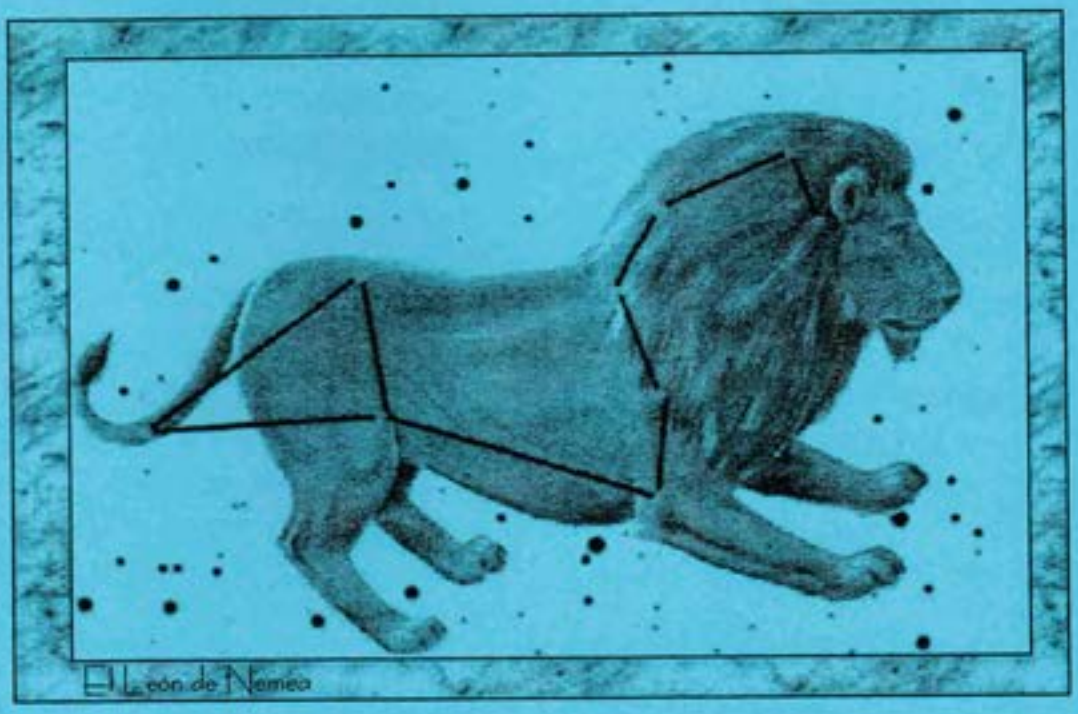
Asociación Leonesa de Astronomía

LEO

1999

Julio- Agosto- Setiembre nº 51



Asociación Leonesa de Astronomía
Apartado 1236
24080 León

Asociación Leonesa de Astronomía

Presidente:
José María Pérez
Vicepresidentes:
José Luis Montero
Francisco Martínez
Jesús San José
Secretaria:
Raquel Casado
Tesorero:
José María Pereira
Vocales:
Iván Campo
César Blanco

Director:
José María Pérez
Edición:
José María Pérez
Iván Campo
Archivo y documentación:
José María Pérez
Diseño:
Iván Campo
Sistemas informáticos:
Iván Campo
Colaboraciones:
José Felipe Fraile
Víctor González
Héctor de Dios

Edita:
Asociación Leonesa de Astronomía. Apº de correos *1236. 24080* León.
Teléfono: 987 260510
e-mail: astroleo@lacaja.net
Web:
http://organizaciones.bornet.es/astroleo/

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 nº 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

Tercer trimestre
Julio- Agosto- Setiembre 1999 Nº 51

Sumario

Editorial..... 2

Avisos y noticias..... 3

Sistema Solar..... 4

La Luna..... 7

Júpiter..... 10

Eclipse..... 13

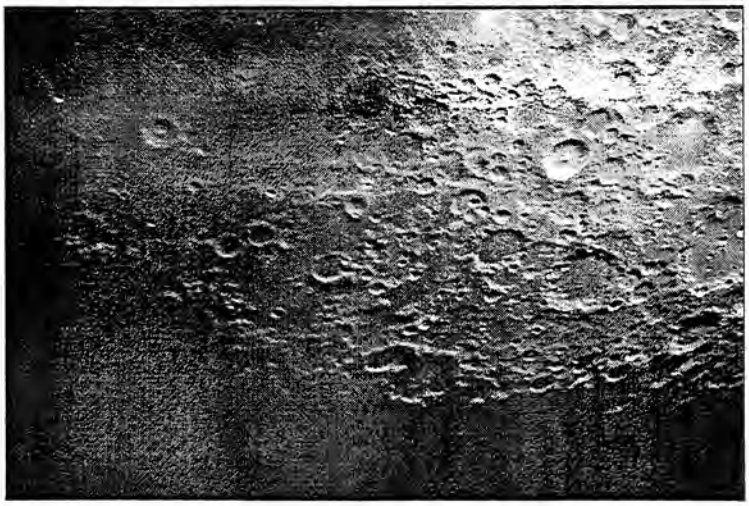
Mapas..... 14

Astrofotografía con montura ecuatorial..... 18

Astrofotografía electrónica..... 24

Fotografías de los asociados..... 27

Quasares..... 30



Fotografía de la Luna obtenida desde el CHF con la cámara CCD por Cesar Blanco, José Felipe Fraile, Víctor González, Hector de Dios e Iván Campo

EDITORIAL

Un nuevo curso, según la inveterada costumbre de asociar cualquier actividad de este país a los ciclos académicos, llega a su fin. Un curso en el que la sensación que domina en quienes acudimos casi todos los martes a las reuniones en nuestro local del C.H.F. es que la participación y la actividad van en aumento.

Hay que reconocer que son, fundamentalmente, los socios inscritos de un año a esta parte, los que están inyectando este nuevo dinamismo. Hay más salidas nocturnas al campo para observar, un uso más completo y variado del material de que dispone la Asociación, parte del cual, como la cámara CCD, estaba infrautilizado años atrás, y una más nutrida asistencia al local social. Y de todo esto *tienen la culpa* los jóvenes.

Tenemos cuatro telescopios para préstamos, aparte de los libros, las cintas de vídeo y las revistas. Y la recogida y la entrega de estos útiles, cuyo control lleva Raquel Casado, es constante. Por otra parte, nuestra revista LEO tiene una mejor presentación y mucha más variedad en sus contenidos y los autores de los artículos. Y ello se debe, en buena parte, al trabajo de Iván Campo y a la colaboración de un grupo entusiasta de socios recién llegados: Víctor, Felipe, Héctor de Dios, César,...

Esto es alentador, con vistas al próximo curso, en el que encararemos decididamente la organización de las XIV Jornadas Estatales de Astronomía. Esperamos contar con la ayuda del mayor número posible de asociados para distribuirnos equitativamente las diversas y pesadas tareas que nos esperan, de modo que sean lo más llevaderas posible, y con el fin de que la Asociación y cada una de las Entidades que nos están apoyando, en definitiva León, dejen un buen sabor de boca a quienes nos visiten para participar en el magno Congreso.

La Asociación habrá vencido entonces una etapa de su vida y podrá disponerse a comenzar otra en la que contará con un Observatorio Astronómico en que podrá organizar con mucha más comodidad que hasta ahora sus actividades propias, y ofrecer una alternativa cultural y de divulgación a los escolares y ciudadanos de León y su entorno.

Será bueno, entonces, un cambio generacional en la Directiva de la Asociación, para que la ilusión no decaiga y se fijen nuevas metas que consoliden a la Asociación Leonesa de Astronomía entre las más activas de su clase en España.

¡ Felices vacaciones!

LA REDACCIÓN

AVISOS

Durante los meses de julio y agosto sólo habrá reuniones los primeros martes de cada mes (días 6 de julio y 3 de agosto) a la hora habitual. Las reuniones semanales se reanudarán a partir del 7 de setiembre.

No obstante, hay un grupo de asociados que desean hacer observaciones nocturnas durante los meses de julio y agosto, aprovechando las vacaciones y el previsible buen tiempo. Como esta actividad no va a tener carácter periódico, quienes quieran participar, deberán ponerse en contacto con Iván Campo aprovechando las fechas arriba indicadas o dejando el aviso en el contestador automático del teléfono de la Asociación (987 26 05 10) con un teléfono de contacto.

NOTICIAS

Eclipse de Sol del 11 de agosto.

Casi con toda seguridad, la Asociación llevará a cabo la proyección "en tiempo real" del eclipse de Sol del 11 de agosto próximo en el Salón de Actos de la Biblioteca Pública, en la calle de Santa Nonia, naturalmente siempre que el tiempo climatológico no lo impida. El acto, abierto a todo el público, lo patrocina la Junta de Castilla y León. Estad atentos, los que estéis en esa fecha en León, a la publicidad que aparezca en la prensa, la radio y la televisión locales.

Primera circular de la Asociación Leonesa de Astronomía (A.L.A.) anunciando las XIV Jornadas Estatales de Astronomía.

En los próximos días, nuestra Asociación enviará una primera circular sobre el desarrollo del mencionado congreso, que tendrá lugar en León desde el martes 12 al domingo 17 de setiembre del año 2000, a todas las Asociaciones Astronómicas de España. En dicha circular fijamos el importe de la cuota de inscripción para los congresistas y sus acompañantes, que será de 4.000 pesetas por persona, incluimos una oferta muy ventajosa de alojamiento en las Residencias "Infanta Doña Sancha" y "Europa" para los residentes fuera de León y establecemos las distintas modalidades de concursos y premios. Tanto para expresar el deseo de participar en las Jornadas como para ser admitido en los diferentes concursos, fijamos como fecha límite la del 31 de marzo del 2000.

Daremos a conocer el contenido íntegro de esta primera comunicación en el próximo número de la revista LEO, con el fin de que todos los miembros de la A.L.A. podáis hacer sugerencias que se puedan tener en cuenta en los próximos comunicados.

Cena fin de temporada

Como en años anteriores, se está organizando una cena de confraternidad, que tendrá lugar en los primeros días de julio. Puesto que las gestiones están actualmente en marcha, quienes estéis interesados en asistir a esta cena, a la que puede seguir, si el tiempo es propicio, una sesión nocturna de observación, deberéis poneros en contacto con Iván Campo, dejando vuestro aviso en el contestador automático del teléfono de la Asociación y un teléfono de contacto, para que se os pueda comunicar con antelación suficiente el lugar, la hora y el precio de la cena.

Julio

EFEMÉRIDES DEL SOL Y LOS PLANETAS PARA LE ÓN
HORAS EN TIEMPO UNIVERSAL (T.U.).
PARA OBTENER LA HORA OFICIAL SÚMENSE DOS HORAS.

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 JULIO					
Sol	06: 38	+ 23: 09	04: 47	12: 25	20: 05
Mercurio	08: 26	+ 19: 07	06: 55	14: 12	21: 30
Venus	09: 40	+ 14: 45	08: 27	15: 26	22: 26
Marte	13: 45	- 12: 01	14: 12	19: 30	00: 48
Júpiter	01: 55	+ 10: 30	00: 59	07: 42	14: 25
Saturno	02: 50	+ 13: 55	01: 40	08: 36	15: 32
Urano	21: 16	- 16: 39	22: 03	03: 03	08: 02
Neptuno	20: 23	- 19: 04	21: 21	02: 11	07: 00
15 de JULIO					
Sol	07: 36	+ 21: 38	04: 56	12: 27	20: 00
Mercurio	08: 43	+ 14: 38	06: 35	13: 33	20: 31
Venus	10: 11	+ 09: 55	08: 22	15: 02	21: 42
Marte	14: 04	- 13: 59	13: 44	18: 54	00: 03
Júpiter	02: 03	+ 11: 08	00: 09	06: 54	13: 39
Saturno	02: 54	+ 14: 13	00: 48	07: 46	14: 43
Urano	21: 14	- 16: 47	21: 07	02: 06	07: 05
Neptuno	20: 22	- 19: 09	20: 25	01: 14	06: 03

➢ FENÓMENOS

JULIO, 5: La Tierra en el afelio (152.100.100 km.).
JULIO, 26: Mercurio en conjunción inferior con el Sol.
JULIO, 26: Neptuno en oposición con el Sol.

➢ VISIBILIDAD DE LOS PLANETAS

MERCURIO: A principios de mes todavía es observable al anochecer.
VENUS: El día 13 de julio alcanza su máximo brillo en esta temporada de visibilidad vespertina. Su aspecto telescópico es el de una lúnula cada vez más fina.
MARTE: Se pone algo después de la medianoche. Su movimiento respecto de las estrellas se aprecia fácilmente observando como se aleja progresivamente hacia el Este (la izquierda) de Spica.
JÚPITER: Sale en torno a la medianoche.
SATURNO: Sale una media hora después que Júpiter.
URANO Y NEPTUNO: Visibles desde poco después de ponerse el Sol. Se encuentran en Capricornus (Capricornio).

➢ LLUVIAS DE ESTRELLAS FUGACES

Durante este mes, 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
Delta Acuáridas	30 de julio	20	22 h 30 m	-17°

Agosto

EFEMÉRIDES DEL SOL Y LOS PLANETAS PARA LEÓN
HORAS EN TIEMPO UNIVERSAL (T.U.).
PARA OBTENER LA HORA OFICIAL SÚMENSE DOS HORAS.

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 AGOSTO					
Sol	08: 43	+ 18: 11	05: 12	12: 27	19: 44
Mercurio	08: 04	+ 15: 45	04: 44	11: 48	18: 51
Venus	10: 21	+ 05: 21	07: 41	14: 04	20: 26
Marte	14: 34	- 16: 43	13: 18	18: 17	23: 17
Júpiter	02: 09	+ 11: 39	23: 07	05: 54	12: 41
Saturno	02: 58	+ 14: 28	23: 45	06: 43	13: 41
Urano	21: 11	- 16: 59	19: 58	00: 57	05: 55
Neptuno	20: 20	- 19: 16	19: 17	00: 05	04: 54
15 de AGOSTO					
Sol	09: 37	+ 14: 15	05: 27	12: 26	19: 26
Mercurio	08: 20	+ 18: 29	03: 54	11: 09	18: 27
Venus	09: 59	+ 04: 22	06: 28	12: 47	19: 05
Marte	15: 03	- 19: 02	13: 03	17: 52	22: 42
Júpiter	02: 12	+ 11: 51	22: 14	05: 02	11: 50
Saturno	03: 01	+ 14: 34	22: 52	05: 50	12: 49
Urano	21: 09	- 17: 09	18: 58	23: 55	04: 53
Neptuno	20: 18	- 19: 21	18: 17	23: 05	03: 53

➢ FENÓMENOS

AGOSTO, 7: Urano en oposición con el Sol.
AGOSTO, 11: Eclipse total de Sol, visible como parcial en León.
AGOSTO, 14: Mercurio en su máxima elongación al Oeste del Sol.
AGOSTO, 20: Venus en conjunción inferior con el Sol.

➢ VISIBILIDAD DE LOS PLANETAS

MERCURIO: Visible al amanecer, hacia el Este, durante todo el mes, pero especialmente entre los días 10 y 20.
VENUS: En los 5 primeros días todavía es astro vespertino. Después resulta inobservable, hasta que en la última semana pasa a ser visible al clarear el día.
MARTE: Visible hasta unas 4 horas después de ponerse el Sol.
JÚPITER: Sale casi al mismo tiempo que se pone Marte.
SATURNO: Sale unos tres cuartos de hora después que Júpiter.
URANO Y NEPTUNO: Visibles casi toda la noche. Se encuentran en Capricornus (Capricornio).

➢ LLUVIAS DE ESTRELLAS FUGACES

Durante este mes, 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
Perseidas	12 de agosto	50	3 h 00 m	+60º

EFEMÉRIDES DEL SOL Y LOS PLANETAS PARA LE ÓN
HORAS EN TIEMPO UNIVERSAL (T.U.).
PARA OBTENER LA HORA OFICIAL SÚMENSE DOS HORAS.

