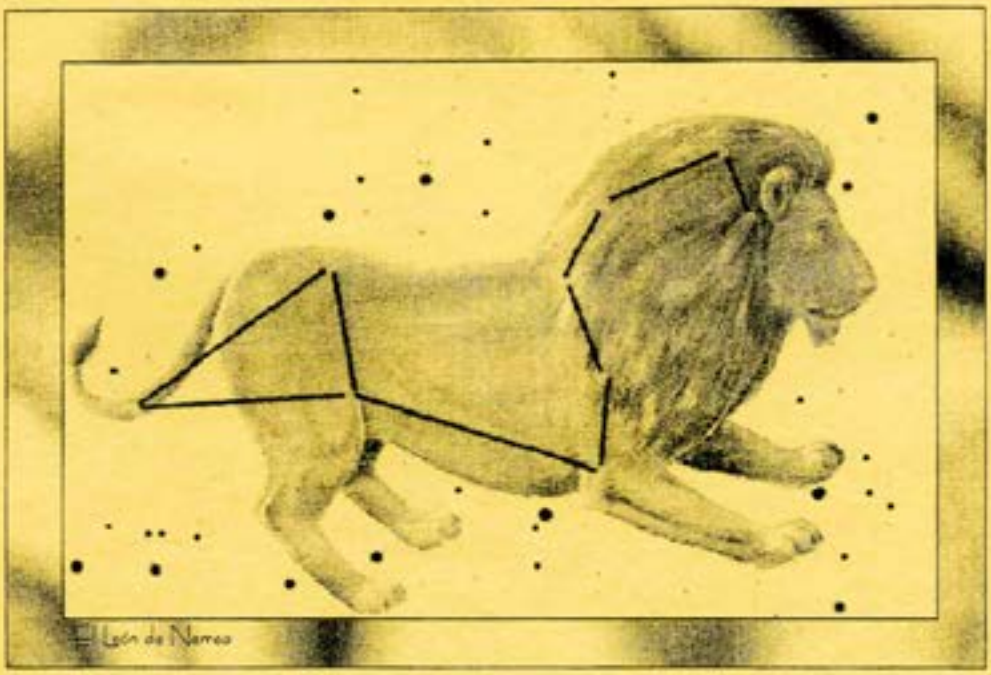
Asociación Leonesa de Astronomía

LEO

Septiembre-Octubre 1998 nº 47



Asociación Leonesa de Astronomia
Apartado 1236
24080 León

Asociación Leonesa de Astronomía

Septiembre- Octubre 1998

nº 47

Sumario

Editorial 2

Avisos y noticias 3

Efemérides 6

Mapas del Cielo 12

La hora solar 14

Movimientos de la Tierra 17

El futuro del universo 20

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

Imprime: Gráficas Celarayn

Deptº legal: LE 858-1990

EDITORIAL

En los últimos meses, parece que se han despejado las últimas dudas o cautelas que nos quedaban sobre la construcción del Observatorio Astronómico del Coto Escolar.

En efecto, existe un proyecto definitivo realizado por Miguel Figueira Moure, arquitecto municipal, que prevé un coste total de 38 millones de pesetas, y que incluye un edificio de una única planta, con la torre para la cúpula en su lado Sur, un porche, un vestíbulo alargado, un pequeño auditorio con capacidad para 50 personas, una zona de administración y los servicios higiénicos correspondientes. Tendrá, por supuesto, calefacción. La cúpula giratoria será metálica y se adquirirá en Estados Unidos a una empresa especializada.

El observatorio se construirá en terrenos inmediatos al actual Coto Escolar, en la zona de la confluencia de los dos ríos de la ciudad, el Bernesga y el Torío. Tendrá acceso desde el Coto Escolar, pero también dispondrá de un acceso independiente, un paseo del futuro parque de la Lastra, al que se llega por el camino que hay siguiendo el actual paseo de El Parque (donde se encuentra el C.H.F, la Hispánica, la Venatoria, etc.

El Ayuntamiento es consciente de que la iluminación actual del Coto Escolar deberá modificarse y de que la iluminación del futuro parque de la Lastra y zonas urbanas próximas, si llega a haberlas, deberá adecuarse a las necesidades del Observatorio. Nosotros confiamos en que así sea, y ya hemos advertido a los responsables municipales de que la inversión que va a realizar el Ayuntamiento sólo será rentable si se cuida ese aspecto.

Creemos que la obra se adjudicará en el otoño y el edificio estará concluido en la primavera próxima, antes de las elecciones locales, que tendrán lugar en junio de 1999. A continuación, instalaremos en el Observatorio nuestro telescopio Meade LX200 con todos sus accesorios y en los meses sucesivos comenzaremos a atender las solicitudes de visitas de los escolares que recibe el Coto Escolar y de otros centros de León. Sobre este punto, trataremos de llegar a un acuerdo con el Ayuntamiento que sea beneficioso para las dos partes.

Resuelto, creemos, este asunto del Observatorio, hay que concentrarse ahora en la realización de las Jornadas Estatales de Astronomía del año 2000. Con este fin, en este mes de setiembre volveremos a visitar a distintos responsables de Caja España y de las Entidades públicas para concretar fechas y ayudas de todo tipo. Os tendremos al corriente del resultado de estas gestiones.

LA REDACCIÓN

AVISOS Y NOTICIAS

AVISOS

Durante los dos meses de setiembre y octubre, se reanudan las reuniones semanales de los martes en el local de la Asociación. Comenzaremos a partir del día 1 de setiembre.

NOTICIAS

Cena en el Coto Escolar

El dia 30 de junio, la Asociación organizó una cena en el Coto Escolar, invitando a ella al Alcalde de León, al concejal delegado del Coto Escolar, don Miguel Fernández Llamazares, al arquitecto redactor del proyecto del Observatorio, don Miguel Figueira Moure, y al director del Coto Escolar. Aceptaron la invitación los tres últimos y el Alcalde se excusó por tener que desplazarse a Valladolid por motivos de su cargo.

En total, entre socios, invitados y algunos familiares de éstos, nos reunimos más de 25 personas. El director del Coto Escolar nos preparó una estupenda (y baratísima) cena, y el acto resultó muy agradable.

