman. A las 13 h 45 m entrará en Irak, cruzando el país por el noreste e internándose, luego, en Irán. A las 14 h 22 m entrará en Paquistán, pasando por Karachi. Finalmente, a las 14 h 28 m comenzará a cruzar la India para luego entrar en el océano Índico por el Golfo de Bengala, coincidiendo con la puesta del Sol.

El mapa corresponde a la zona más próxima a España de todo el recorrido de la sombra lunar (desde el Atlántico al Índico).

La franja oscura muestra las regiones que serán «barridas» por la sombra lunar, es decir, donde se verá el eclipse total. A ambos lados de esta franja el eclipse será parcial, con mayor porcentaje de Sol ocultado cuanto más próximo se esté a la zona de totalidad.

La mayor duración de la fase total se dará en el centro de la franja sombreada (2 m 22 s), de modo que en sus bordes el eclipse total sólo durará un instante.



En el mapa también se indican los recorridos de los tres viajes que organiza la Agrupación Astronómica de Sabadell y que confluirán en el lago Balaton, cerca de Budapest (Hungría)

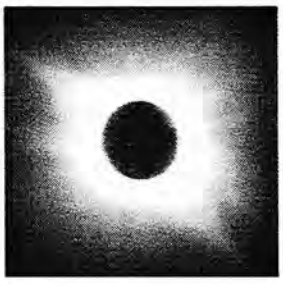
OPCIÓN A

OPCIÓN B

OPCIÓN C

Las fotografías de eclipses que ilustran este folleto han sido obtenidas por miembros de la Agrupación Astronómica de Sabadell