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 SETIEMBRE					
Sol	10: 39	+ 08: 31	05: 45	12: 21	18: 59
Mercurio	10: 14	+ 12: 50	05: 06	11: 57	18: 50
Venus	09: 22	+ 06: 52	04: 35	11: 04	17: 32
Marte	15: 45	- 21: 39	12: 49	17: 27	22: 05
Júpiter	02: 13	+ 11: 49	21: 08	03: 55	10: 43
Saturno	03: 01	+ 14: 33	21: 46	04: 44	11: 43
Urano	21: 06	- 17: 20	17: 49	22: 46	03: 43
Neptuno	20: 17	- 19: 27	17: 09	21: 57	02: 44
15 de SETIEMBRE					
Sol	11: 30	+ 03: 17	06: 00	12: 17	18: 34
Mercurio	11: 52	+ 02: 12	06: 29	12: 40	18: 52
Venus	09: 18	+ 09: 08	03: 28	10: 05	16: 43
Marte	16: 23	- 23: 25	12: 40	17: 10	21: 40
Júpiter	02: 10	+ 11: 34	20: 11	02: 58	09: 45
Saturno	03: 01	+ 14: 27	20: 50	03: 48	10: 46
Urano	21: 05	- 17: 27	16: 53	21: 49	02: 45
Neptuno	20: 16	- 19: 30	16: 13	21: 01	01: 48
30 de SETIEMBRE					
Sol	12: 24	- 02: 32	06: 17	12: 12	18: 07
Mercurio	13: 21	- 09: 02	07: 41	13: 10	18: 40
Venus	09: 44	+ 09: 40	02: 52	09: 31	16: 12
Marte	17: 07	- 24: 42	12: 31	16: 55	21: 19
Júpiter	02: 05	+ 11: 05	19: 09	01: 54	08: 39
Saturno	02: 58	+ 14: 14	19: 50	02: 47	09: 44
Urano	21: 03	- 17: 33	15: 53	20: 49	01: 45
Neptuno	20: 15	- 19: 33	15: 14	20: 01	00: 48

➢ FEN ÓMENOS

SETIEMBRE, 8: Mercurio en conjunción inferior con el Sol.
SETIEMBRE, 23: Comienza el otoño a las 11:29 horas.

➢ VISIBILIDAD DE LOS PLANETAS

MERCURIO: Prácticamente inobservable.
VENUS: Bien situado para observarlo desde unas 3 horas antes de amanecer. El día 26 alcanza su máximo brillo durante esta temporada de visibilidad matutina.
MARTE: Sigue siendo visible hasta unas 3 horas después de ponerse el Sol, pero ya está muy lejos de la Tierra.
JÚPITER: Visible por la noche desde poco después de ponerse el Sol.
SATURNO: Sale unos tres cuartos de hora después que Júpiter.
URANO y NEPTUNO: Visibles durante gran parte de la noche. Siguen en Capricornus.

➢ LLUVIAS DE ESTRELLAS FUGACES

No hay lluvias importantes de estrellas durante este mes.

La Luna
Julio

➢ 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	C. Menguante	11: 58	01: 05	+ 01: 26	00: 06	06: 13	12: 30
13	Luna nueva	02: 25	07: 59	+ 18: 43	05: 17	12: 52	20: 22
20	C. Creciente	09: 00	14: 03	- 07: 33	12: 51	18: 37	-
28	Luna llena	11: 26	20: 41	- 18: 24	19: 54	00: 05	05: 02

➢ Ocultaciones de estrellas por la luna

Desaparición Día	Desaparición h m s	Borde	Reaparición Día	Reaparición h m s	Borde	Magnitud estrella
3	01: 34: 40	I	3	02: 45: 15	O	4,3
25	21: 00: 38	O	25	21: 25: 13	I	3,9
25	21: 27: 22	O	25	22: 46: 00	I	5,4
26	22: 50: 41	O	27	00: 09: 11	I	2,9

➢ Curiosidades

	DÍA	HORA	DISTANCIA (km)	DIÁMETRO APARENTE
APOGEO	23	05: 40	404.953	0,4918º
PERIGEO	11	06: 00	361.785	0,5505º

Día en que culmina más alto: 12 de julio a 67º 13'
Día en que culmina más bajo: 26 de julio a 26º 31'

La Luna
Agosto

➢ 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
4	C. Menguante	17: 28	02: 39	+ 09: 21	23: 47	05: 51	12: 40
11	Luna nueva	11: 10	09: 33	+ 14: 40	05: 12	12: 31	19: 42
19	C. Creciente	01: 48	16: 08	- 16: 31	13: 34	18: 44	23: 49
26	Luna llena	23: 50	22: 09	- 13: 44	19: 06	-	04: 52

➢ Ocultaciones de estrellas por la luna

Desaparición Día	Desaparición h m s	Desaparición Borde	Reaparición Día	Reaparición h m s	Reaparición Borde	Magnitud estrella
5	03: 52: 22	I	5	04: 34: 53	O	6,0
22	18: 53: 49	O	22	20: 20: 28	I	6,4
26	19: 59: 26	O	26	21: 04: 32	I	6,0

➢ Curiosidades

	DÍA	HORA	DISTANCIA (km)	DIÁMETRO APARENTE
APOGEO	19	23: 40	404.268	0,4926°
PERIGEO	8	00: 00	366.702	0,5431°

Día en que culmina más alto: 8 de agosto a 67° 06'
Día en que culmina más bajo: 22 de agosto a 26° 25'

La Luna
Setiembre

➢ 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	C. Menguante	22: 19	04: 19	+ 15: 48	23: 08	05: 35	12: 52
9	Luna nueva	22: 03	11: 01	+ 08: 25	05: 11	12: 05	18: 49
17	C. Creciente	20: 08	17: 29	- 20: 00	13: 15	18: 10	23: 02
25	Luna llena	10: 53	00: 27	- 02: 27	18: 42	-	05: 55

➢ Ocultaciones de estrellas por la luna

Desaparición Día	Desaparición h m s	Borde	Reaparición Día	Reaparición h m s	Borde	Magnitud estrella
21	21: 42: 32	O	21	23: 05: 28	I	6,2
23	01: 21: 49	O	23	02: 28: 02	I	4,3
27	20: 56: 01	I	27	21: 52: 05	O	4,3
28	20: 40: 28	I	28	21: 31: 59	O	6,1
28	21: 56: 03	I	28	22: 47: 48	O	6,3
28	23: 45: 45	I	29	00: 12: 46	O	4,1
29	23: 05: 57	I	30	00: 02: 11	O	5,0

➢ Curiosidades

	DÍA	HORA	DISTANCIA (km)	DIÁMETRO APARENTE
APOGEO	16	18: 31	404.396	0,4925°
PERIGEO	28	16: 18	366.253	0,5438°

Día en que culmina más alto: 5 de setiembre a 67° 13'
Día en que culmina más bajo: 18 de setiembre a 26° 22'

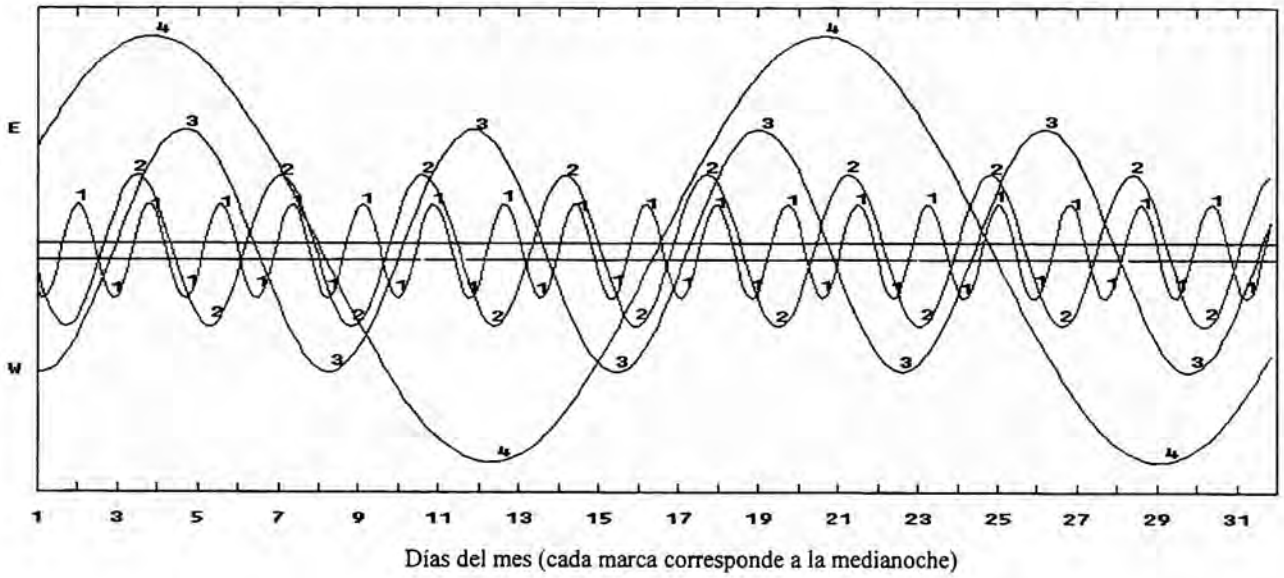
Satélites de Júpiter. Julio 1999

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		
1	12	1	I	Ec	9	13	19	I	Sf	16	21	22	II	Of	24	10	59	III	Of
	15	32	I	Of		13	33	II	Ec		23	4	III	Ec		12	13	I	Ec
						14	37	I	Tf							15	48	I	Of
2	9	16	I	Sc		16	5	II	Ef	17	1	33	III	Ef					
	10	33	I	Tc		16	14	II	Oc		4	53	III	Oc	25	9	25	I	Sc
	10	58	II	Ec		18	45	II	Of		6	58	III	Of		10	48	I	Tc
	11	25	I	Sf		19	3	III	Ec		10	18	I	Ec		11	34	I	Sf
	12	41	I	Tf		21	33	III	Ef		13	53	I	Of		12	56	I	Tf
	13	31	II	Ef												13	40	II	Sc
	13	35	II	Oc	10	0	44	III	Oc	18	7	31	I	Sc		16	13	II	Sf
	15	1	III	Ec		2	53	III	Of		8	53	I	Tc		16	31	II	Tc
	16	5	II	Of		8	24	I	Ec		9	41	I	Sf		18	59	II	Tf
	17	33	III	Ef		11	57	I	Of		11	1	I	Tf					
	20	30	III	Oc							11	3	II	Sc	26	6	41	I	Ec
	22	43	III	Of	11	5	38	I	Sc		13	36	II	Sf		10	17	I	Of
						6	58	I	Tc		13	53	II	Tc					
3	6	30	I	Ec		7	47	I	Sf		16	22	II	Tf	27	3	54	I	Sc
	10	1	I	Of		8	26	II	Sc							5	16	I	Tc
						9	6	I	Tf	19	4	47	I	Ec		6	3	I	Sf
4	3	44	I	Sc		10	58	II	Sf		8	22	I	Of		7	24	I	Tf
	5	2	I	Tc		11	12	II	Tc							7	59	II	Ec
	5	48	II	Sc		13	42	II	Tf	20	2	0	I	Sc		10	32	II	Ef
	5	54	I	Sf							3	22	I	Tc		10	47	II	Oc
	7	10	I	Tf	12	2	53	I	Ec		4	9	I	Sf		13	16	II	Of
	8	21	II	Sf		6	26	I	Of		5	24	II	Ec		17	15	III	Sc
	8	30	II	Tc							5	30	I	Tf		19	40	III	Sf
	11	1	II	Tf	13	0	6	I	Sc		7	57	II	Ef		23	6	III	Tc
						1	27	I	Tc		8	11	II	Oc					
5	0	58	I	Ec		2	16	I	Sf		10	41	II	Of	28	1	3	III	Tf
	4	30	I	Of		2	50	II	Ec		13	14	III	Sc		1	10	I	Ec
	22	12	I	Sc		3	35	I	Tf		15	40	III	Sf		4	45	I	Of
	23	31	I	Tc		5	23	II	Ef		19	3	III	Tc		22	22	I	Sc
						5	34	II	Oc		21	4	III	Tf		23	45	I	Tc
6	0	15	II	Ec		8	4	II	Of		23	16	I	Ec					
	0	22	I	Sf		9	12	III	Sc						29	0	31	I	Sf
	1	39	I	Tf		11	40	III	Sf	21	2	51	I	Of		1	52	I	Tf
	2	48	II	Ef		14	55	III	Tc		20	28	I	Sc		2	58	II	Sc
	2	55	II	Oc		17	0	III	Tf		21	51	I	Tc		5	31	II	Sf
	5	12	III	Sc		21	21	I	Ec		22	38	I	Sf		5	49	II	Tc
	5	25	II	Of							23	59	I	Tf		8	17	II	Tf
	7	40	III	Sf	14	0	55	I	Of							19	39	I	Ec
	10	44	III	Tc		18	35	I	Sc	22	0	21	II	Sc		23	13	I	Of
	12	53	III	Tf		19	56	I	Tc		2	54	II	Sf					
	19	27	I	Ec		20	44	I	Sf		3	12	II	Tc	30	16	50	I	Sc
	22	59	I	Of		21	44	II	Sc		5	40	II	Tf		18	13	I	Tc
						22	4	I	Tf		17	44	I	Ec		19	0	I	Sf
7	16	41	I	Sc							21	19	I	Of		20	21	I	Tf
	18	0	I	Tc	15	0	17	II	Sf							21	16	II	Ec
	18	50	I	Sf		0	32	II	Tc	23	14	57	I	Sc		23	49	II	Ef
	19	6	II	Sc		3	2	II	Tf		16	19	I	Tc					
	20	8	I	Tf		15	50	I	Ec		17	6	I	Sf	31	0	4	II	Oc
	21	39	II	Sf		19	24	I	Of		18	27	I	Tf		2	33	II	Of
	21	51	II	Tc							18	42	II	Ec		7	6	III	Ec
					16	13	3	I	Sc		21	14	II	Ef		9	33	III	Ef
8	0	21	II	Tf		14	25	I	Tc		21	29	II	Oc		13	0	III	Oc
	13	56	I	Ec		15	12	I	Sf		23	58	II	Of		14	7	I	Ec
	17	28	I	Of		16	7	II	Ec							14	57	III	Of
						16	33	I	Tf	24	3	5	III	Ec		17	42	I	Of
9	11	9	I	Sc		18	40	II	Ef		5	33	III	Ef					
	12	29	I	Tc		18	53	II	Oc		8	58	III	Oc					

GRÁFICO DEL MES DE JULIO



Días del mes (cada marca corresponde a la medianoche)

Satélites de Júpiter. Agosto 1999

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

E- Eclipse.

O- Ocultación.

T- Tránsito del satélite por delante del disco del planeta.