Habiamos pensado rematar la cena con una sesión nocturna de observación astronómica, para que nuestros invitados, especialmente el concejal delegado del Coto Escolar y el Arquitecto, tuvieran una idea de las posibilidades que se abren a la observación astronómica con la construcción del Observatorio, pero la furia de los elementos se desató en contra de nuestros deseos. Primero fueron las nubes, pero luego llegó el diluvio y la tormenta, asi que la exhibición proyectada quedó para otra ocasión. ¡Qué se le va a hacer!

Curso de observación del Sol y sesiones nocturnas de fotografía astronómica.

Sol puso Con alguna informalidad, aunque con entusiasmo, dedicamos dos o tres tardes de la primera quincena de julio a la observación del Sol, desde el patio del C.H.F. Óscar García y José Mª Pérez llevaron sus filtros solares, el Sol puso sus manchas a nuestra disposición y César Blanco ensayó la fotografía del Sol. En el ordenador de la Asociación están grabados los programas para rellenar los partes mensuales del Sol, de acuerdo con las instrucciones de la Agrupación Astronómica de Sabadell.

También en la primera quincena hubo algunas salidas nocturnas con el fin de hacer las fotografías que no pudieron tomarse durante el cursillo de fotografía astronómica del mes de mayo pasado, a causa del mal tiempo de entonces. Los lugares desde donde se hicieron las fotografías fueron el propio patio del C.H.F., Chozas de Abajo y Santa María del Condado. La hueste de fotográfos la componian Raquel Casado, Oscar García, Eutiquio García, Iván Campo y una hermana suya, que resistió estoicamente una sesión que terminó al amanecer. Al frente de ellos, César Blanco, que era quien les dirigía y les daba consejos.

Sesiones de observación astronómica en el Coto Escolar

Los días 31 de julio y 3 de agosto nos desplazamos al Coto Escolar para realizar sendas sesiones de observación astronómica para los niños de los turnos de acampada, y así recompensar la generosidad del Director del Coto al organizar la cena del 30 de junio.

No hubo suerte el día 31 de julio, porque cuando ya teniamos montado el telescopio,

se nubló por completo y no fue posible realizar la exhibición. En cambio, el día 3 de agosto, un grupo de 80 niños y niñas, junto con sus monitores, pudieron ver la Luna y alguna estrella. Recibieron explicaciones diversas e hicieron muchas preguntas.

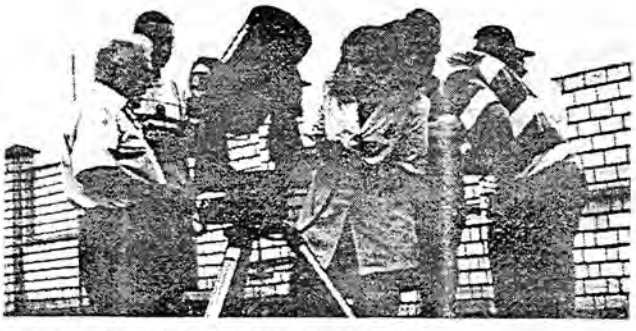
Si el tiempo lo permite, volveremos al Coto a finales de agosto.

Exhibición en Villadangos del Páramo

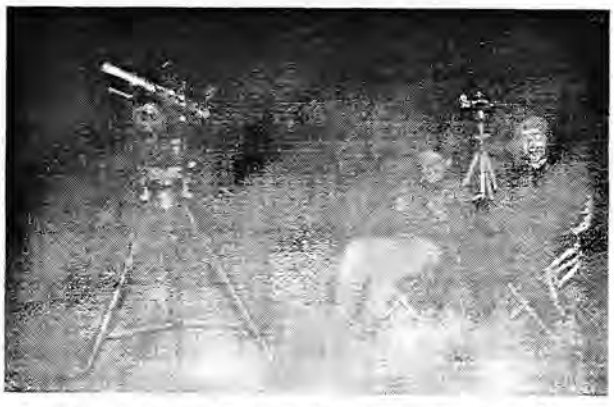
La noche del 4 de agosto, la Asociación desplazó dos telescopios a Villadangos del Páramo, a petición de los organizadores de una semana cultural dedicada a temas relacionados con la astronomía. Estuvieron al cargo de los telescopios Iván Campo, Óscar · García, José Mº Pérez y Raquel Casado, quien, además, llevó sus prismáticos instalados sobre un trípode. También llevamos la cámara de vídeo y los niños participantes en las jornadas, sus familiares y otros residentes en Villadangos pudieron contemplar, en la pantalla de un televisor y directamente a través de los oculares, la Luna, Júpiter y varios objetos celestes más. También proyectamos un vídeo sobre el aspecto del cielo en verano.

La Asociación recibió 20.000 pesetas por la exhibición y los cuatro miembros de la Asociación que hicieron el trabajo se repartieron una cantidad igual.

Como veis, a pesar de que este año la Diputación no se ha prestado a que se celebrase la Noche de las Estrellas en el Parque del Monte de San Isidro, la actividad de la Asociación durante los dos meses del verano ha sido mayor que en años anteriores.

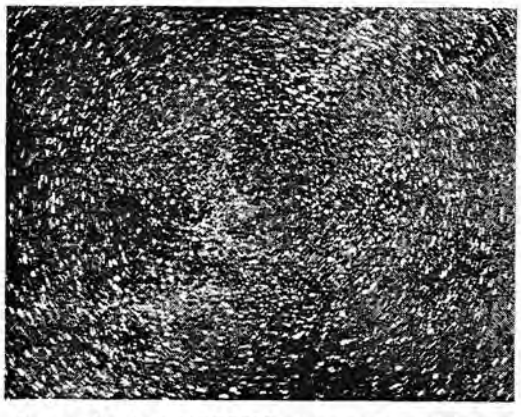


Momento del curso de observación del Sol.



Oscar e Iván pasando menos frío del que pasaba César mientras sacaba la foto en Santa María del Condado..

Campamento que formamos en Chozas (un poco mejorado despues de que se fuese Raquel).