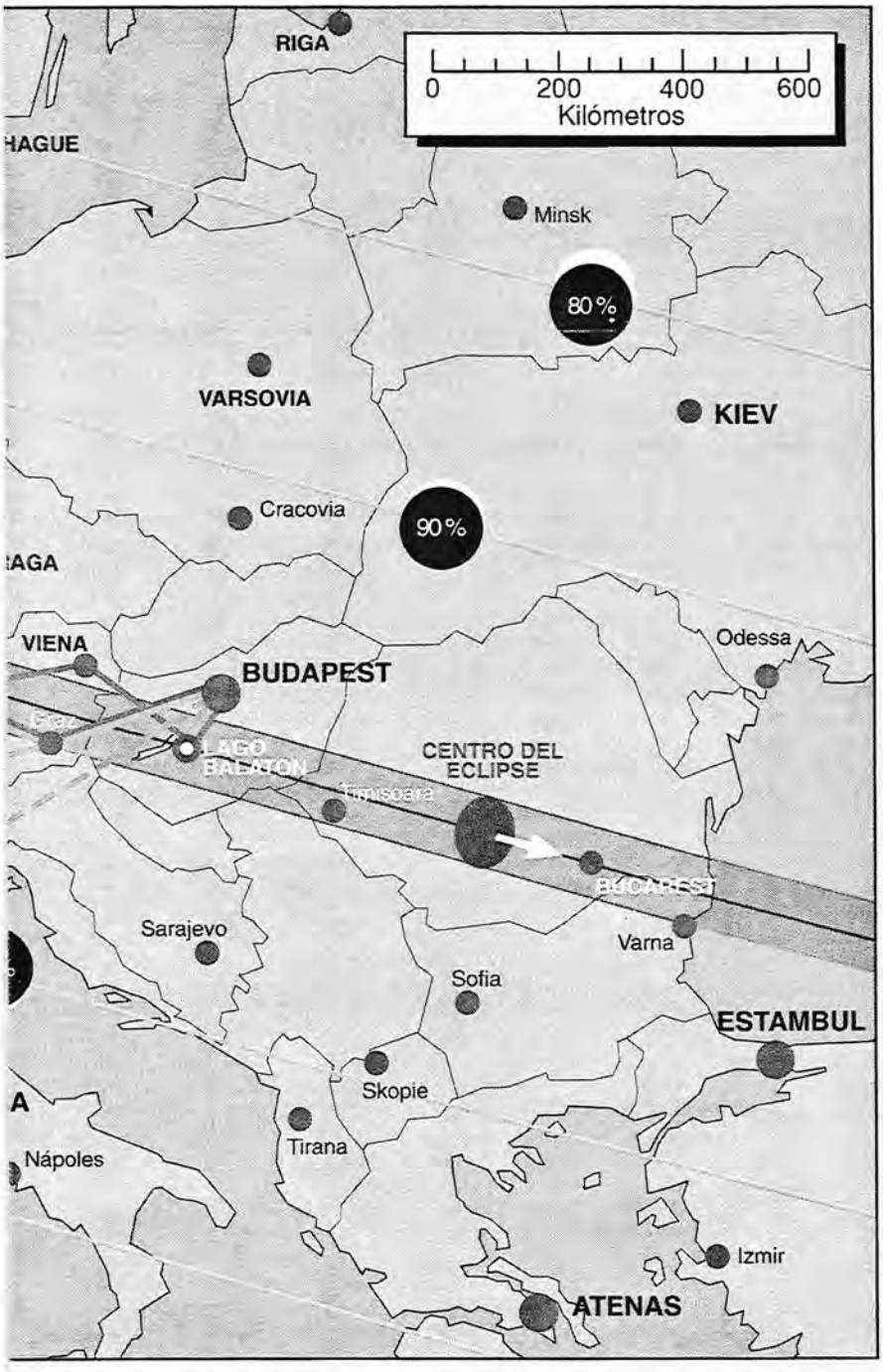
EXCEPCIONALIDAD DEL ECLIPSE TOTAL



La excepcionalidad de los eclipses totales de Sol viene dada porque desde un mismo lugar sólo puede verse, de promedio, un eclipse total cada 370 años. Sin embargo, España fue un país afortunado entre 1860 y 1912, en cuyo periodo ocurrieron sobre la Península cuatro eclipses totales; desde entonces no ha habido ninguno más. Por el contrario, sí se han visto muchos eclipses parciales, el último de los cuales fue el 12 de octubre de 1996.

Los momentos de la totalidad de un eclipse son extraordinariamente espectaculares. Al ocultarse el Sol, el ambiente se oscurece rápidamente (como si en breves segundos llegara la noche) y pueden verse a simple vista, rodeando el disco negro de la Luna –que está a contraluz—, los fenómenos del contorno solar: las protuberancias, de color rojizo, y la corona, plateada, formando una aureola luminosa con filamentos. También se aprecian las estrellas más brillantes y, cerca del Sol, los planetas Mercurio y Venus.

Antes de la totalidad puede advertirse como la sombra de la Luna va desplazándose por el paisaje desde el oeste para luego alejarse por el este, provocando, con el descenso de la temperatura, una acusada corriente de aire (el «viento de eclipse»). Entretanto se evidencia el anómalo comportamiento de los animales que intuyen, extrañados, la llegada de una imprevista noche.



VIAJAR A LA ZONA DEL ECLIPSE TOTAL

Las menores probabilidades de nubosidad se prevén en la zona de Irán, Irak y Turquía, y las más altas en Inglaterra y Francia, particularmente en la costa. En la zona intermedia (Hungría, y Rumanía) se calculan unas probabilidades de cielo despejado entre el 60 % y el 70 %, mientras en París es del 45 % y en la costa francesa del 20 %. De todas formas, en estas fechas del año, la nubosidad suele ser de tipo alto a primeras horas de la mañana y convectiva por la tarde, con lo cual la probabilidad de que al mediodía el cielo esté despejado es muy alta.

Se prevé una gran afluencia de público en la franja de la totalidad, de forma que va a resultar muy difícil hallar alojamiento si no ha sido reservado con mucha antelación. Además, en la mañana del eclipse ahora ya se prevén importantes atascos circulatorios en las carreteras que confluyan a esta zona y, particularmente, en lugares próximos a las grandes ciudades. Se supone que se producirá un importante colapso al norte de París. Se recomienda, pues, a los aficionados que proyecten ver el eclipse cerca de grandes ciudades, efectuar el desplazamiento a la zona en días anteriores o, a lo sumo, durante la noche.

SUGERENCIA

A quienes se desplacen a la zona del eclipse total nos permitimos formularles una sugerencia: no vayan pertrechados con muchas cámaras fotográficas, cámaras de vídeo o con telescopios.

La duración máxima de la totalidad de este eclipse es de 2 m 22 s en el mejor emplazamiento. Quien deba atender el funcionamiento de cualquier instrumento, no podrá admirar el eclipse, ya que el mejor espectáculo se produce viéndolo a simple vista o con unos prismáticos.