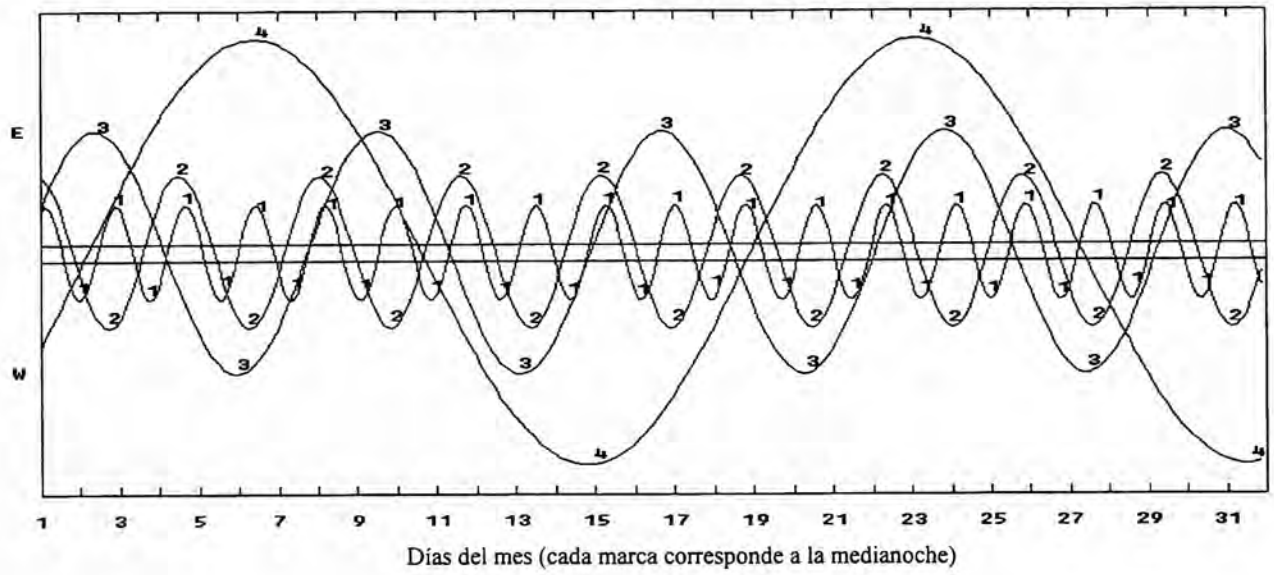
S- Proyección de la sombra del satélite sobre el disco del planeta.

c- comienzo del fenómeno

f- final del fenómeno

d	h	m			d	h	m			d	h	m			d	h	m		
1	11	19	I	Sc	8	18	54	II	Sc	16	2	40	II	Tf	24	11	28	I	Sc
	12	41	I	Tc		21	26	II	Sf		12	24	I	Ec		12	43	I	Tc
	13	28	I	Sf		21	42	II	Tc		15	54	I	Of		13	38	I	Sf
	14	49	I	Tf												14	50	I	Tf
	16	17	II	Sc	9	0	9	II	Tf	17	9	35	I	Sc		18	18	II	Ec
	18	49	II	Sf		10	30	I	Ec		10	53	I	Tc		23	17	II	Of
	19	8	II	Tc		14	3	I	Of		11	44	I	Sf					
	21	35	II	Tf							13	0	I	Tf	25	8	47	I	Ec
					10	7	41	I	Sc		15	43	II	Ec		9	18	III	Sc
2	8	36	I	Ec		9	2	I	Tc		18	16	II	Ef		11	38	III	Sf
	12	10	I	Of		9	50	I	Sf		18	22	II	Oc		12	11	I	Of
						11	9	I	Tf		20	50	II	Of		14	36	III	Tc
3	5	47	I	Sc		13	8	II	Ec							16	18	III	Tf
	7	9	I	Tc		15	41	II	Ef	18	5	17	III	Sc					
	7	56	I	Sf		15	53	II	Oc		6	53	I	Ec	26	5	57	I	Sc
	9	17	I	Tf		18	20	II	Of		7	39	III	Sf		7	10	I	Tc
	10	33	II	Ec							10	22	I	Of		8	6	I	Sf
	13	6	II	Ef	11	1	17	III	Sc		10	51	III	Tc		9	18	I	Tf
	13	21	II	Oc		3	39	III	Sf		12	36	III	Tf		13	26	II	Sc
	15	49	II	Of		4	58	I	Ec							15	56	II	Tc
	21	16	III	Sc		7	1	III	Tc	19	4	3	I	Sc		15	57	II	Sf
	23	40	III	Sf		8	30	I	Of		5	20	I	Tc		18	22	II	Tf
						8	50	III	Tf		6	12	I	Sf					
4	3	4	I	Ec							7	28	I	Tf	27	3	15	I	Ec
	3	6	III	Tc	12	2	9	I	Sc		10	49	II	Sc		6	39	I	Of
	4	59	III	Tf		3	30	I	Tc		13	21	II	Sf					
	6	38	I	Of		4	19	I	Sf		13	28	II	Tc	28	0	25	I	Sc
						5	37	I	Tf		15	54	II	Tf		1	37	I	Tc
5	0	16	I	Sc		8	12	II	Sc							2	35	I	Sf
	1	38	I	Tc		10	44	II	Sf	20	1	21	I	Ec		3	45	I	Tf
	2	25	I	Sf		10	57	II	Tc		4	49	I	Of		7	36	II	Ec
	3	45	I	Tf		13	24	II	Tf		22	31	I	Sc		12	30	II	Of
	5	35	II	Sc		23	27	I	Ec		23	48	I	Tc		21	44	I	Ec
	8	7	II	Sf												23	11	III	Ec
	8	25	II	Tc	13	2	58	I	Of	21	0	41	I	Sf					
	10	52	II	Tf		20	38	I	Sc		1	55	I	Tf	29	1	6	I	Of
	21	33	I	Ec		21	57	I	Tc		5	1	II	Ec		1	34	III	Ef
						22	47	I	Sf		7	33	II	Ef		4	22	III	Oc
6	1	6	I	Of							7	36	II	Oc		6	4	III	Of
	18	44	I	Sc	14	0	5	I	Tf		10	3	II	Of		18	54	I	Sc
	20	6	I	Tc		2	26	II	Ec		19	10	III	Ec		20	5	I	Tc
	20	53	I	Sf		4	58	II	Ef		19	50	I	Ec		21	3	I	Sf
	22	13	I	Tf		5	8	II	Oc		21	33	III	Ef		22	12	I	Tf
	23	51	II	Ec		7	35	II	Of		23	17	I	Of					
						15	9	III	Ec						30	2	44	II	Sc
7	2	23	II	Ef		17	33	III	Ef	22	0	39	III	Oc		5	9	II	Tc
	2	37	II	Oc		17	56	I	Ec		2	24	III	Of		5	16	II	Sf
	5	5	II	Of		20	51	III	Oc		17	0	I	Sc		7	35	II	Tf
	11	7	III	Ec		21	26	I	Of		18	15	I	Tc		16	13	I	Ec
	13	32	III	Ef		22	40	III	Of		19	9	I	Sf		19	33	I	Of
	16	1	I	Ec							20	23	I	Tf					
	16	57	III	Oc	15	15	6	I	Sc						31	13	22	I	Sc
	18	50	III	Of		16	25	I	Tc	23	0	8	II	Sc		14	32	I	Tc
	19	34	I	Of		17	15	I	Sf		2	39	II	Sf		15	32	I	Sf
						18	33	I	Tf		2	43	II	Tc		16	39	I	Tf
8	13	13	I	Sc		21	31	II	Sc		5	8	II	Tf		20	53	II	Ec
	14	34	I	Tc							14	18	I	Ec					
	15	22	I	Sf	16	0	3	II	Sf		17	44	I	Of					
	16	41	I	Tf		0	13	II	Tc										

GRÁFICO DEL MES DE AGOSTO



Días del mes (cada marca corresponde a la medianoche)

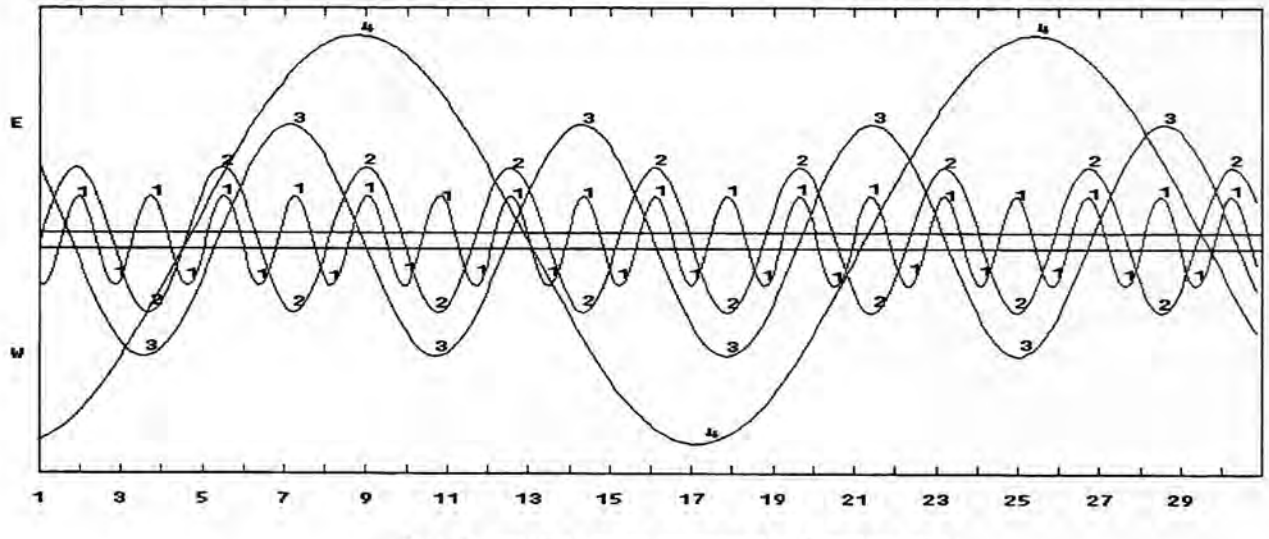
Satélites de Júpiter. Septiembre 1999

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

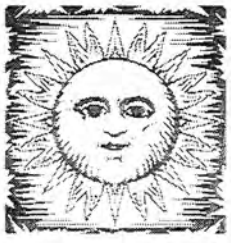
E- Eclipse.
O- Ocultación.
T- Tránsito del satélite por delante del disco del planeta.
S- Proyección de la sombra del satélite sobre el disco del planeta.
c- comienzo del fenómeno
f- final del fenómeno

d h m		d h m		d h m		d h m	
1 1 42	II Of	8 17 20	III Sc	16 1 22	III Tc	23 14 18	I Tc
10 41	I Ec	19 39	III Sf	2 58	III Tf	15 42	I Sf
13 18	III Sc	21 52	III Tc	11 38	I Sc	16 26	I Tf
14 0	I Of	23 29	III Tf	12 33	I Tc	23 51	II Sc
15 38	III Sf			13 48	I Sf		
18 16	III Tc	9 9 44	I Sc	14 40	I Tf	24 1 21	II Tc
19 55	III Tf	10 46	I Tc	21 15	II Sc	2 23	II Sf
		11 54	I Sf	23 5	II Tc	3 49	II Tf
2 7 51	I Sc	12 54	I Tf	23 47	II Sf	10 53	I Ec
8 59	I Tc	18 39	II Sc			13 46	I Of
10 0	I Sf	20 45	II Tc	17 1 30	II Tf		
11 6	I Tf	21 10	II Sf	8 58	I Ec	25 8 1	I Sc
16 2	II Sc	23 10	II Tf	12 1	I Of	8 45	I Tc
18 22	II Tc					10 11	I Sf
18 34	II Sf	10 7 4	I Ec	18 6 7	I Sc	10 52	I Tf
20 47	II Tf	10 15	I Of	6 59	I Tc	17 58	II Ec
				8 17	I Sf	21 53	II Of
3 5 10	I Ec	11 4 13	I Sc	9 7	I Tf		
8 27	I Of	5 13	I Tc	15 22	II Ec	26 5 21	I Ec
		6 23	I Sf	19 35	II Of	8 13	I Of
4 2 19	I Sc	7 21	I Tf			15 15	III Ec
3 26	I Tc	12 47	II Ec	19 3 27	I Ec	17 33	III Ef
4 29	I Sf	17 15	II Of	6 27	I Of	18 23	III Oc
5 33	I Tf			11 14	III Ec	19 59	III Of
10 11	II Ec	12 1 33	I Ec	13 33	III Ef		
14 53	II Of	4 41	I Of	14 59	III Oc	27 2 29	I Sc
23 38	I Ec	7 13	III Ec	16 36	III Of	3 11	I Tc
		9 33	III Ef			4 40	I Sf
5 2 54	I Of	11 32	III Oc	20 0 35	I Sc	5 19	I Tf
3 12	III Ec	13 10	III Of	1 26	I Tc	13 9	II Sc
5 34	III Ef	22 41	I Sc	2 45	I Sf	14 33	II Tc
8 0	III Oc	23 40	I Tc	3 33	I Tf	15 41	II Sf
9 39	III Of			10 33	II Sc	16 57	II Tf
20 47	I Sc	13 0 51	I Sf	12 15	II Tc	23 50	I Ec
21 53	I Tc	1 47	I Tf	13 5	II Sf		
22 57	I Sf	7 57	II Sc	14 40	II Tf	28 2 39	I Of
		9 55	II Tc	21 56	I Ec	20 58	I Sc
6 0 0	I Tf	10 29	II Sf			21 37	I Tc
5 21	II Sc	12 20	II Tf	21 0 54	I Of	23 8	I Sf
7 34	II Tc	20 1	I Ec	19 4	I Sc	23 45	I Tf
7 52	II Sf	23 8	I Of	19 52	I Tc		
9 59	II Tf			21 14	I Sf	29 7 16	II Ec
18 7	I Ec	14 17 10	I Sc	22 0	I Tf	11 1	II Of
21 21	I Of	18 6	I Tc			18 19	I Ec
		19 20	I Sf	22 4 40	II Ec	21 5	I Of
7 15 16	I Sc	20 14	I Tf	8 44	II Of		
16 20	I Tc			16 24	I Ec	30 5 23	III Sc
17 26	I Sf	15 2 4	II Ec	19 20	I Of	7 40	III Sf
18 27	I Tf	6 25	II Of			8 10	III Tc
23 29	II Ec	14 30	I Ec	23 1 23	III Sc	9 45	III Tf
		17 34	I Of	3 39	III Sf	15 27	I Sc
8 4 4	II Of	21 21	III Sc	4 48	III Tc	16 3	I Tc
12 35	I Ec	23 39	III Sf	6 23	III Tf	17 37	I Sf
15 48	I Of			13 32	I Sc	18 11	I Tf

GRÁFICO DEL MES DE SETIEMBRE



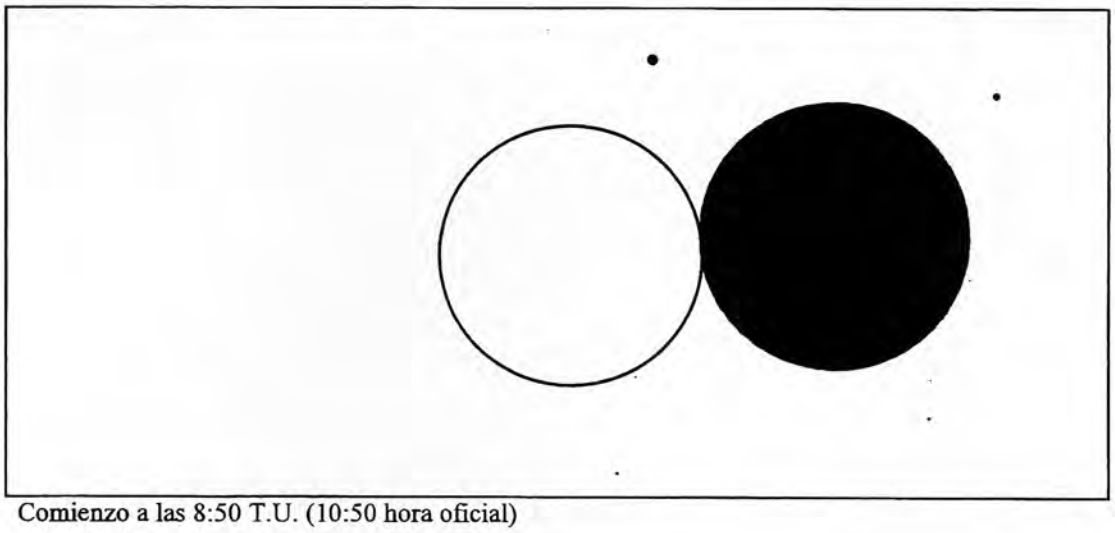
Días del mes (cada marca corresponde a la medianoche)