Fotografía de la NGC7000 en paralelo al Meade con una exposición de 10 min. y seguimiento azimutal.

Domingo, 26 de julio de 1998 Diario de León

Urbanismo respalda las obras del observatorio

El Ayuntamiento destina 22 millones al centro astronómico del Coto

P. Infiesta

La construcción del futuro Observatorio Astronómico, que se instalará en terrenos del Coto Escolar, ascenderá a 22 millones de pesetas «por problemas de cimentación debido a aguas subterráneas que hay que controlar», según asegura el concejal de Educación, Miguel Llamazares. La Comisión de Urbanismo respaldó, la pasada semana, el proyecto de esta obra, que permitirá a más de 8.000 escolares contemplar el firmamento. Los pliegos de contratación estarán listos en septiembre, ya que la intención municipal es concluir los trabajos la próxima primavera.

Además, el Ayuntamiento firmará un convenio con la Sociedad Leonesa de Astronomía para que la asociación se encargue del mantenimiento del Observatorio, a cambio de poder utilizar las instalaciones y con el compromiso de explicar a los escolares de León y provincia el funcionamiento del centro. El arquitecto municipal, Miguel Figueira, ha realizado el estudio del Observatorio, que incorporará una cúpula de cristal similar a la del centro astronómico de Sabadell, cuyo modelo de gestión se pretende imitar, según reconoció Llamazares.

Pero el observatorio no es la única novedad para el Coto. El Ayuntamiento invertirá este año 65 millones de pesetas en mejorar sus instalaciones, que durante 1997 fueron utilizadas por casi 8.000 alumnos, tanto en visitas como en estancias de fin de semana y de hasta ocho días de duración. El Coto Escolar, que ocupa una superficie de 14 hectáreas, se ampliará con un lago de pesca de agua estancada, que se llenará con carpas y otras especies autóctonas acostumbradas a las temperaturas de León, y que costará unos 7 millones. Las obras de mejora del Coto «comenzarán en septiembre», según el concejal, y supondrán la ordenación del terreno y la mejora del trazado de las calles adyacentes. También se cambiará la puerta de entrada al Coto, se habilitará un aparcamiento para coches y autobuses y un campo de fútbol.

Miércoles, 29 de julio de 1998

La urbanización de las calles Villafranca y Capitán Cortés cuesta 53 millones

P. Infiesta

La urbanización de las calles Villafranca y capitán Cortés, que comenzará el próximo mes de septiembre si no se producen retrasos junto con Alcázar de Toledo, costará 53 millones de pesetas. La Comisión de Gobierno aprobó ayer la ordenación y peatonalización de Villafranca, que pasará a contratación por 29 millones, y respaldó el expediente de contratación para Capitán Cortés por 24 millones. Estas dos calles, junto con Alcázar de Toledo, se urbanizarán siguiendo el modelo de la calle del Carmen.

La Comisión también adjudicó ayer las obras de urbanización de la calle 26 de mayo, en el barrio del Ejido, por 10,6 millones y la construcción del Observatorio Astronómico del Coto Escolar, que asciende a 38 millones, unos 18 millones más de lo que se preveía.

VILLADANGOS Martes, 4 de agosto de 1998

La observación de las estrellas, misión del taller de astronomía

La Asociación Astronómica de León colabora con las jornadas que se están hasta llevando a cabo hasta el 13 de agosto en Villadangos dedicadas a la observación de las estrellas y constelaciones.

En el día de hoy quedará constituído el taller infantil, en el que se observarán a la Osa Mayor, la Menor, la Polar y el Dragón.

Mañana se localizarán las constelaciones del zodiaco, y se darán a conocer sus leyendas.

EFEMERIDES DE LOS ASTROS DEL SISTEMA SOLAR PARA LEON
SETIEMBRE Y OCTUBRE DE 1998
HORAS EN TIEMPO UNIVERSAL (T.U.)

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

ASTRO	COORDENADAS A 0:00 T.U. A.R.	DEC	HORA SALIDA	HORA CULMINACION	HORA PUESTA
	h m	° '	h m	h m	h m
5 de SETIEMBRE					
Sol	10: 55	+ 6: 58	5: 50	12: 20	18: 51
Mercurio	9: 51	+ 13: 53	4: 21	11: 17	18: 15
Venus	10: 1	+ 13: 19	4: 34	11: 27	18: 22
Marte	8: 50	+ 18: 52	2: 59	10: 15	17: 33
Júpiter	23: 43	- 3: 34	19: 19	1: 9	6: 59
Saturno	2: 8	+ 10: 3	20: 53	3: 33	10: 14
Urano	20: 49	- 18: 30	17: 20	22: 12	3: 4
Neptuno	20: 7	- 19: 53	16: 44	21: 30	2: 16
20 de SETIEMBRE					
Sol	11: 48	+ 1: 15	6: 6	12: 15	18: 25
Mercurio	11: 33	+ 4: 51	5: 40	12: 0	18: 22
Venus	11: 12	+ 6: 40	5: 11	11: 39	18: 8
Marte	9: 28	+ 16: 13	2: 49	9: 54	17: 0
Júpiter	23: 35	- 4: 22	18: 16	0: 3	5: 50
Saturno	2: 5	+ 9: 47	19: 52	2: 32	9: 12
Urano	20: 47	- 18: 36	16: 20	21: 11	2: 3
Neptuno	20: 6	- 19: 56	15: 45	20: 30	1: 16
5 de OCTUBRE					
Sol	12: 43	- 4: 34	6: 23	12: 10	17: 58
Mercurio	13: 9	- 6: 46	7: 0	12: 37	18: 16
Venus	12: 21	- 0: 42	5: 48	11: 48	17: 50
Marte	10: 4	+ 13: 15	2: 38	9: 31	16: 25
Júpiter	23: 28	- 5: 6	17: 9	22: 53	4: 37
Saturno	2: 1	+ 9: 25	18: 51	1: 29	8: 8
Urano	20: 46	- 18: 40	15: 20	20: 11	1: 2
Neptuno	20: 6	- 19: 58	14: 46	19: 31	0: 16
20 de OCTUBRE					
Sol	13: 38	- 10: 11	6: 40	12: 6	17: 34
Mercurio	14: 37	- 16: 36	8: 7	13: 6	18: 7
Venus	13: 30	- 8: 8	6: 26	11: 58	17: 32
Marte	10: 39	+ 10: 2	2: 27	9: 7	15: 49
Júpiter	23: 23	- 5: 39	16: 6	21: 48	3: 31
Saturno	1: 57	+ 9: 0	17: 49	0: 26	7: 3
Urano	20: 46	- 18: 41	14: 21	19: 12	0: 3
Neptuno	20: 6	- 19: 58	13: 47	18: 32	23: 17