La obtención de fotografías o de imágenes de vídeo exige un cambio rápido de filtros y de velocidades de obturación en el momento crucial: cuando aparecen las «perlas de Baily», es decir, en los instantes del comienzo y final de la totalidad, y exige obtener imágenes con diferentes tiempos de exposición si se desean registrar todas las gradaciones de intensidad, desde las protuberancias hasta la corona externa. Todo ello implica que el astrónomo aficionado pase más tiempo pendiente de sus cámaras que del fenómeno. Nuestra recomendación es, pues, que en este eclipse tan corto deje que otros hagan las fotografías.

osep Masalles, Javier Prat, Antoni Rodó y Jaume Sacasas.

VIAJES A HUNGRÍA PARA VER EL ECLIPSE TOTAL

organizados por la AGRUPACIÓN ASTRONÓMICA DE SABADELL

Hace muchos años que la Agrupación Astronómica de Sabadell viene organizando viajes para la observación de eclipses totales de Sol. Los últimos han sido a Bolivia (1994), Mongolia (1997) y Panamá (1998). Es de esperar que sean muchas las personas interesadas en acudir al eclipse de 1999 porque tendrá lugar en Europa en pleno mes de agosto y porque, seguramente, será la única oportunidad que tendrán de ver el magnífico espectáculo de un eclipse total.

A fin de otorgar las máximas facilidades, se han programado tres opciones, o sea tres viajes distintos con duraciones distintas, pensando que habrá personas que desearán aprovechar el viaje para hacer turismo vacacional, mientras otras dispondrán de poco tiempo. Los tres viajes coincidirán el 7 de agosto en Budapest, donde realizarán conjuntamente algunas visitas, para instalarse luego en el lago Balaton a fin de ver el eclipse el día 11, y en cuyo emplazamiento la duración de la fase total del eclipse es la máxima: 2 m 22 s.

En esta ocasión se han planteado los viajes de forma que los costos sean lo más reducidos posible, a fin de hacerlos asequibles al mayor número de personas. Por ello los hospedajes serán en hoteles de dos estrellas o en residencias; no habrá habitaciones individuales.

Los programas que se detallan a continuación constituyen las rutas básicas, susceptibles de alguna modificación. Sin lugar a dudas se añadirán visitas a puntos de interés no descritos aquí. Con anterioridad a los viajes, la Agrupación organizará una o varias sesiones informativas para las personas inscritas.

OPCIÓN A

Duración: 21 días.
Viaje: autocar.
Salida: día 1 agosto; llegada día 21.

Itinerario:

Día 1: Sabadell - Ginebra - Lucerna (Suiza).
Día 2: Día libre en Lucerna.
Día 3: Lucerna - Berna (visita) - Basilea.
Día 4: Basilea - Titisse (Selva Negra; visita) - Cataratas del Rhin - Interlaken.
Día 5: Interlaken - Glaciar de Jungfrau (opcional) - Vaduz (Liechenstein).
Día 6: Vaduz - Budapest (Hungría).
Día 7: Budapest (visita).
Día 8: Budapest (día libre).
Día 9: Budapest - Lago Balaton.
Día 10: Lago Balaton (día libre). Preparación para el eclipse.
Día 11: Lago Balaton. **Eclipse**.

Día 12: Balaton - Viena (Austria).
Día 13: Viena (visita).
Día 14: Viena - Salzburg (visita).
Día 15: Salzburg - Innsbruck (visita).
Día 16: Innsbruck - Montes Dolomitas - Trento (Italia).
Días 17-18: Trento (libres).
Día 19: Trento - Venecia (libre).
Día 20: Venecia - Sirmione (visita) - Niza (Francia).
Día 21: Niza - Sabadell.

Precio (1)**: 188.000 ptas.**
Al efectuar la reserva: 50.000 ptas.

(1)
- El precio está calculado con presupuestos de 1998 y es susceptible de variación (posiblemente hasta un 10%).
- Incluye autocar de lujo con aire acondicionado, kilometraje ilimitado (permitirá improvisar visitas), guía acompañante durante todo el viaje y guías locales en Budapest, Viena, Salzburg e Innsbruck.
- Estancias en habitaciones múltiples, incluyendo desayunos (excluidas comidas y cenas).
- Seguro.