Eclipse de Sol

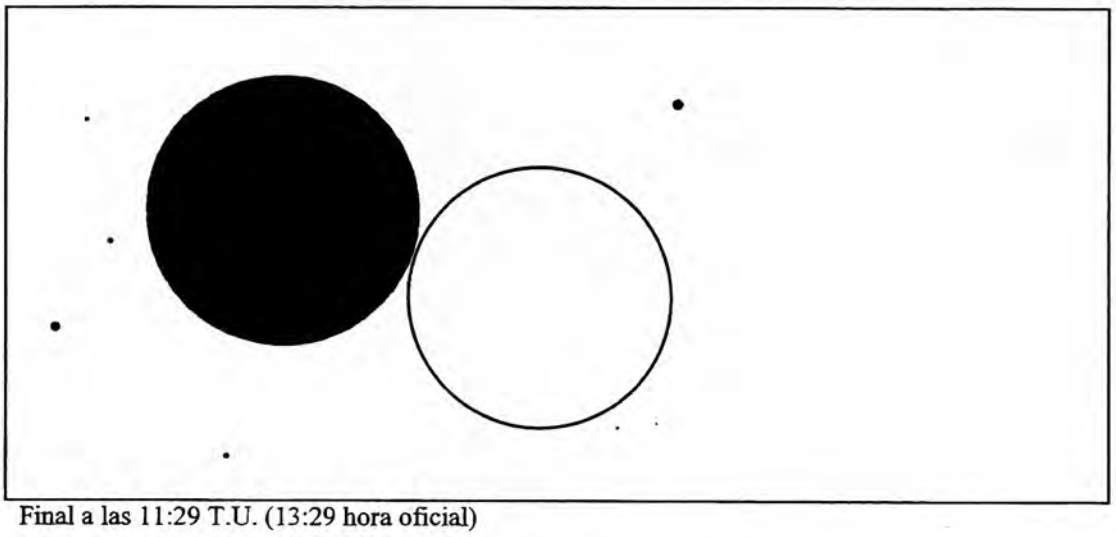
Eclipse de Sol

11 de agosto de 1999



Comienzo a las 8:50 T.U. (10:50 hora oficial)

Máximo a las 10:06 T.U. (12:06 hora oficial)

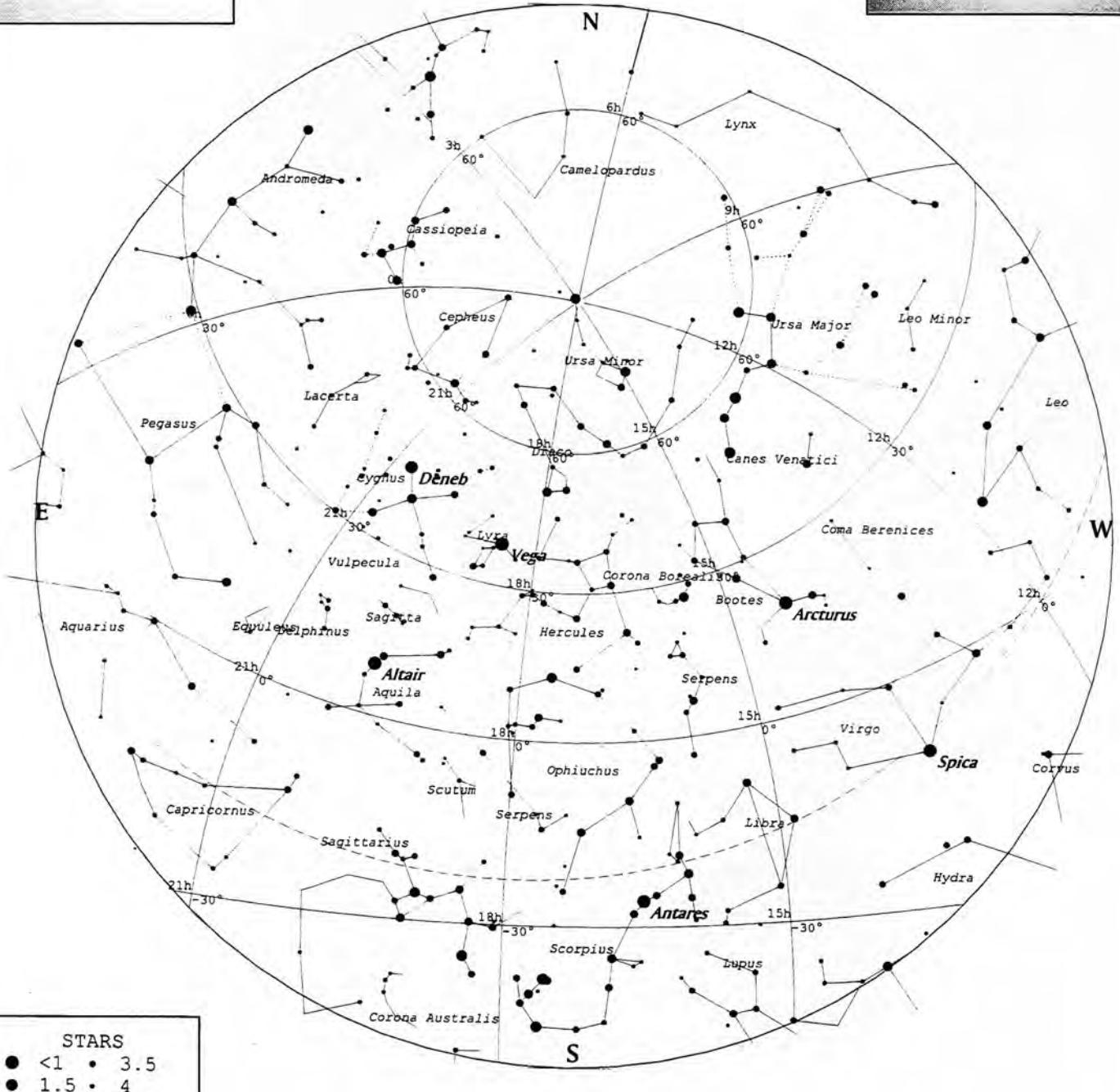


Final a las 11:29 T.U. (13:29 hora oficial)

EL CIELO EN JULIO

Cielo para LEON
Coordenadas:
42° 36' N
5° 34' W

1 julio –23 T.U.
15 julio –22 T.U.
30 julio –21 T.U.

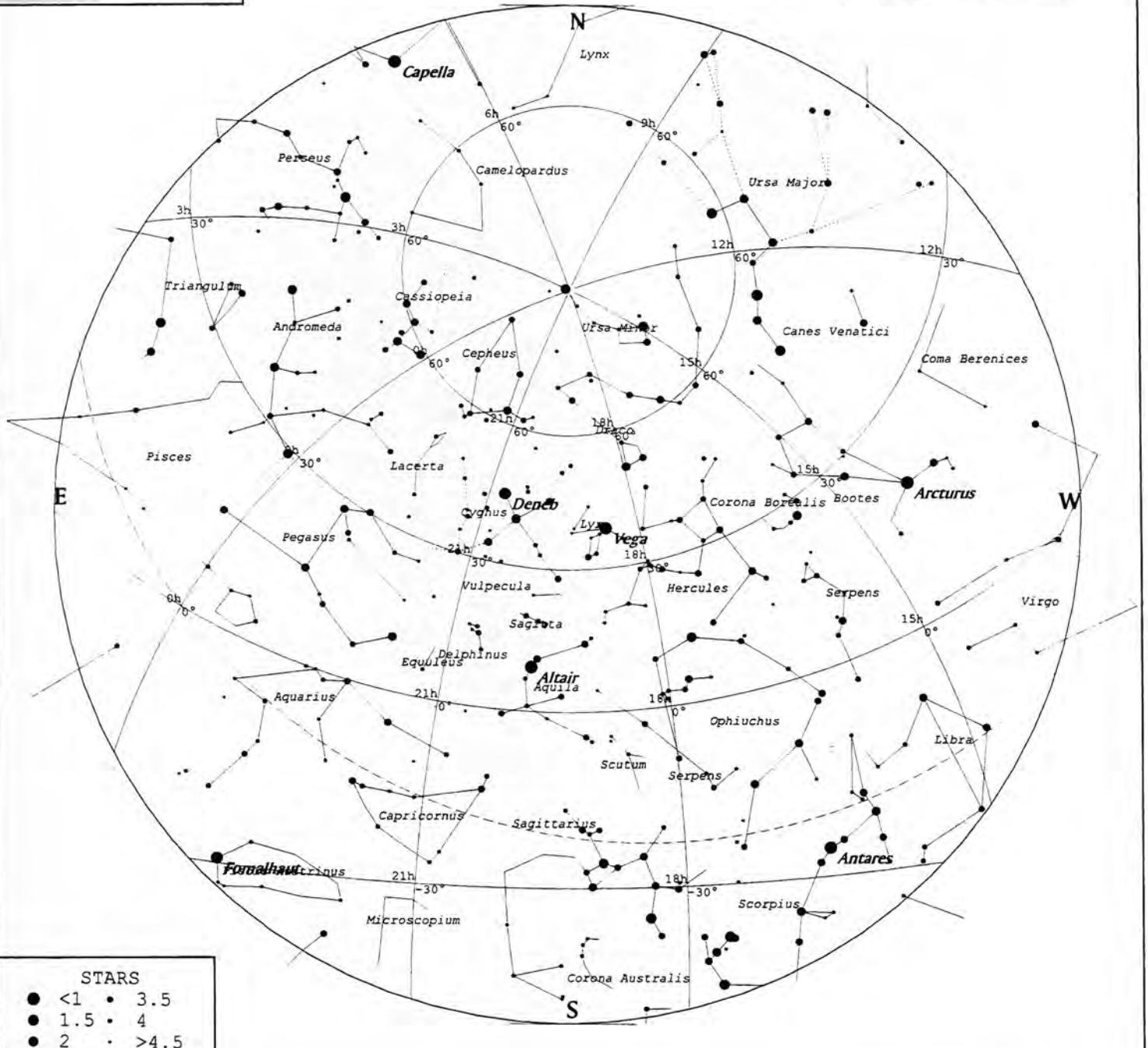


STARS
- <1 • 3.5
- 1.5 • 4
- 2 • >4.5
- 2.5
- 3

EL CIELO EN AGOSTO

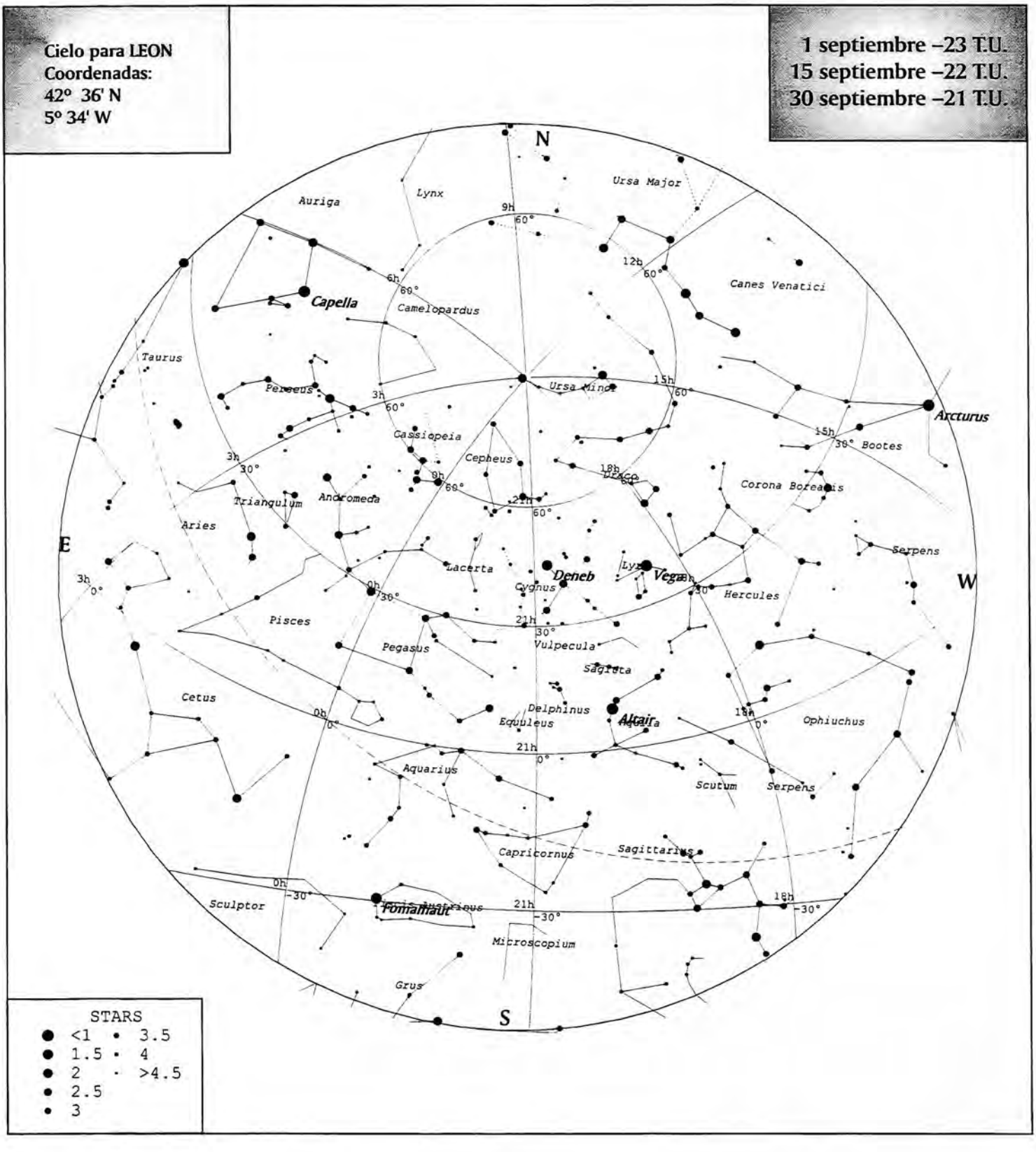
Cielo para LEON
Coordenadas:
42º 36' N
5º 34' W

1 agosto –23 T.U.
15 agosto –22 T.U.
30 agosto –21 T.U.



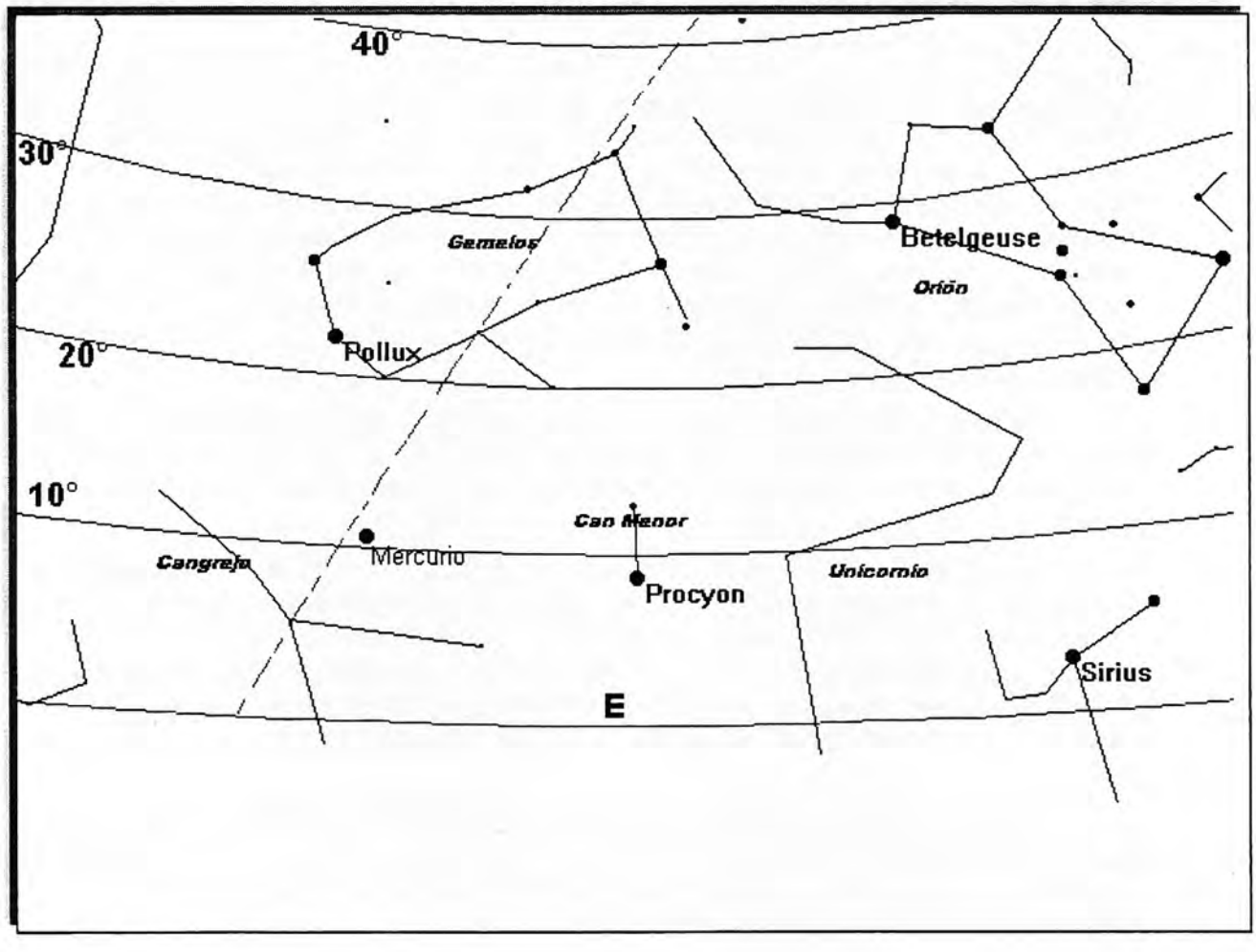
STARS
- <1 • 3.5
- 1.5 • 4
- 2 • >4.5
- 2.5
- 3