José Mª Pérez

El Sol y los Planetas

OTROS DATOS DE INTERÉS SOBRE LOS ASTROS DEL SISTEMA SOLAR PARA LOS MESES DE SEPTIEMBRE Y OCTUBRE DE 1998

FENÓMENOS

SEPTIEMBRE 6: Eclipse penumbral de Luna.
SEPTIEMBRE 16: Júpiter en oposición.
SEPTIEMBRE 23: El Sol entra en Libra. Equinoccio de Septiembre. Comienza el Otoño a las 5: 37 h.
SEPTIEMBRE 24: Brillo máximo de Mercurio.
SEPTIEMBRE 25: Mercurio en conjunción superior con el Sol.
OCTUBRE 23: Saturno en Oposición.
OCTUBRE 30: Venus en conjunción superior con el Sol.

VISIBILIDAD DE LOS PLANETAS Y OTROS ASTROS

MERCURIO: Visible al amanecer en los primeros días de Septiembre. Es válido el mapa para su observación publicado en el número anterior de la revista.

VENUS: Difícilmente visible al clarear el día.

MARTE: Visible hacia el Este en las últimas horas de la noche.

JUPITER: Visible durante toda la noche en las mejores condiciones del año.

SATURNO: Visible durante toda la noche, siendo el mes de Octubre el mejor para observarlo.

URANO Y NEPTUNO: Observables durante casi toda la noche. Se encuentran en Capricornio.

LLUVIAS DE ESTRELLAS FUGACES

Durante los meses de septiembre y octubre pueden observarse las siguientes lluvias de estrellas fugaces:

Nombre del conjunto	Día del máximo	Número medio de apariciones por hora	Coordenadas del radiante	
			A.R.	δ
Oriónidas	21 de Octubre	25	6h 20m	+15º

Iván Campo

La Luna

FASES DE LA LUNA

DIA	FASE	HORA	COORDENADAS A.R.	COORDENADAS DEC	SALE	CULMINA	SE PONE
SEPTIEMBRE							
		h m	h m	º '	h m	h m	h m
6	Luna llena	11: 21	23: 01	- 08: 01	19: 02	-	02: 37
13	C. Menguante	01: 58	05: 21	+ 17: 35	23: 49	06: 23	13: 51
20	Luna nueva	17: 02	11: 52	+ 02 : 32	05: 42	12: 11	18: 32
28	C. Creciente	21: 11	18: 21	- 19: 45	13: 14	18: 10	23: 05
OCTUBRE							
5	Luna llena	20: 12	00: 53	+ 01: 05	18: 08	-	05: 38
12	C. Menguante	11: 11	07: 17	+18: 12	23: 36	06: 08	13: 36
20	Luna nueva	10: 09	13: 47	- 07: 01	06: 29	12: 17	17: 58
28	C. Creciente	11: 46	20: 30	- 17: 37	13: 32	18: 37	23: 46

OCULTACIONES DE ESTRELLAS POR LA LUNA SEPTIEMBRE Y OCTUBRE DE 1998

Mes	Desaparición Día	h m s	Borde	Reaparición Día	h m s	Borde	Magnitud estrella
Septiembre	11	05: 06: 12	I	11	05: 34: 03	O	4.1
Septiembre	12	00: 10: 26	I	12	00: 46: 20	O	3.6
Septiembre	12	03: 20: 40	I	12	03: 49: 11	O	4.5
Septiembre	12	04: 24: 21	I	12	05: 41: 56	O	3.9
Septiembre	12	04: 30: 17	I	12	05: 34; 57	O	3.4
Octubre	4	21: 09: 02	O	4	22: 20: 15	I	4.9
Octubre				9	23: 41: 18	O	5.5
Octubre	27	20: 45: 48	O				5.5
Octubre	29	21: 02: 32	O				5.2
Octubre	30	17: 40: 15	O	30	18: 34: 16	I	4.8

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

Iván Campo

Satélites de Júpiter. Setiembre 1998

Fotocopias de las Efemérides del Observatorio de la Armada en San Fernando (Cádiz)