OPCIÓN B

Duración: 14 días.
Viaje: autocar.
Salida: día 1 agosto; llegada día 14.

Itinerario:

Día 1: Sabadell - Ginebra - Lucerna (Suiza).
Día 2: Día libre en Lucerna.
Día 3: Lucerna - Berna (visita) - Basilea.
Día 4: Basilea - Titisse (Selva Negra; visita) - Cataratas del Rhin - Interlaken.
Día 5: Interlaken - Glaciar de Jungfrau (opcional) - Vaduz (Liechenstein).
Día 6: Vaduz - Budapest (Hungría).
Día 7: Budapest (visita).
Día 8: Budapest (día libre).
Día 9: Budapest - Lago Balaton.
Día 10: Lago Balaton (día libre). Preparación para el eclipse.
Día 11: Lago Balaton. **Eclipse**.

Día 12: Balaton - Montes Dolomitas Trento (Italia).
Día 13: Trento - Sabadell (noche en ruta).
Día 14: Llegada a Sabadell.

Precio (2)**: 140.000 ptas.**
Al efectuar la reserva: 40.000 ptas.

(2)
- El precio está calculado con presupuestos de 1998 y es susceptible de variación (posiblemente hasta un 10%).
- Incluye autocar de lujo con aire acondicionado, kilometraje ilimitado (permitirá improvisar visitas), guía acompañante durante todo el viaje y guía local en Budapest.
- Estancias en habitaciones múltiples, incluyendo desayunos (excluidas comidas y cenas).
- Seguro.

OPCIÓN C

Duración: 5 días.
Viaje: avión y autocar.
Salida: día 7 agosto; llegada día 12.

Itinerario:

Día 7: Barcelona (aeropuerto) - Budapest (Hungría).
Día 8: Budapest (visita).
Día 9: Budapest - Lago Balaton.
Día 10: Lago Balaton (día libre). Preparación para el eclipse.
Día 11: Lago Balaton. **Eclipse**.

Día 12: Budapest - Barcelona.

Precio (3)**: 88.000 ptas.**
Al efectuar la reserva: 30.000 ptas.

(3)
- El precio está calculado con presupuestos de 1998 y es susceptible de variación (posiblemente hasta un 10%).
- Incluye vuelo en avión de línea regular Barcelona-Budapest-Barcelona. Desplazamientos en Hungría con autocar y guía acompañante. Guía local en Budapest.
- Estancias en habitaciones múltiples, incluyendo desayunos (excluidas comidas y cenas).
- Seguro.

CONTRATACIÓN

La organización técnica del viaje corre a cargo de **VIATGES VALLÈS TOUR, S.A.**, que es la empresa **con la que debe contactarse** para obtener mayor información y para efectuar las reservas:

Teléfono 93 726 11 27
Fax: 93 726 32 26
Rambla, 117 - 08202 SABADELL

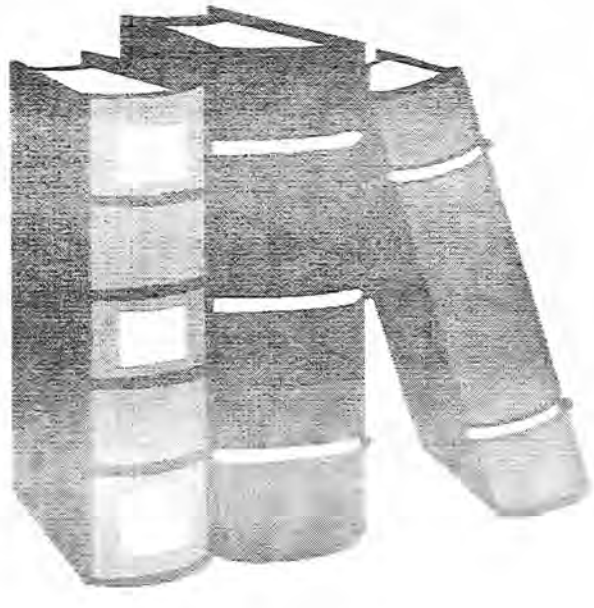
VIATGES VALLÈS TOUR S.A.

La Agrupación Astronómica de Sabadell no puede responsabilizarse de cualquier incidencia relativa al viaje ni de cualquier cambio que las circunstancias aconsejen u obliguen.