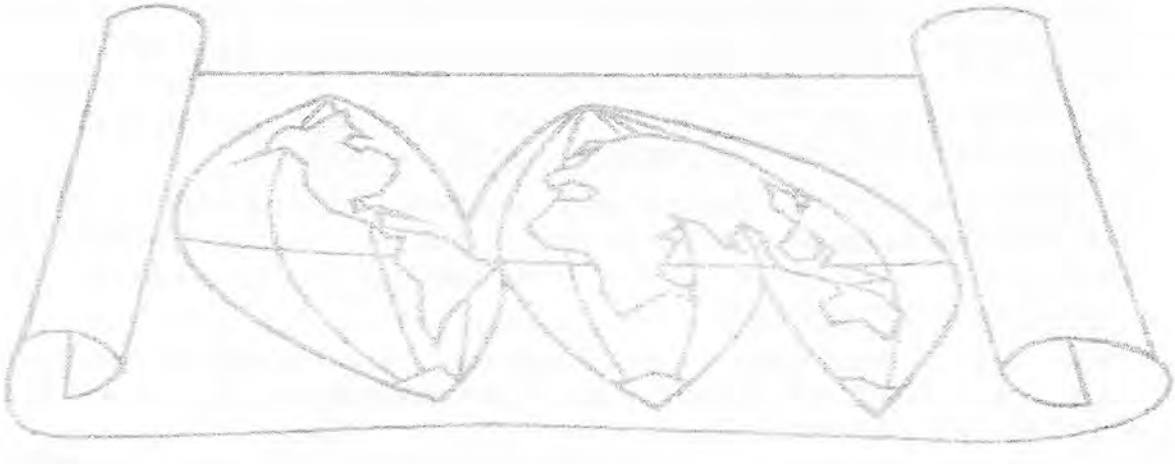
EL CIELO EN SEPTIEMBRE



Mapa para la observación de Mercurio.

Día 14 de Agosto a las 5:00 T.U.
En los días inmediatos, anteriores y posteriores, la situación cambia poco.





Astrofotografía con Montura Ecuatorial.

José F. Fraile, Víctor González y Héctor de Dios

La astrofotografía es una técnica muy importante en el conjunto de la Astronomía, tanto a nivel profesional, como a nivel amateur. Mediante la simple observación del cielo nocturno, sin ayuda de ningún instrumento, el ojo humano puede captar objetos estelares de hasta magnitud +7 en condiciones de oscuridad absoluta (debido a la apertura máxima de la pupila del ojo humano); además mediante la observación directa se hace poco menos que imposible distinguir los colores de los distintos astros, que aparecen como tenues desviaciones del blanco. Esto es debido a que en condiciones de baja luminosidad el ojo usa fundamentalmente unas células fotorreceptoras llamadas bastones, las cuales son incapaces de captar colores; en lugar de los conos, capaces de captar el color, que son las que se usan mayoritariamente durante el día.

La fotografía astronómica permite captar objetos de magnitudes muchísimo más bajas, además de permitir la observación de detalles en algunos astros (planetas por ejemplo) que pasan inadvertidos, o se aprecian con dificultad, mediante la observación directa.

La mayoría de nosotros hemos contemplado en multitud de ocasiones las espléndidas imágenes que se pueden captar con la ayuda de telescopios motorizados, como el MEADE LX-200 que posee la asociación. Pero no es necesario el uso de equipos tan sofisticados (además de caros y poco transportables); con un equipo tan sencillo como una cámara tipo "reflex" -preferiblemente mecánica- un trípode y un cable disparador podemos captar fotografías, si no tan perfectas técnicamente, no menos bellas.

Como hemos comentado en el párrafo anterior es preferible el uso de una cámara mecánica, ya que estas funcionan a cualquier velocidad a pesar de que el fotómetro no tenga pilas. Las cámaras automáticas, que son mayoría actualmente, son utilizables,si bien poseen importantes inconvenientes:

- Dependen totalmente de las pilas para poder funcionar: esto quiere decir que si nos quedamos sin pilas el obturador se quedará bloqueado siendo imposible hacer ni una sola foto más. Además las pilas que, en un uso normal para fotografía diurna, pueden durarnos mucho tiempo, en astrofotografía debido a las bajas temperaturas (generalmente mucho más bajas que durante el día) y las largas exposiciones que debemos realizar, pueden no durarnos más allá de 2 o 3 horas.

- Muchas -sobre todo las más modernas- no disponen de rosca estandar para adaptar un cable disparador, teniendo que adquirir el de la propia marca, que suele tener un precio entre 2 y 10 veces mayor que uno convencional. Algunas incluso carecen totalmente de esta posibilidad.

En cuanto al objetivo a utilizar podemos utilizar virtualmente cualquiera, sin embargo los más recomendables son los normales (entre 40 y 55 mm.) que generalmente son los más baratos (muchas cámaras lo traen de serie) y los de mayor luminosidad -lo normal es que estén entre f:1,4 y f:2-. Una buena alternativa son los

gran-angulares moderados (entre 24 y 35 mm.), que también suelen ser bastante luminosos -f:2,8 ó f:3,5-. Hasta hace no demasiado tiempo se **desaconsejaba** para casi cualquier tipo de fotografía el uso de objetivos zoom, asegurando que la calidad de imagen que proporcionaban era mucho menor que uno de focal fija; sin embargo con el avance de la tecnología, hoy en día podemos asegurar que la imagen que se produce es prácticamente de la misma calidad que cualquier objetivo fijo. El único inconveniente que tenemos que salvar, si utilizamos un zoom, es su menor luminosidad que nos obliga a aumentar los tiempos de exposición.

El trípode toma protagonismo propio cuando realizamos exposiciones largas, como las que tenemos que emplear aquí ya que, si es poco estable, se pueden producir vibraciones que estropeen nuestra fotografía. Lo ideal es que nuestro trípode tenga las menores piezas metálicas posibles y, además que lo usemos en la posición más baja: con las patas y la columna sin extender.

La última cosa que necesitamos para nuestra aventura fotográfica es la película. En este apartado nos ocurre lo mismo que con los objetivos: podemos usar cualquiera pero conseguiremos mejores resultados utilizando algunas.

Lo primero es decidir entre color o blanco y negro, con ambas podemos conseguir excelentes resultados y nuestra elección depende del equipo y conocimientos que tengamos: Si poseemos laboratorio, ampliadora y sabemos usarlo, nuestra decisión debería ser el blanco y negro. Si no tenemos laboratorio y tenemos que revelar nuestros rollos en una tienda usaremos color sin dudarlo. La película de color, en contra de lo que se puede pensar *a priori* es más barata que la de blanco y negro.

Una ventaja importante si usamos película monocroma (B/N) es que podemos realizar un revelado forzador (aumentando su sensibilidad) nosotros mismos sin que nos suponga ningún coste adicional. Este tipo de revelado también se puede realizar con película de color pero, en este caso, lo tenemos que pagar (bastante caro por cierto).

La ventaja de usar película en color, sobre todo si son diapositivas, es que captaremos los colores de los objetos celestes, lo cual suele sorprender porque en la fotografía se observan con una riqueza impresionante.

Hemos hablado de sensibilidad y de revelado forzador, pero no hemos dicho qué sensibilidad tenemos que usar. Lo ideal, tanto en color como en blanco y negro, es usar película lo más sensible posible; pero tenemos que tener en cuenta que cuanto más sensible, más cara. La película de I.S.O. 400 tiene un precio bastante asequible y es 4 veces más sensible que la normal (I.S.O. 100). En cuanto a marcas, ésta suele ser una decisión bastante personal, pero yo me decanto por FUJI SUPERIA 400 ú 800 para negativo color (tienen mejor calidad que las Kodak), FUJI SENSIA II 400 o KODAK ELITE 400 para diapositiva (prácticamente equivalentes) y KODAK Tri-X 400 o T-max 400 para Blanco y negro.

Una vez que tenemos nuestra cámara cargada, en el trípode, con el cable enroscado y el objetivo puesto, ya estamos en disposición para hacer fotos. Sólo tenemos que enfocar nuestro objetivo a infinito, abrir el objetivo al máximo y poner el selector de velocidad de nuestra cámara en "B" o "Bulb" (la cámara tendrá el obturador abierto mientras apretemos el botón).

Podemos empezar por tomar una primera foto con 15 seg. de exposición; con esta velocidad captaremos los objetos más brillantes y las estrellas nos quedarán todavía como puntos. A medida que damos mayores tiempos de exposición observamos que las estrellas nos quedan como trazos cada vez más largos; esto es debido a la rotación de la Tierra que hace que las estrellas describan un movimiento aparente en la

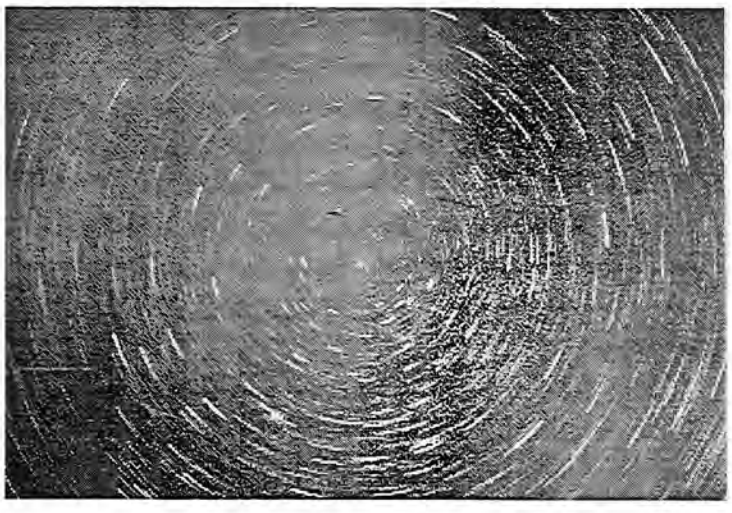


Foto: Iván Campo

bóveda celeste. El tiempo máximo de exposición que podemos dar, para que las estrellas nos queden puntuales, depende del objetivo; siendo de unos 15 seg. para objetivos normales (50 mm.) y de unos 20 seg. para un gran angular de 28 mm.

Sin embargo este movimiento no siempre es un inconveniente; una de las fotografías más espectaculares y bellas que podemos tomar es la llamada "CIRCUMPOLAR", que se realiza enfocando la cámara hacia la Estrella Polar y dejando el obturador abierto entre 1 y 20 minutos. Así conseguimos una foto en la que la Estrella Polar aparece puntual y, el resto de estrellas, aparecerán como trazos circulares alrededor suyo.

Pero si lo que queremos es tomar exposiciones largas, deseamos que las estrellas nos queden como puntos y no como rayas, y no podemos o no queremos usar un telescopio motorizado, necesitamos una **"PLANCHETA ECUATORIAL"** que podemos construirnos nosotros mismos. Este instrumento se construye en madera y permite realizar fotografías con exposiciones largas (hasta 20 minutos), siguiendo el movimiento de las estrellas por la bóveda celeste, sin más requerimiento que darle una vuelta por minuto a una manivela.

El esquema para la construcción de una montura de este tipo se encuentra al final de este artículo, pero tenemos que tener en cuenta varios aspectos:

- La distancia entre la bisagra y el tornillo tiene que ser tal que la tabla se abra 0,2507ª cada minuto. Esta distancia es de 183'34 mm. si usamos un tornillo de 5 mm. de diámetro y paso 80. Este tipo de tornillo es muy fácil de conseguir.

- Cuanto más grandes y fuertes sean las bisagras, mayor estabilidad y precisión tendrá el seguimiento.

- Mejor usar dos tuercas (colocadas una a cada lado de la tabla B) que una sola, esto le deja menor holgura al tornillo y permite mayor precisión.

- El ángulo de la tabla B con respecto a A tiene que ser de 43ª (latitud de León).

- Tenemos que dar una vuelta cada minuto de forma continua, no una vez de golpe cada minuto. Esto puede requerir un poco de práctica pero hay

que tener en cuenta que el margen de error depende del objetivo: con un 50 mm. 10 seg aprox. cada minuto; con 28 mm. 20 seg aprox. cada minuto; este tiempo se reduce a 1 seg si usamos un tele de 500 mm.

- Antes de hacer fotos tenemos que alinear la bisagra de la montura con la estrella polar ¡ ¡ ¡ ¡ Y NO MOVERLA DE ESA POSICIÓN!!!

- ¡ ¡ ¡ ¡ LA MANIVELA HAY QUE MOVERLA EN EL SENTIDO DE LAS AGUJAS DEL RELOJ!!!!

También es importante disponer de un tornillo en el que podamos acoplar una rótula fotográfica a la que podamos fijar la cámara y una tuerca del mismo diámetro y paso que nos permita fijar la montura a un trípode. No menos importante es darle una capa de pintura y/o barniz a la montura para que resista las inclemencias del tiempo.

Para más información o cualquier consulta de tipo técnico se pueden dirigir a Héctor de Dios, José F. Fraile y Víctor González, personalmente en el local de la Asociación (los Martes de 20:00 h. a 22:00 h.) o a través de correo electrónico: -preferentemente usando el de la Asociación-

Asociación Leonesa de Astronomía: astroleo@lacaja.net

José Felipe Fraile: biojff00@estudiantes.unileon.es

Víctor González: biovgl01@estudiantes.unileon.es

Héctor de Dios: biohdd00@estudiantes.unileon.es

MARCA	MODELO	P.V.P NUEVA	P.V.P. 2ª MANO
Nikon	FM2 FM10	110.000 44.000	80.000
Minolta	X-300	38.000	20.000
Pentax	K-1000 KM	44.000 –	20.000 30.000
Olympus	OM1	–	55.000

Estas son algunas cámaras apropiadas para astrofotografía, se incluyen aquí como orientación, no implica que sean las únicas válidas ni que sean las mejores (como

ya hemos comentado vale casi cualquiera). Los precios también son meramente orientativos (y se refieren al cuerpo de cámara sólo, sin objetivo) y pueden variar de un comercio a otro. El precio de una cámara de 2ª mano varía enormemente en función de su estado de conservación y otros factores como, por ejemplo, su año de fabricación.