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	0	58	I	Sf	8	16	2	II	Sc	15	21	19	II	Sf	23	4	1	I	Ef
	1	21	I	Tf		16	27	II	Tc		23	52	I	Ec		22	44	I	Tc
	1	21	III	Tc		18	44	II	Sf							22	56	I	Sc
	2	56	III	Sf		19	4	II	Tf	16	2	7	I	Ef					
	4	23	III	Tf		19	25	IV	Sc		21	0	I	Tc	24	0	59	I	Tf
	13	26	II	Sc		21	51	IV	Sf		21	1	I	Sc		1	12	I	Sf
	14	13	II	Tc		21	57	I	Ec		23	15	I	Tf		15	6	II	Oc
	16	8	II	Sf							23	17	I	Sf		18	15	II	Ef
	16	50	II	Tf	9	0	23	I	Of							20	2	I	Oc
	20	3	I	Ec		19	6	I	Sc	17	4	31	IV	Ec		22	30	I	Ef
	22	39	I	Of		19	17	I	Tc		6	57	IV	Ef					
						21	22	I	Sf		12	51	II	Oc	25	13	49	IV	Sc
2	17	11	I	Sc		21	31	I	Tf		15	38	II	Ef		15	58	IV	Sf
	17	33	I	Tc							18	18	I	Oc		17	10	I	Tc
	19	27	I	Sf	10	10	16	II	Ec		20	35	I	Ef		17	25	I	Sc
	19	47	I	Tf		13	16	II	Of							19	25	I	Tf
						16	26	I	Ec	18	15	26	I	Tc		19	41	I	Sf
3	7	38	II	Ec		18	48	I	Of		15	30	I	Sc					
	11	0	II	Of							17	41	I	Tf	26	0	38	III	Oc
	14	31	I	Ec	11	13	35	I	Sc		17	45	I	Sf		4	53	III	Ef
	17	5	I	Of		13	43	I	Tc		21	23	III	Oc		10	0	II	Tc
						15	50	I	Sf							10	31	II	Sc
4	11	40	I	Sc		15	57	I	Tf	19	0	52	III	Ef		12	38	II	Tf
	11	59	I	Tc		17	35	III	Ec		7	47	II	Tc		13	12	II	Sf
	13	33	III	Ec		21	12	III	Of		7	55	II	Sc		14	28	I	Oc
	13	56	I	Sf							10	24	II	Tf		16	58	I	Ef
	14	13	I	Tf	12	5	19	II	Sc		10	36	II	Sf					
	17	55	III	Of		5	33	II	Tc		12	44	I	Oc	27	11	36	I	Tc
						8	1	II	Sf		15	4	I	Ef		11	54	I	Sc
5	2	44	II	Sc		8	11	II	Tf							13	51	I	Tf
	3	20	II	Tc		10	54	I	Ec	20	9	52	I	Tc		14	9	I	Sf
	5	26	II	Sf		13	14	I	Of		9	59	I	Sc					
	5	57	II	Tf							12	7	I	Tf	28	4	13	II	Oc
	9	0	I	Ec	13	8	4	I	Sc		12	14	I	Sf		7	34	II	Ef
	11	31	I	Of		8	9	I	Tc							8	54	I	Oc
						10	19	I	Sf	21	1	58	II	Oc		11	27	I	Ef
6	6	9	I	Sc		10	23	I	Tf		4	56	II	Ef					
	6	25	I	Tc		23	34	II	Ec		7	10	I	Oc	29	6	2	I	Tc
	8	24	I	Sf							9	32	I	Ef		6	23	I	Sc
	8	39	I	Tf	14	2	23	II	Of							8	17	I	Tf
	20	57	II	Ec		5	23	I	Ec	22	4	18	I	Tc		8	38	I	Sf
						7	40	I	Of		4	28	I	Sc		14	23	III	Tc
7	0	8	II	Of							6	33	I	Tf		15	46	III	Sc
	3	29	I	Ec	15	2	33	I	Sc		6	43	I	Sf		17	29	III	Tf
	5	57	I	Of		2	35	I	Tc		11	7	III	Tc		18	59	III	Sf
						4	48	I	Sf		11	44	III	Sc		23	7	II	Tc
8	0	38	I	Sc		4	49	I	Tf		14	12	III	Tf		23	49	II	Sc
	0	51	I	Tc		7	41	III	Sc		14	58	III	Sf					
	2	53	I	Sf		7	52	III	Tc		20	53	II	Tc	30	1	45	II	Tf
	3	5	I	Tf		10	55	III	Tf		21	13	II	Sc		2	29	II	Sf
	3	40	III	Sc		10	57	III	Sf		23	31	II	Tf		3	20	I	Oc
	4	37	III	Tc		18	37	II	Sc		23	54	II	Sf		5	56	I	Ef
	6	56	III	Sf		18	40	II	Tc										
	7	39	III	Tf		21	17	II	Tf	23	1	36	I	Oc					

Satélites de Júpiter. Octubre 1998

Fotocopias de las Efemérides del Observatorio de la Armada en San Fernando (Cádiz)

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

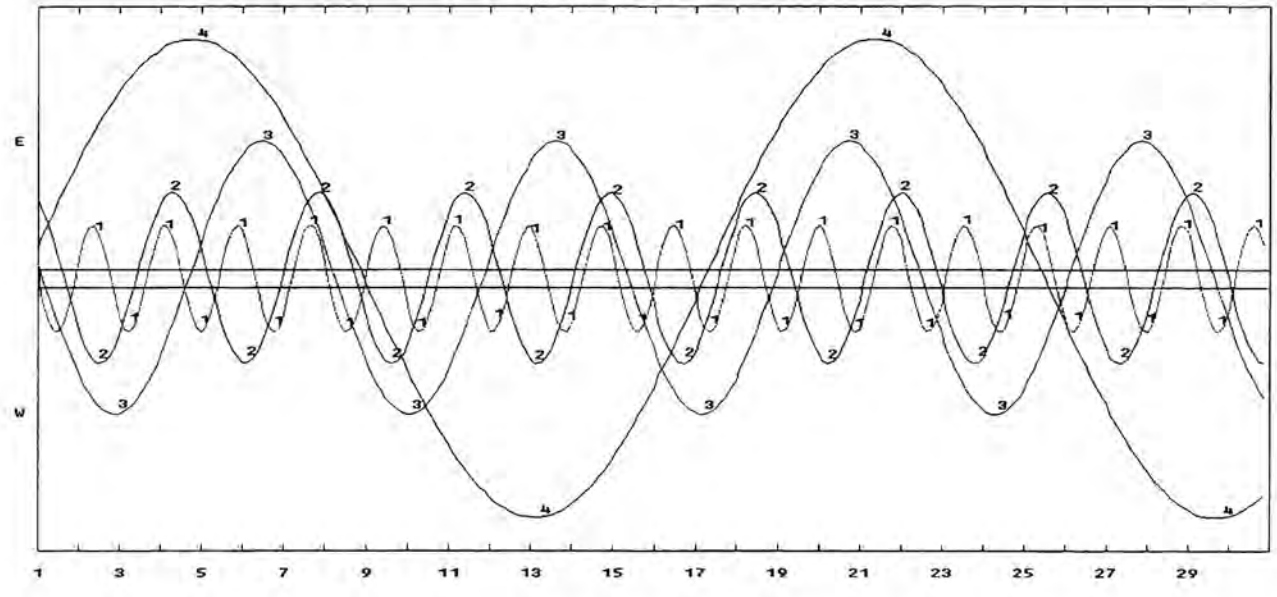
E - Eclipse.
O -Ocultación.
T- Tránsito del satélite por delante del disco del planeta.
S - Proyección de la sombra del satélite sobre el disco del planeta.
c - comienzo del fenómeno.
f - final del fenómeno.