AGRUPACIO ASTRONOMICA DE SABADELL
Calle Prat de la Riba, s/n (Parque Catalunya) • Apdo. Correos 50 • 08200 SABADELL (Barcelona)
Teléfono 93 725 53 73 • Fax 93 727 29 41
E-mail: secretaria@astrosabadell.org • Internet: http://www.astrosabadell.org

LISTA DE SOCIOS ACTUALIZADA A DICIEMBRE DE 1998

Socio	Teléfono
Aladro Mateos, Roberto Carlos	987 22 53 88
Alunda Espinosa, Roberto	987 21 48 18
Balbuena Fernández, Julián	987 21 35 68
Barrientos Fernández, Francisco	987 25 68 51
Blanco García, Pilar	987 23 34 35
Blanco González, César	987 22 99 07
Blanco Lanza, Saúl	987 23 78 01
Cachán Cruz, Roberto	987 25 63 49
Campo Pardo, Iván	987 26 44 40
Casado García, Raquel	987 75 22 38
de Dios González, Héctor	987 80 03 40
de Prado Malagón, César	987 20 43 33
Diago Alvarez, Jesús Manuel	987 23 84 45
Díez Calvo, Jesús	987 26 08 22
Fernández Alvarez, Avelino	987 20 23 30
Fernández Barragán, Javier	987 21 43 18
Fernández Fernández, Esteban	987 20 08 66
Fernández Martínez, Francisco Javier	983 23 17 11
Fernández Salazar, Julián	987 22 71 38
Fornes Gómiz, María Pilar	987 23 84 45
Fraile González, José Felipe	909 42 03 44
García Alvarez, Ivo	987 51 11 62
García Arce, Eutiquio	987 26 25 28
García Fidalgo, José Jorge	909 59 43 17
García García, Luis	987 22 84 06
García González, Luis carlos	987 25 78 52



Socio	Teléfono
García González, Eduardo	987 25 27 54
García Martínez, Jaime	987 70 09 33
García Rodríguez, Óscar Luis	987 22 40 70
Gómez Bernardo Villar, Javier	987 22 40 88
González Calleja, Jesús	987 22 09 26
González Fernández, Jesús Ángel	987 20 12 79
González Ferreras, José Luis	987 22 59 07
González López, Víctor	987 25 00 70
Gutiérrez Tejerina, José	987 22 37 13
Hidalgo González, Julio	987 23 99 02
Hidalgo González, Álvaro	987 23 99 02
Láiz Martínez, Francisco	987 27 23 62
Láiz Pérez, Pedro	987 24 82 35
Llamas Moya, Sara	987 21 19 01
Lorente Aragón, José Luis	987 22 96 52
Luna Seco, Isidro	987 20 57 75
Magariño Mansilla, Salvador	987 24 37 44
Martínez de la Torre, Francisco	987 20 03 57
Martínez de Paz, Ana Isabel	987 20 43 33
Martínez García, Tomás	987 23 19 75
Martínez Pariente, Fernando	987 20 03 57
Montero García, José Luis	987 21 20 50
Moreno Olmedo, Fernando Miguel	987 76 91 01
Onrubia Baticón, Alejandro	983 22 04 80
Pajares Iglesias, Juan Carlos	987 27 01 27
Pereira Alvarez, José María	987 20 35 26
Pérez Gómez de Tejada, José María	987 20 32 92
Pernía de Blas, Joaquín	987 23 58 90
Piernas Fernández, María Cristina	987 21 51 46
Reca Montero, Juan Luis	987 23 12 72
Robles Ferreras, María Luz	987 22 09 28
Robles Rueda, Edén	987 21 61 86
Rodríguez Castellanos, Francisco	987 21 52 66
Ruiz López, Felipe	987 26 16 96
Sáenz Merino, Francisco Javier	987 21 54 49
San José Hernández, Jesús	987 24 74 13
Sánchez Blanco, Héctor Mario	987 20 03 39
Sánchez Martín, Santos	987 24 09 16
Suárez Vázquez, Pilar	987 21 57 43
Veas Pérez de Tudela Pretel, Miguel	987 20 03 40
Yende Castro, Geni	987 35 09 89

COMPROMETIDOS CON LA CULTURA

Caja España

Obra Cultural