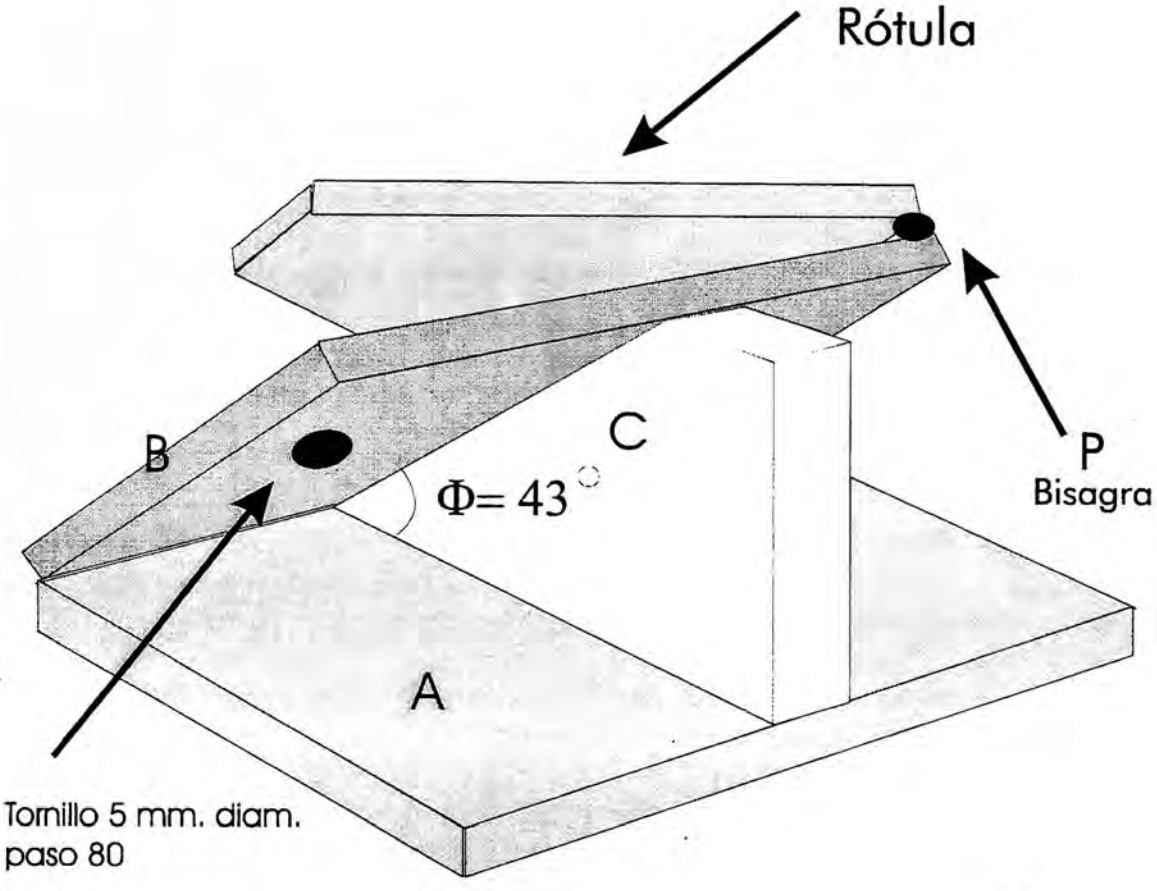
ESQUEMA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PLANCHETA:

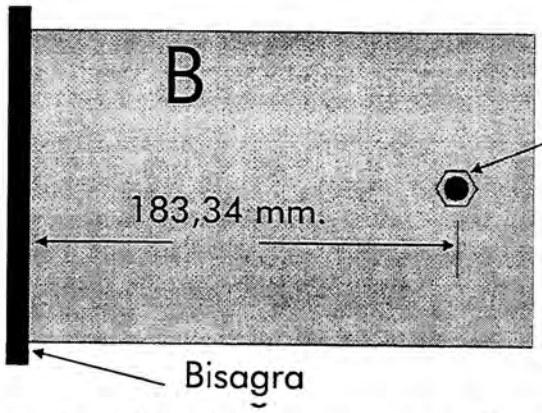
Material necesario:

- Plancha de okumen de 6 mm. de grueso y de aproximadamente 30 x 30 cm.
- Bisagras de tipo libro, cuanto más fuertes mejor.
- Tornillo o varilla roscada de 5 mm. de diámetro y paso 80.
- Tuercas de la misma medida que el tornillo.
- Rótula fotográfica.
- Tornillo tipo fotográfico (para unir la rótula a la tabla)
- Tuerca de tipo fotográfico (para unir la plancheta a un trípode)

Para la construcción de la plancheta recomendamos el uso de madera de okumen de 6 mm. que aúna facilidad de manejo con una gran resistencia. Las bisagras son un punto muy importante pues de ellas depende la estabilidad y la precisión durante el guiado, además tenemos que tener en cuenta que son las que soportan el peso de la cámara de fotos, por lo cual es **muy importante** que sean resistentes.

En la página siguiente se incluye el croquis para la construcción de la plancheta ecuatorial.





Tuerca
5mm. Diam.
Paso 80

Manivela con
Tornillo

En la Tabla B mejor poner dos tuercas, una por cada lado. Las tablas se unen con cola para Madera. Los elementos metálicos se unen a la madera con Cianocrilato (Superglue)

Astrofotografía Electrónica

José F. Fraile González

A nadie se le escapa que, hoy en día, nuestra dependencia de los ordenadores es cada vez mayor, la informática nos invade y, poco a poco, va llegando a unos sectores en los que hace no demasiado tiempo parecía impensable que se pudiese usar un ordenador. Esto mismo es lo que está ocurriendo con la Astrofotografía.

No es demasiado extraño últimamente oír o leer términos como "fotografía digital", "fotografía electrónica" o "CCD", de hecho en esta misma revista han aparecido con frecuencia en los últimos números; ya que la Asociación Leonesa de Astronomía posee un equipo de astrofotografía digital que se usa de forma integrada con el telescopio Meade LX 200; y que tras unas semanas de pruebas, empieza a dar sus frutos en forma de bellas imágenes.

El objetivo de este artículo es acercar esta nueva forma de captar imágenes del cielo nocturno así como comentar las ventajas e inconvenientes que presenta, en comparación con la fotografía tradicional.

Lo primero es conocer el equipo que estamos manejando. Éste no es otra cosa que una cámara fotográfica electrónica, que básicamente es una cámara fotográfica normal con la salvedad de que en lugar de material sensible químico (película fotográfica) que transforma la luz en reacciones químicas, la cámara electrónica usa un dispositivo denominado CCD que transforma la luz en electricidad.

Fundamento de una cámara CCD.

El corazón de una cámara electrónica es el ya mencionado CCD. Estas siglas corresponden a las palabras (por supuesto inglesas) *Coupled Charged Device,* es decir, algo así como Dispositivo de Carga Acoplada; básicamente es un microchip dotado con una matriz de fotocélulas de Silicio, que son las encargadas de captar la luz. Estas fotocélulas tienen u tamaño muy pequeño (4 μm^2 en el caso de la de la Asociación -1 μm = 0,001 mm). Esto permite que la combinación de todas las fotocélulas estimuladas por la luz de lugar a una imagen.

Ventajas de la Fotografía Electrónica.

Una ventaja fundamental es la **velocidad de obtención de resultados**. Con un dispositivo CCD podemos evaluar de forma casi instantánea la imagen obtenida, el único tiempo que tenemos que esperar es el de transferencia de la imagen desde la cámara al ordenador (nunca más allá de 2 minutos, y esto en el peor de los casos). Esto nos permite evaluar sobre el terreno la imagen obtenida, saber si nos ha salido movida, desenfocada o mal encuadrada, corregir lo que hayamos hecho mal y repetir la foto. No es precisamente poco frecuente en el caso de la fotografía convencional que, después de haber pasado toda una noche haciendo fotos que nosotros creemos perfectas, al recoger las fotos en el laboratorio, ver que nuestras "fotos perfectas" son

un conjunto de imágenes movidas, desenfocadas, desencuadradas, subexpuestas... en definitiva un conjunto de desaguisados fotográficos.

Otra ventaja es que disponemos de **exposición automática**. La cámara realiza una serie de exposiciones con las que evalúa el nivel de luz y ajusta el tiempo de exposición de forma automática. También podemos, siempre que lo deseemos, ajustar el tiempo de exposición de forma manual para adaptarlo a nuestras necesidades. Esta opción está totalmente descartada en la fotografía tradicional ya que, si bien muchas cámaras fotográficas modernas disponen de programas automáticos, sus fotómetros no están calibrados para las especiales condiciones luminosas que se dan en astrofotografía, con lo que la única forma de calcular la exposición es por el procedimiento de *prueba y error*.

También resulta muy útil la capacidad de **regulación de la temperatura del CCD**. Los materiales sensibles a la luz (tanto químicos como electrónicos) aumentan enormemente su rendimiento en condiciones de baja temperatura. Esta característica se emplea en la fotografía tradicional en los procesos de "hipersensibilización", que se aplican a las películas fotográficas para aumentar su rendimiento. Estos procesos son complicados, costosos y engorrosos, estando generalmente vedados para los aficionados. Las cámaras CCD están equipadas con unidades de refrigeración de alta potencia (y nulo ruido por cierto, mientras funcionan no se oye absolutamente nada) que permiten mantener el chip a la temperatura que nosotros seleccionemos. En pruebas efectuadas con la cámara de la Asociación se llegó a alcanzar una temperatura de -10° C en menos de 3 min. partiendo de una temperatura de 22° C.

La siguiente característica se refiere a la capacidad para captar la luz de los sistemas CCD; esto se conoce como **RENDIMIENTO CUÁNTICO** y básicamente define la cantidad de luz que es capaz de captar un sistema sensible. Por ejemplo cuántos fotones es capaz de captar el sistema de cada 100 fotones que recibe. El rendimiento cuántico es extremadamente más elevado en los sistemas CCD (50% frente a 1% de las películas tradicionales).

Por último, mencionemos una serie de características que se refieren a las ventajas de trabajar con un sistema cámara-telescopio totalmente acoplado; esto nos permite centrar el telescopio en una determinada zona de una imagen obtenida para que aparezca centrada en la próxima que saquemos, también nos permite realizar mosaicos, o varias fotos consecutivas que recogen una zona determinada del cielo imposible de captar en una sola foto.

Desventajas de la fotografía con CCD.

Las desventajas fundamentales son dos: menor resolución de la imagen y dificultad de transporte.

La menor resolución se aprecia a simple vista al comparar una imagen tradicional con una obtenida con un CCD. Ni siquiera los sistemas CCD más sofisticados son capaces de acercarse a la resolución que obtendríamos con una película de 35mm. tradicional. Esto se refleja en una menor nitidez en las imágenes

electrónicas que siempre parecen compuestas por puntos mucho más gordos que los que conforman una fotografía tradicional.

La dificultad de transporte siempre es mucho mayor que en la fotografía tradicional, en la que sólo tenemos que transportar nuestro telescopio y nuestra cámara de fotos que no suele ocupar demasiado. Sin embargo el uso de un equipo CCD implica el transporte del telescopio y la cámara CCD (de tamaño y peso similar a una convencional), pero además tenemos que cargar con los cables de conexión, las fuentes de alimentación y un ordenador. Aunque sólo sea por número de elementos se puede apreciar que en el caso de las CCD es un poco más engorroso.

Otro factor a tener en cuenta es la total dependencia de los sistemas electrónicos de la electricidad, lo que limita enormemente su uso en exteriores, si bien esto se puede resolver si usamos un ordenador portátil y la cámara la conectamos a la batería del coche. Pero siempre será más sencillo cargar con una cámara de fotos normal que no hay que conectarla a ningún sitio.

Sistemas complementarios.

Considerando todas las cuestiones anteriores parece claro que ambos sistemas (el tradicional químico y el CCD electrónico) están destinados a complementarse. Según las situaciones será más útil uno u otro, y es incluso posible que interese emplear los dos a la vez en algunos casos.

Un claro ejemplo de interacción entre ambos sistemas lo tenemos en la posibilidad de uso de la cámara CCD no como elemento encargado de tomar imágenes, sino como elemento encargado de controlar el seguimiento efectuado por el telescopio, siendo una cámara convencional la que toma las imágenes. En este tipo de situación la cámara se coloca en un "fuera de eje", en el lugar donde colocaríamos el ocular reticulado, y se encarga de mantener constante la velocidad del motor del telescopio, guiando con mayor precisión que la que obtendríamos en un guiado visual. Además su mayor sensibilidad nos permite usar estrellas mucho más tenues (hasta 12ª magnitud) que las que se pueden usar en los guiados visuales. Este sistema es tan útil que existen cámaras CCD que están destinadas exclusivamente a este fin, no pudiendo captar imágenes (siendo además mucho más económicas que las CCD fotográficas propiamente dichas).

NOTA: Las fotografías que ilustran este artículo han sido tomadas por José F. Fraile, Víctor González, Héctor de Dios e Iván Campo usando para ello la cámara Meade Pictor 416 y el telescopio Meade LX-200, propiedad de esta asociación.

Para más información, dudas o comentarios dirigirse al correo electrónico de la asociación :

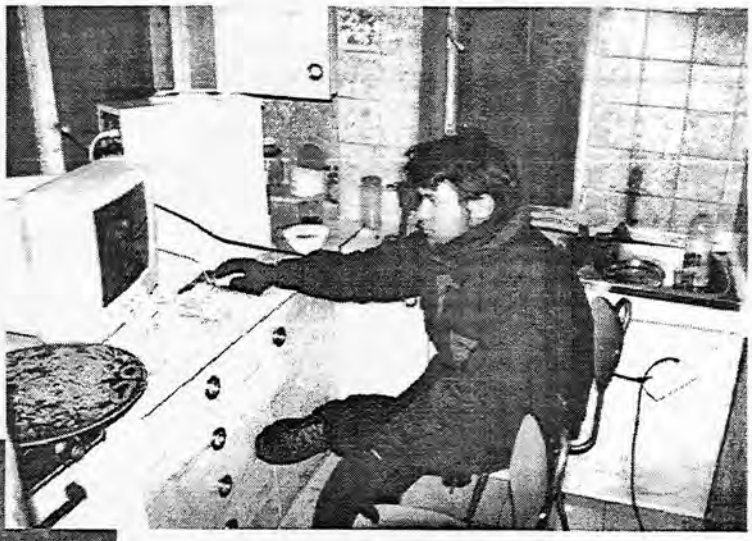
astroleo@lacaja.net

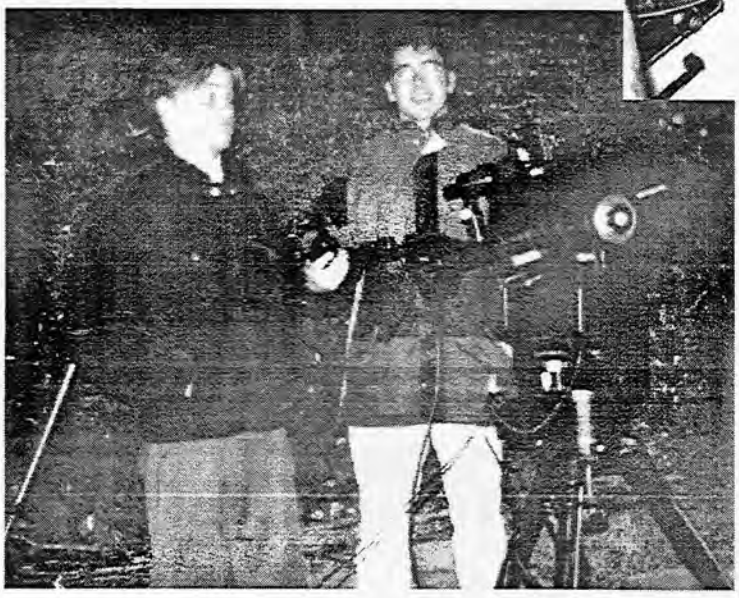
o al de J.F. Fraile:

biojff00@estudiantes.unileon.es

Los Fotógrafos...

Víctor en la sala de control improvisada en la cocina.