d	h	m			d	h	m			d	h	m			d	h	m		
1	0	29	I	Tc	8	23	32	II	Ef	17	0	41	I	Tf	24	20	54	II	Sc
	0	52	I	Sc							1	26	I	Sf		20	56	III	Ef
	2	43	I	Tf	9	2	19	I	Ef		10	36	III	Oc		21	29	I	Oc
	3	7	I	Sf		20	40	I	Tc		16	47	II	Tc		21	45	II	Tf
	17	21	II	Oc		21	16	I	Sc		16	55	III	Ef		23	33	II	Sf
	20	53	II	Ef		22	55	I	Tf		18	18	II	Sc					
	21	46	I	Oc		23	31	I	Sf		19	25	II	Tf	25	0	38	I	Ef
											19	42	I	Oc		18	40	I	Tc
2	0	24	I	Ef	10	7	13	III	Oc		20	58	II	Sf		19	36	I	Sc
	18	55	I	Tc		12	54	III	Ef		22	43	I	Ef		20	55	I	Tf
	19	21	I	Sc		14	30	II	Tc							21	51	I	Sf
	21	9	I	Tf		15	42	II	Sc	18	16	53	I	Tc					
	21	36	I	Sf		17	8	II	Tf		17	41	I	Sc	26	13	28	II	Oc
						17	56	I	Oc		19	7	I	Tf		15	56	I	Oc
3	3	55	III	Oc		18	22	II	Sf		19	55	I	Sf		18	7	II	Ef
	8	53	III	Ef		20	48	I	Ef							19	7	I	Ef
	12	14	II	Tc						19	11	6	II	Oc					
	13	6	II	Sc	11	15	6	I	Tc		14	9	I	Oc	27	13	7	I	Tc
	14	52	II	Tf		15	45	I	Sc		15	29	II	Ef		14	5	I	Sc
	15	47	II	Sf		17	21	I	Tf		17	12	I	Ef		15	22	I	Tf
	16	12	I	Oc		18	0	I	Sf							16	20	I	Sf
	18	53	I	Ef						20	9	31	IV	Oc					
	19	8	IV	Oc	12	2	18	IV	Tc		11	18	IV	Of	28	3	57	III	Tc
	20	13	IV	Of		3	26	IV	Tf		11	20	I	Tc		7	9	III	Tf
	22	52	IV	Ec		8	15	IV	Sc		12	10	I	Sc		7	55	III	Sc
						8	47	II	Oc		13	34	I	Tf		8	16	II	Tc
4	1	2	IV	Ef		10	4	IV	Sf		14	24	I	Sf		10	12	II	Sc
	13	21	I	Tc		12	23	I	Oc		17	15	IV	Ec		10	23	I	Oc
	13	49	I	Sc		12	50	II	Ef		19	6	IV	Ef		10	55	II	Tf
	15	35	I	Tf		15	17	I	Ef							11	4	III	Sf
	16	5	I	Sf						21	0	28	III	Tc		12	51	II	Sf
					13	9	33	I	Tc		3	38	III	Tf		13	35	I	Ef
5	6	29	II	Oc		10	14	I	Sc		3	53	III	Sc		17	4	IV	Tc
	10	12	II	Ef		11	47	I	Tf		5	56	II	Tc		18	54	IV	Tf
	10	38	I	Oc		12	29	I	Sf		7	3	III	Sf					
	13	22	I	Ef		21	3	III	Tc		7	36	II	Sc	29	2	45	IV	Sc
						23	51	III	Sc		8	35	II	Tf		4	9	IV	Sf
6	7	47	I	Tc							8	35	I	Oc		7	35	I	Tc
	8	18	I	Sc	14	0	12	III	Tf		10	15	II	Sf		8	34	I	Sc
	10	2	I	Tf		3	2	III	Sf		11	40	I	Ef		9	49	I	Tf
	10	33	I	Sf		3	38	II	Tc							10	49	I	Sf
	17	42	III	Tc		5	0	II	Sc	22	5	46	I	Tc					
	19	49	III	Sc		6	17	II	Tf		6	38	I	Sc	30	2	40	II	Oc
	20	50	III	Tf		6	49	I	Oc		8	1	I	Tf		4	50	I	Oc
	23	1	III	Sf		7	40	II	Sf		8	53	I	Sf		7	27	II	Ef
						9	45	I	Ef							8	4	I	Ef
7	1	22	II	Tc						23	0	18	II	Oc					
	2	24	II	Sc	15	3	59	I	Tc		3	2	I	Oc	31	2	2	I	Tc
	4	0	II	Tf		4	43	I	Sc		4	49	II	Ef		3	3	I	Sc
	5	4	I	Oc		6	14	I	Tf		6	9	I	Ef		4	16	I	Tf
	5	5	II	Sf		6	58	I	Sf							5	18	I	Sf
	7	50	I	Ef		21	57	II	Oc	24	0	13	I	Tc		17	35	III	Oc
											1	7	I	Sc		20	49	III	Of
8	2	14	I	Tc	16	1	16	I	Oc		2	28	I	Tf		21	27	II	Tc
	2	47	I	Sc		2	10	II	Ef		3	22	I	Sf		21	48	III	Ec
	4	28	I	Tf		4	14	I	Ef		14	3	III	Oc		23	17	I	Oc
	5	2	I	Sf		22	26	I	Tc		17	15	III	Of		23	30	II	Sc
	19	38	II	Oc		23	12	I	Sc		17	45	III	Ec					
	23	30	I	Oc							19	6	II	Tc					