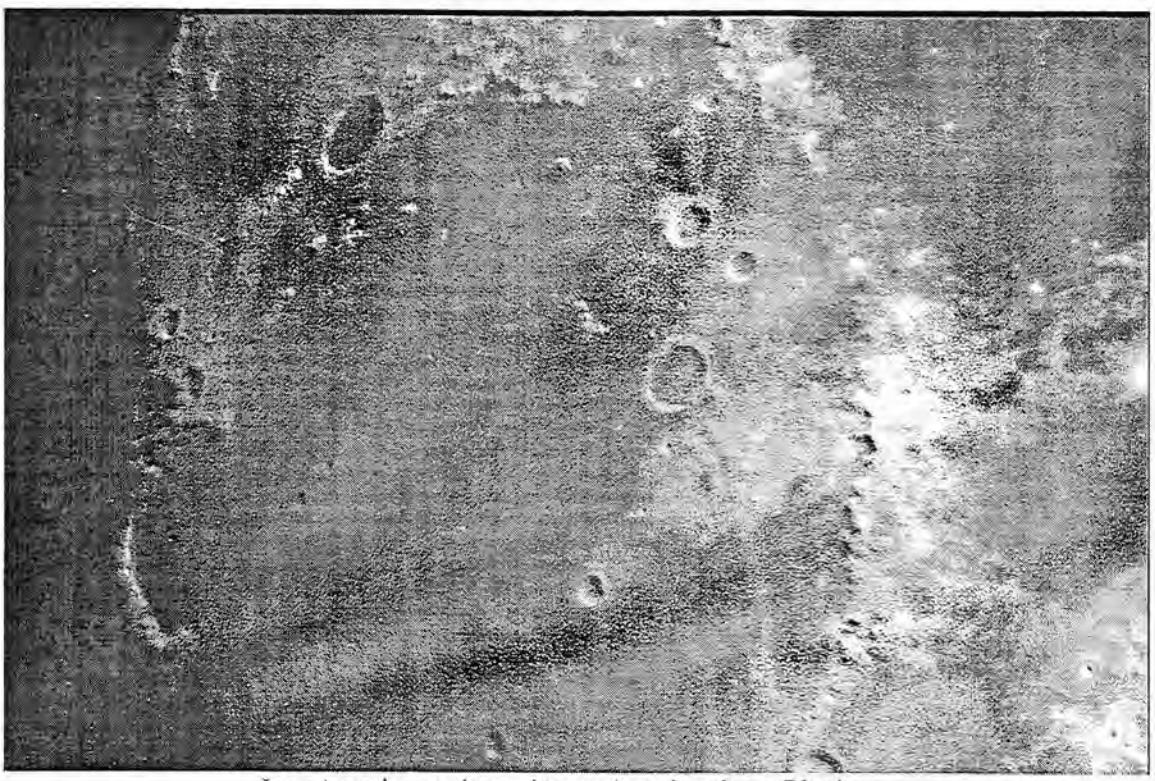
Javier e Iván manejando el telescopio con un *look* profesional

Iván aplica el refrán "Hasta el 40 de mayo no te quites el sayo"

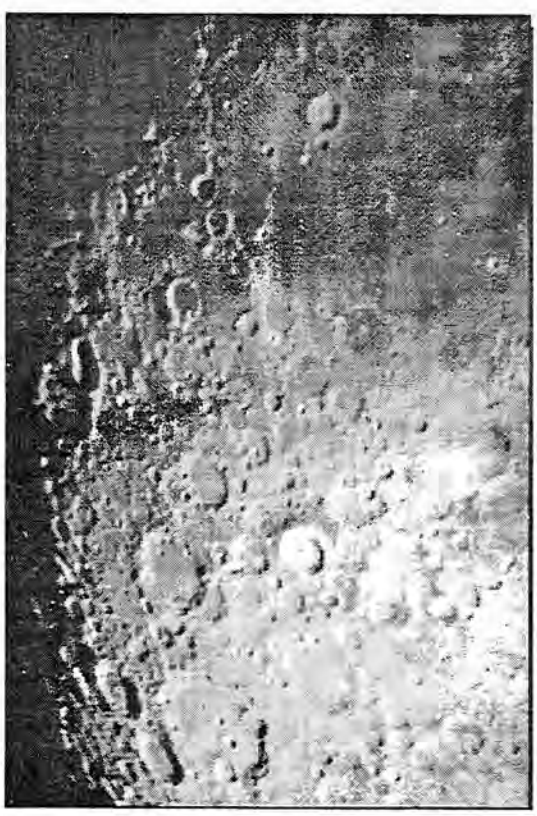
Héctor en la sala de relax sobre las 5 de la madrugada

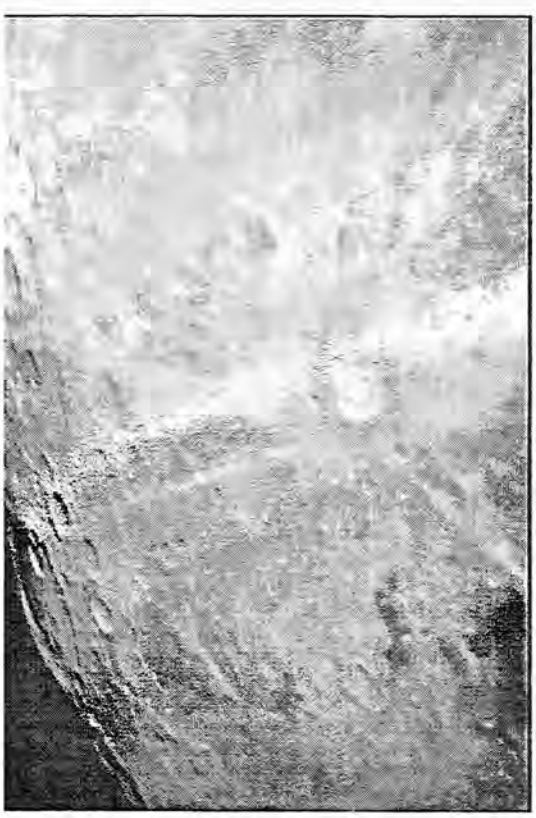
...y su campo de operaciones

Las fotografías

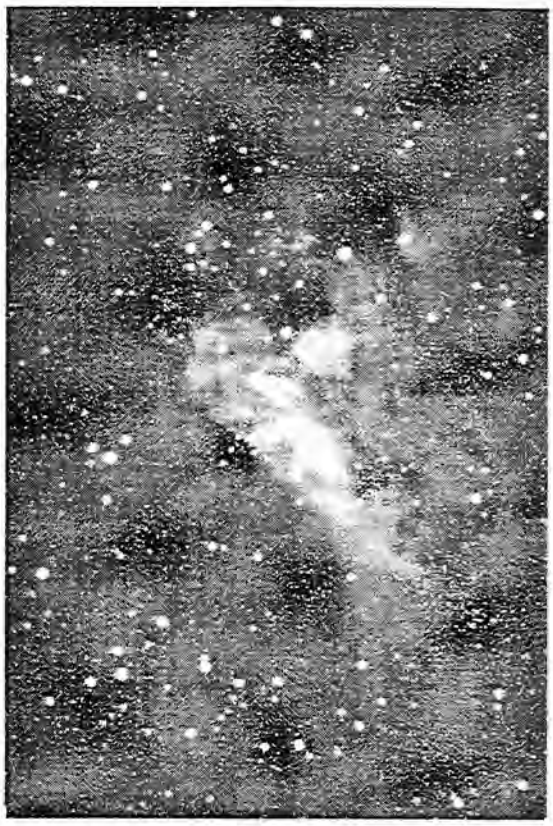


Los Apeninos y los cráteres Arquímedes y Platón

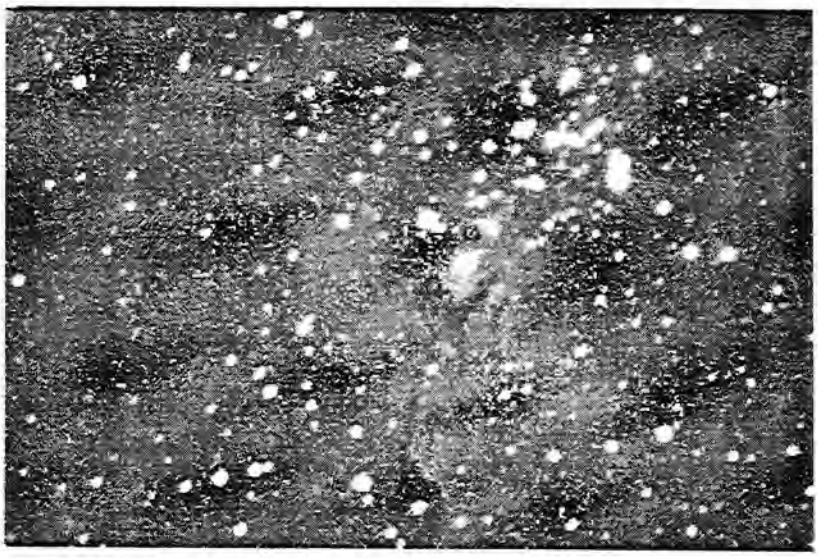




Dos aspectos de la zona Sur de la Luna, con el cráter Tycho, en distintas fechas de una lunación.

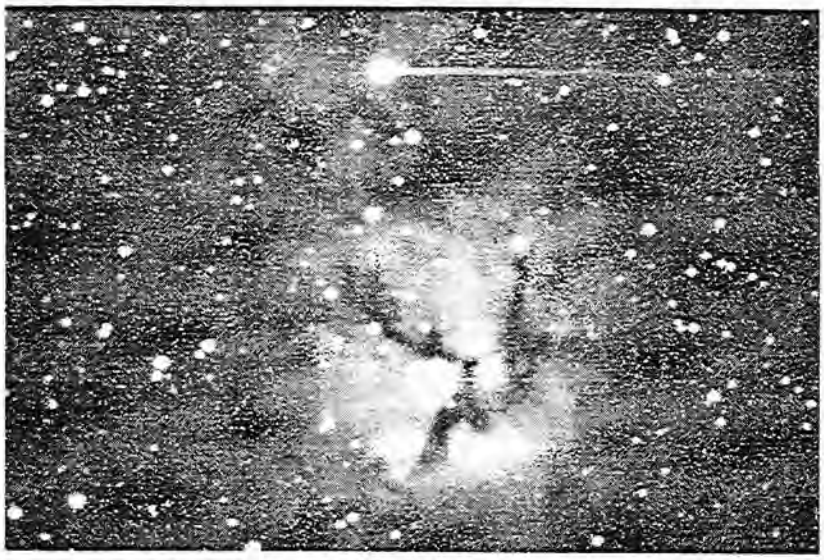


M17 o NGC6618. Nebulosa del Cisne en Sagittarius



M16 o NGC6611 Nebulosa del Águila en Serpens

M27 o NGC6853. Nebulosa Dumbbell en Vulpecula



M20 o NGC6514. Nebulosa Trífida en Sagittarius

EL AUGE Y LA DECADENCIA DE LOS QUASARES

G. Mark Voit
SKY AND TELESCOPE, mayo 1999, página 40.

Traducción: José María Pérez

Estamos en el año 10.000 millones antes de Cristo. La Tierra y el Sol todavía no existen, pero alguien – un viajero en el tiempo portando un telescopio- se encuentra en otro planeta que se formó en los primeros tiempos de la historia de la Vía Láctea. Cuando ese ser explora las constelaciones del cielo nocturno, descubre a simple vista numerosas galaxias, porque el universo es 30 veces más compacto que en la actual era de la humanidad. A través del ocular de su telescopio, ese ser puede ver brillantes objetos puntuales en los centros de varias galaxias próximas. Esos deslumbrantes puntos de luz azul se asemejan a estrellas, pero el brillo de cada uno supera el del conjunto de todas las estrellas de la galaxia que lo contiene. Los astrónomos que vivan en la Tierra a finales del siglo XX llamarán quasares a estos objetos extraordinariamente luminosos. Diez mil millones de años antes, esos objetos fueron mucho más comunes de lo que hoy lo son.

¿Cómo aparecieron los quasares y por qué desaparecieron? Las respuestas a estas cuestiones guardan una gran relación con la formación y la evolución de las galaxias. El auge de los quasares se produce entre los 2.000 y los 4.000 millones de años después del Big-Bang, un período durante el que muchas de las galaxias actuales estaban aún en formación. A partir de esa "edad de oro", el número de quasares en el universo ha ido declinando uniformemente. Al mismo tiempo, las galaxias han madurado gradualmente. Ahora, la creación de estrellas es mucho menos vigorosa y las propias galaxias parecen mucho más estabilizadas que hace varios miles de millones de años. A la vista de estas circunstancias evidentes, muchos astrónomos sospechan que la extinción de los quasares está directamente relacionada con la maduración de las galaxias. ¿Pero cómo?

¿Dónde anidan los quasares?

No hace mucho, apenas se sabía gran cosa sobre las galaxias que albergan quasares. La dificultad de observar las galaxias que los envuelven se debe a que los quasares son al mismo tiempo muy brillantes y distantes. El objeto *más próximo* conocido y suficientemente luminoso para ser catalogado como un quasar es 3C 273, una fuente puntual de ondas de radio cuya desviación al rojo fue medida por Maarten Schmidt en 1963. Esta brillante luminaria se convirtió en el primer quasar cuya distancia, aproximadamente 2.000 millones de años luz de la Tierra, pudo medirse. A una distancia tan enorme, la galaxia que rodea a 3C 273 aparece relativamente minúscula y tenue, y en las fotografías hechas desde tierra, el quasar puntiforme vela casi por completo a su confuso y borroso anfitrión.

Muchos astrónomos estuvieron de acuerdo en aceptar que la nebulosidad difusa en torno a este y otros quasares es la prueba de que estos objetos anidan dentro de galaxias distantes, pero tales nebulosidades revelaban pocos detalles sobre las supuestas anfitrionas. Sin apenas datos en los que apoyarse, los astrónomos supusieron que las

galaxias que envuelven los quasares eran similares a algunas galaxias con núcleos brillantes más próximas a la Tierra. Una escasa proporción de las galaxias de nuestra vecindad cósmica contiene objetos, conocidos como núcleos galácticos activos, que se parecen mucho a los quasares, aunque son considerablemente menos luminosos. Los núcleos de estas raras galaxias irradian una energía equivalente a miles de millones de soles, algo increíblemente grande, pero modesta comparada con la de los quasares, cuya luminosidad se mide por billones de soles.

Las imágenes de quasares tomadas por el telescopio espacial Hubble (TEH) desde su reforma en 1993 han confirmado que las envolturas nebulosas no eran una ilusión: los quasares viven realmente en los centros de galaxias (Sky and Telescope, marzo de 1996, página 12). Debido a que la atmósfera de la Tierra impide ver con suficiente nitidez los objetos celestes, observar un quasar con un telescopio situado en su superficie es como conducir en dirección al sol poniente con un parabrisas sucio: el resplandor nos impide ver cualquier detalle cercano a los puntos dominantes de luz. La posición ventajosa del TEH en órbita terrestre evita la turbulencia atmosférica, permitiendo que el telescopio concentre la luz del quasar en un punto mucho más pequeño y revelando así la galaxia, mucho más débil, que se oculta tras el resplandor de aquél.

Ahora que podemos encauzar eficazmente el torrente de luz de un quasar y limitar mucho su efecto en las fotografías, los astrónomos están logrando por vez primera buenas vistas de las galaxias anfitrionas. Antes del TEH, muchos astrónomos creían que los quasares vivían preferentemente en galaxias espirales, porque es allí donde encontramos la mayoría de los núcleos activos de galaxias. Sin embargo, el TEH está revelando que los quasares no tienen demasiadas preferencias a la hora de elegir su lugar de residencia; de hecho, habitan en galaxias elípticas más comúnmente de lo esperado. Además, muchas de las galaxias anfitrionas que rodean a los quasares aparentan estar siendo perturbadas por colisiones con otras galaxias, añadiendo credencial a una conjetura hace tiempo mantenida de que las interacciones entre galaxias están de algún modo relacionadas con la potenciación de los objetos situados en sus regiones centrales.

La idea de que las colisiones de galaxias inician la actividad de los quasares es atrayente, porque explicaría de un modo natural por qué los quasares fueron tan corrientes en el universo primitivo. Las decisivas observaciones de Edwin Hubble sobre los movimientos de las galaxias en 1920 establecieron que, por regla general, las galaxias se alejan unas de otras, lo que implica que debieron estar mucho más juntas en el pasado remoto. Durante la edad de oro de los quasares, las galaxias estaban por término medio tres o cuatro veces más juntas que en la actualidad, lo que hacía que las colisiones entre ellas fueran mucho más frecuentes. Lo mismo que la muchedumbre al terminar un espectáculo deportivo, las galaxias se fueron, en general, dispersando, pero no sin que abundaran los golpes y los empujones mientras se alejaban gradualmente. Si las colisiones entre galaxias realmente dieron lugar a los quasares, entonces la frecuencia decreciente de tales colisiones al alejarse las galaxias unas de otras puede explicar la disminución del número de quasares.