Gráficos de situación de los satélites de Júpiter

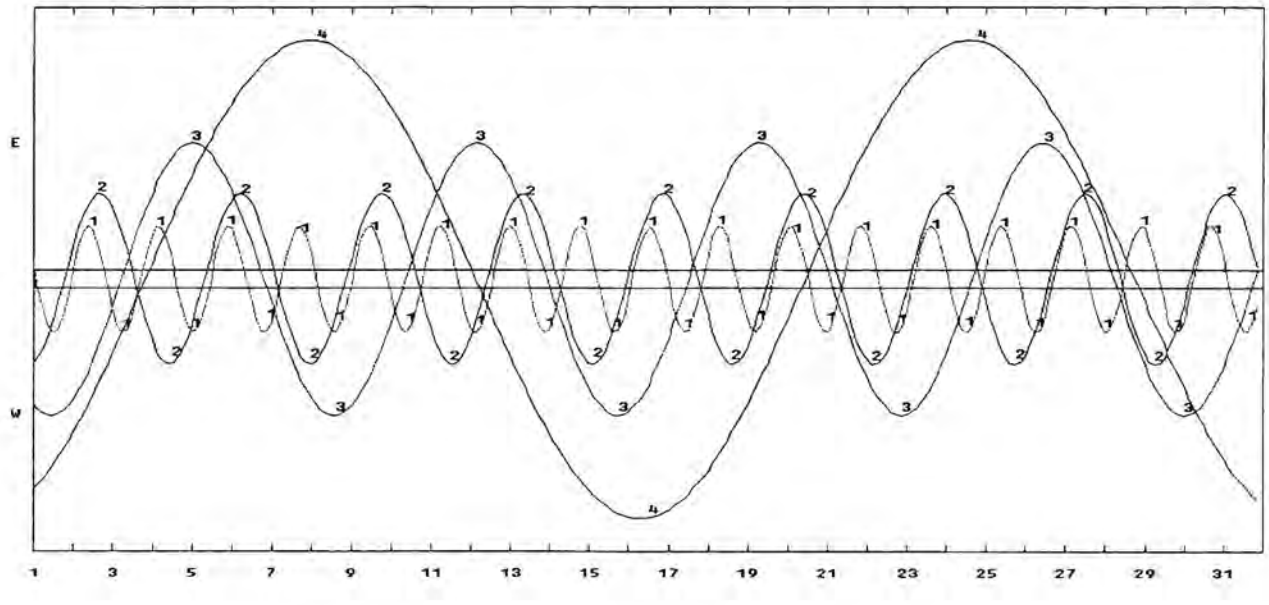
1-Io. 2-Europa. 3-Ganimedes. 4- Calisto

Septiembre 1998



Dias del mes (cada marca corresponde a la medianoche)

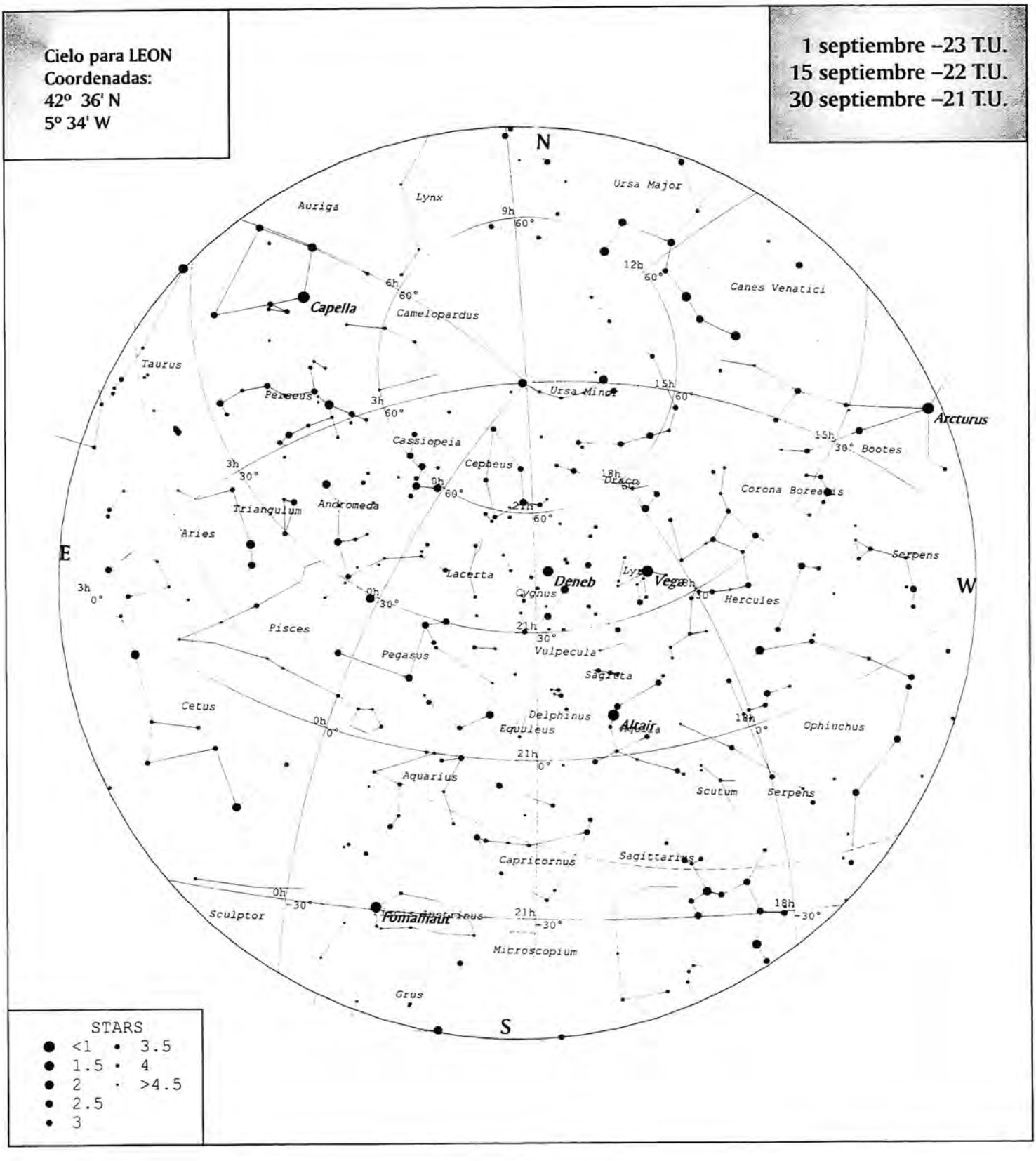
Octubre 1998



Dias del mes (cada marca corresponde a la medianoche)