Con la esperanza de establecer un vínculo entre las colisiones de galaxias y los quasares, los astrónomos han escrutado detenidamente algunas colisiones de conspicuas galaxias más cercanas a nuestro lugar y tiempo en el cosmos. Muchas de las galaxias más luminosas de nuestro rincón del universo son, de

hecho, parejas de galaxias que han chocado y que se encuentran en vías de mezclarse para formar una galaxia única y más grande. Cuando chocan dos galaxias espirales, gran parte del gas que contienen se junta en el centro del embrollo, originando una concentración de combustible presto para una formación explosiva de estrellas (Sky and Telescope, marzo de 1998, página 48). Las observaciones en el infrarrojo de sistemas en colisión confirman que muchos están a reventar de estrellas jóvenes. Durante algunos cientos de millones de años, la brillante luz procedente de semejante estallido de estrellas permanece oculta por su envoltura natal de gas polvoriento, calentando el polvo cósmico hasta que emite una copiosa radiación infrarroja. En los casos extremos, estas galaxias en proceso de colisión generan tanta energía como un modesto quasar, resultando plausible que oculten quasares, así como estrellas jóvenes, bajo sus velos polvorientos.

Naturalmente, la historia real pudiera no ser tan sencilla. Las radio observaciones en alta resolución, diseñadas para escudriñar por debajo de las nubes envolventes en las galaxias más luminosas en el infrarrojo, con frecuencia no son capaces de detectar la emisión brillante y puntiforme característica de los quasares. Por el contrario, tales observaciones han encontrado a veces que los núcleos de esas galaxias no contienen nada más exótico que los residuos de estrellas que han explotado (Sky and Telescope, abril 1998, página 19). Una excepción notable es la galaxia Markarian 231, la secuela polvorienta de una mezcla de galaxias, cuyo centro exhibe todas las huellas esperadas de un quasar profundamente oculto dentro de una capa de polvo oscurecedor: emisión infrarroja muy enérgica, radio emisión puntiforme y gas fluyendo a una velocidad de un porcentaje alto de la de la luz. Quizá la mayoría de los quasares nacerán a la vida dentro de algunas de estas luminosas galaxias en colisión dentro de unos pocos cientos de millones de años.

¿Cómo brillan los quasares?

El descubrimiento de los quasares enfrentó inmediatamente a los astrónomos con un enigma cósmico importante: ¿cómo es posible que unos objetos tan compactos generen tanta luz? Los investigadores Edwin Salpeter y Yakov B. Zel'dovich, teorizaron independientemente sobre la posible respuesta unos meses después, cargando la responsabilidad sobre agujeros negros supermasivos. En una de las paradojas más extremas de la naturaleza, los agujeros negros –ellos mismos completamente oscuros- pueden hacer que la materia que cae sobre ellos genere luz con una eficiencia extraordinaria. De acuerdo con el modelo estandar actual del fenómeno quasar, los agujeros negros supermasivos situados en los centros de las galaxias atraen nubes de gas del espacio interestelar inmediato. Conforme estas nubes se van acumulando alrededor del agujero negro, se disponen en un disco turbulento que gira gradualmente hacia dentro en una espiral mortal extremadamente violenta. El mismo impresionante tirón gravitatorio que impide a la luz escapar de un agujero negro acelera todo lo que haya en sus proximidades hasta velocidades próximas a la de la luz. Cuando las nubes de gas que se desplazan a esas fenomenales velocidades chocan unas con otras, se calientan hasta temperaturas que se miden en millones de grados. Por consiguiente, la temperatura del sobrecargado disco de gas que orbita alrededor de un agujero negro supermasivo aumenta hasta extremos inconcebibles y radia enormes cantidades de energía.

Este modelo da cuenta acertadamente de la profusa luminosidad de los quasares, pero probar que es correcto es una cuestión distinta. Demostrar de modo concluyente que en los núcleos de los

quasares anidan agujeros negros supone de por sí un reto, porque los agujeros negros son, por definición, invisibles. Para encontrar agujeros negros, necesitamos buscar las perturbaciones que crean sus inmensos campos gravitatorios. La señal más clara de un agujero negro sería un grupo de objetos girando rápidamente alrededor de algo extremadamente masivo, pero completamente invisible. Sin embargo, la zona de las regiones centrales de la galaxia dentro de la que domina la gravedad de un agujero negro supermasivo es comparativamente pequeña, de menos de un segundo de arco, aproximadamente el diámetro aparente de una simple estrella de nuestra propia Vía Láctea en una buena noche de observación desde la superficie terrestre.

Los núcleos activos de galaxias que han mostrado fuerte evidencia de albergar un agujero negro central se pueden contar con los dedos de una mano, pero el progreso en el último decenio ha sido rápido. Actualmente, el caso más seguro de un agujero negro supermasivo se apoya en unas destacadas observaciones de la galaxia M106, también conocida como NGC 4258 (Sky and Telescope, abril de 1995, página 10). Girando en torno al núcleo activo de esta galaxia hay nubes de gas cuyas moléculas de agua, estimuladas por los rayos X del núcleo, irradian señales intensas de microondas muy similares a los haces de un láser. Empleado una red de base intercontinental de radio telescopios, astrónomos de Japón y de Estados Unidos han sido capaces localizar exactamente las fuentes de estos haces y medir sus movimientos con una precisión inimaginable. Estas nubes de gas portadoras de agua –que en conjunto se extienden sobre menos de 0,0003 segundos de arco en el cielo- giran en círculos casi perfectos de sólo algunos meses luz de diámetro alrededor de un objeto invisible que debe pesar 36 millones de soles. Así pues, el objeto en torno al que giran o es un agujero negro o algo tan inconcebiblemente extraño que desafía por completo la comprensión del conocimiento humano.

La búsqueda de monstruos durmientes

Los quasares son mucho menos corrientes hoy de lo que lo fueron anteriormente, pero aún deben de quedar los restos de los que desaparecieron. Una vez creados, los agujeros negros son virtualmente indestructibles. Si efectivamente agujeros negros gigantescos potenciaron una multitud de quasares hace unos 10.000 millones de años, estos agujeros deben subsistir hoy, vergonzosamente ocultos en los centros de galaxias de apariencia normal a lo largo y ancho del universo.

La sospecha de que la propia Vía Láctea contiene un agujero negro actualmente no activo se ha fortalecido mucho en los últimos años. Fotografías en el infrarrojo espaciadas en el tiempo –sacadas por Andreas Eckart y Reinhard Genzel, del Instituto alemán Max Planck, con el Telescopio de nueva tecnología en Chile, y más recientemente, por Andrea Ghez, de UCLA, desde el Observatorio Keck en Hawaii- muestran claramente que las estrellas del centro de nuestra galaxia giran alrededor de una concentración invisible de materia. A partir de las velocidades orbitales de estas estrellas, los científicos deducen una masa entre dos y tres millones de soles para el invisible objeto. Una vez más, el objeto central debe ser un agujero negro o algo aún más extraño.

El motivo de que el agujero negro del corazón de nuestra galaxia no brille como un quasar es un misterio. Quizá se ha quedado sin gas interestelar que consumir, pero algunos investigadores argumentan que gran parte de la radiación generada en su vecindad se sumerge en el agujero junto con el gas atraído. El astrofísico Ramesh Narayan (Centro. Harvard-

Smithsonian de Astrofísica) y otros han demostrado que cuando un agujero negro "se pone a dieta", deja escapar muy poca energía del hilo de gas que absorbe. Según tales modelos, el agujero negro del centro de nuestra galaxia devora actualmente porciones escasas de materia con bastante discreción, dejando apenas huellas que puedan descifrar los astrónomos. Sin embargo, su hibernación puede ser sólo temporal. Si algún acontecimiento cósmico produjera el vertido de una nueva carga de combustible gaseoso en el corazón de nuestra galaxia, el agujero negro central casi con toda certeza se activaría de nuevo, brillando esplendorosamente como un núcleo galáctico activo durante millones de años.

Tres millones de soles puede parecer una gran masa, pero para un agujero negro supermasivo es relativamente insignificante. Los agujeros negros que potenciaron en tiempos pasados los quasares deben pesar actualmente al menos 100 millones de veces más que el Sol. Para encontrarlos, necesitamos escudriñar las regiones centrales de las galaxias próximas, buscando perturbaciones en sus núcleos. Pero dos factores complican esta búsqueda. Los agujeros negros durmientes de otras galaxias generalmente no iluminan suficientemente las nubes de gas en movimiento, y las grandes distancias a las que se encuentran nos impiden medir los movimientos individuales de las estrellas. Por consiguiente, en vez de atender a los movimientos anormales dentro de un radio de escasos años luz del agujero negro, los astrónomos buscan sutiles perturbaciones en las órbitas de las miríadas de estrellas que se encuentran a decenas o centenas de años luz del núcleo galáctico. Han estado haciendo eso, de modo general, con espectroscopios instalados en grandes telescopios de los observatorios terrestres. Seguidamente, han inspeccionado las imágenes de alta resolución del TEH para ver cómo están de apiñadas estas estrellas alrededor del núcleo de cada galaxia.

Si no hay ningún agujero negro presente, las estrellas que vemos en las imágenes del TEH deberían generar suficiente gravedad para dar cuenta de los movimientos orbitales que observamos desde tierra. Pero en general, no es así. En casi todas las galaxias que los astrónomos han examinado con detenimiento, los movimientos en los núcleos no pueden explicarse sólo con las fuerzas gravitatorias de las estrellas. Algo distinto invisible y masivo se necesita para que salgan las cuentas. Ahora bien, como de las observaciones no se deduce necesariamente que la fuente de esta gravedad extra tenga que ser particularmente compacta, la existencia de un agujero negro en cualquiera de esas galaxias no es incuestionable. Pero con los fuertes indicios que ahora poseemos de agujeros negros en los centros de galaxias como M106 y la Vía Láctea, la creencia colectiva de agujeros negros en unas docenas más resulta más fácil de aceptar.

Parece que hay buenas perspectivas para descubrimientos adicionales sobre agujeros negros en un futuro próximo. Los astrónomos a la búsqueda de estos monstruos durmientes consiguieron recientemente una nueva y potente herramienta con la instalación del Espectrógrafo de imagen del Telescopio Espacial (EITE) en el TEH, en febrero de 1997. Situado bien por encima de la distorsionante atmósfera terrestre, EITE está idealmente concebido para medir los movimientos orbitales de las estrellas y el gas dentro de las regiones centrales de las galaxias, porque puede distinguir material orbitante hasta diez veces más próxima a un agujero negro que los instrumentos situados en tierra. Durante los próximos años, tanto el número de agujeros negros como la precisión de las medidas de sus masas aumentará. Y mientras fructifican estas investigaciones, los astrónomos

esperan progresar desde el simple descubrimiento de agujeros negros hasta un censo útil de ellos en nuestro rincón del universo.

Las medidas de agujeros negros en quasares distantes tendrán que esperar algo más, pero la tecnología necesaria se está desarrollando rápidamente. Inspeccionar los núcleos galácticos que se encuentran a miles de millones de años luz de distancia requerirá instrumentos capaces de resolver detalles 100 veces más finos que los que puede resolver actualmente el Hubble. Puesto que es improbable que se construya jamás un telescopio espacial 100 veces mayor que el Hubble, los astrónomos están aplicando las técnicas interferométricas, usadas desde hace tiempo en radio astronomía, a la observación visual e infrarroja. Algunos de los más grandes telescopios del mundo –incluyendo los reflectores gemelos Keck de 10 metros en Mauna Kea y los cuatro telescopios de 8 metros del Observatorio Europeo del Sur en la cumbre de Cerro Paranal, en Chile- han sido diseñados para trabajar conjuntamente, aprovechando las propiedades ondulatorias de la luz para ver tan detalladamente como un único telescopio de casi 200 metros de diámetro.

Cuando estos importantes instrumentos en suelo firme afinen, durante el próximo decenio, la interferometría infrarroja, se unirán al proyecto espacial interferométrico de la NASA, un ingenio para observación en luz visible, cuyo lanzamiento se espera para el 2005. Este avance tecnológico conseguirá imágenes con una resolución mucho mayor de los quasares distantes y podrá incluso mostrarnos cómo ha sido el desarrollo de los agujeros negros supermasivos a lo largo del tiempo.

Quasares y evolución de las galaxias

Las observaciones del EITE de agujeros negros supermasivos -posiblemente los lugares que ocuparon en otro tiempo los quasares ahora inactivos- se pospusieron para lograr el mejor uso de la cámara NICMOS del infrarrojo cercano del TEH, cuyo refrigerante se evaporó prematuramente en enero. Pero las medidas desde tierra descritas antes, aunque superficiales, muestran ya una tendencia intrigante: el tamaño de agujero negro de una galaxia está relacionado con el tamaño de la propia galaxia. Más precisamente, un agujero negro de una galaxia espiral tiene una masa proporcional al abultamiento central de la galaxia, formado por su más vieja población de estrellas. Análogamente, un agujero negro en una galaxia elíptica, formada exclusivamente por estrellas viejas, tiene una masa proporcional a la de la galaxia entera. John Kormendy (Universidad de Hawaii), Douglas Richstone (Universidad de Michigan) y sus colegas han encontrado que un agujero negro supermasivo pesa aproximadamente 200 veces menos, por término medio, que la masa conjunta de las estrellas viejas de la galaxia que lo alberga. Esta aparente relación es poco probable que sea casual y ha renovado el interés de los astrónomos en los vínculos potenciales entre la formación de galaxias y el fenómeno quasar.

Muy posiblemente, la formación de un masivo agujero negro central fue una consecuencia necesaria del nacimiento de una galaxia. Según las teorías cosmológicas actualmente predominantes, las galaxias se formaron originariamente a partir de la contracción de nubes del gas hidrógeno primigenio. Estas nubes, sometidas a la acción de su propia gravedad, se contrajeron y fragmentaron y, durante los primeros miles de millones de años después del Big Bang, formaron las estrellas que vemos hoy en las galaxias elípticas y en los abultamientos centrales de las espirales. Sin embargo, la formación de estrellas no es un proceso eficiente al cien por cien. Siempre queda un resto

de gas sin usar, y en una nube protogaláctica en contracción, este gas pudo asentarse en el centro sin formar estrellas. Si esta concentración central de gas llegó a ser suficientemente masiva y caliente, quizá no existió la posibilidad de que se fragmentase en nubes generadores de estrellas mientras seguía contrayéndose. En ausencia de otra alternativa, algunos investigadores creen que la acción inexorable de la gravedad obliga a una nube residual de esa densidad a convertirse en un agujero negro supermasivo.

Estas especulaciones sobre la formación de agujeros negros en nubes primigenias en proceso de contracción están sin verificar. Pero nuestras investigaciones del cosmos más profundo revelan una curiosa correspondencia entre la formación de estrellas en el universo y la producción de quasares. Imágenes como las de campo profundo del Hubble nos muestran galaxias situadas a distancias muy diferentes, y por consiguiente, en épocas muy diferentes del pasado. Midiendo la luz estelar procedente de galaxias a distancias diversas, estamos empezando a reconstruir la historia de la formación de estrellas en el universo. La producción de estrellas ha estado disminuyendo sin duda alguna durante los últimos 5.000 millones de años más o menos, pero no está claro cuándo alcanzó su máximo la velocidad de producción. Los primeros resultados de estas investigaciones indican que la mayoría de las estrellas del universo se formaron entre 3.000 y 7.000 millones de años después del Big Bang, una era que se solapa parcialmente con la edad de oro de los quasares.

Quizá esta coincidencia de la era de los quasares con la primitiva era de la formación de estrellas sea puramente casual. Pero cada vez más astrónomos apuestan a que no es así. Como las observaciones de fenómenos tan distantes son muy difíciles, no podremos saber la verdad por algún tiempo. No obstante, los astrónomos se muestran esperanzados en que la reciprocidad entre el estudio de los quasares y las investigaciones sobre imágenes ultralejanas resolverá algunos de los misterios que rodean esa extraordinaria época, cuando el universo que nosotros conocemos estaba en una fase más activa de construcción.

COMPROMETIDOS CON LA CULTURA

Caja España

Obra Cultural