Iván Campo

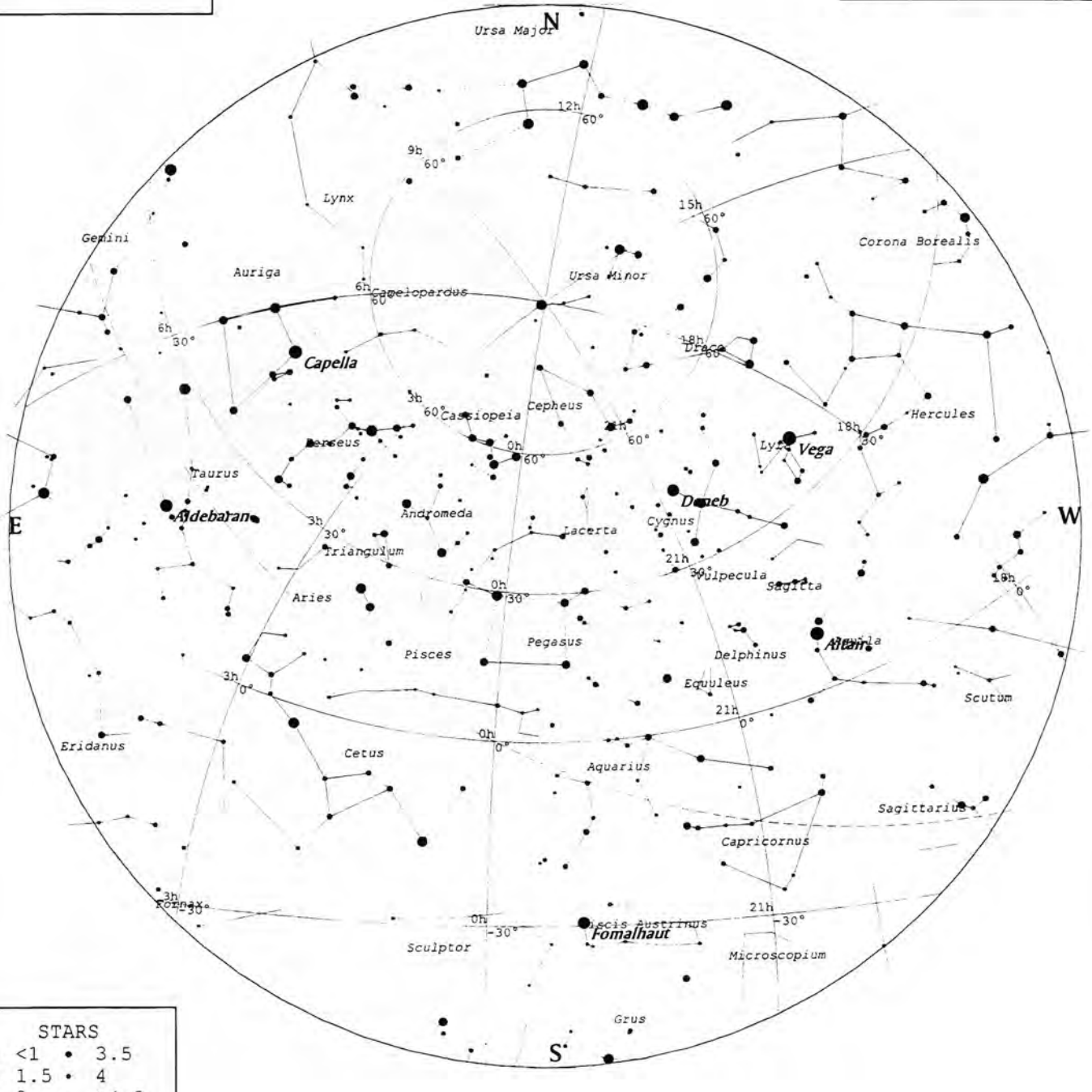
EL CIELO EN SEPTIEMBRE



EL CIELO EN OCTUBRE

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

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



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

LA HORA SOLAR Y LA HORA OFICIAL

José Mª Pérez.

Con motivo de los periódicos cambios de hora oficial, se oyen o se leen a veces comentarios sobre las ventajas o inconvenientes que esa práctica lleva consigo y en ocasiones se alzan voces en defensa del uso de la hora solar.

Me gustaría aclarar algunos equívocos en relación con este tema. Para ello, empezaré por referirme al concepto de hora oficial, que se deriva de la Convención de Washington de 1884 y de la Conferencia internacional de la Hora de París, en 1912. Siguiendo las recomendaciones de estos dos importantes congresos, el meridiano de Greenwich se adoptó definitivamente como meridiano terrestre fundamental. Además, se acordó extender a todo el planeta el sistema de cómputo del llamado tiempo civil de Greenwich, que desde entonces pasó a llamarse tiempo universal (este sistema tiene como unidad fundamental el día solar medio y comienza a contar las horas a partir de la medianoche media en Greenwich). Para ello, se dividió el globo terráqueo en 24 husos horarios de 15º de amplitud cada uno, asignando a cada huso un número. El huso número 0 tiene como meridiano central el de Greenwich y abarca hasta 7,5º de longitud a uno y otro lado de este meridiano. Los husos hacia el Este se numeraron con números positivos consecutivos (+1,+2,+3,...), los husos hacia el Oeste, con números consecutivos negativos (-1, -2, -3,...) y se acordó que cada país tuviera como hora civil la de Greenwich más el número del huso en el que se encontraba. Con pequeñas correcciones que algunos paises han introducido por distintos motivos, ésta es la base del cómputo oficial del tiempo que se usa hoy en todos los lugares de la Tierra.

En el caso particular de España, como el territorio peninsular y las Islas Baleares se encuentran casi por completo en el huso 0, la hora civil es la de Greenwich. En cambio, las Islas Canarias se encuentran en el huso número -1 y su hora civil es una menos que en el resto del país.

Ahora bien, es frecuente que los gobiernos establezcan, por motivos políticos, económicos o de otra índole, una hora oficial distinta de la civil que les corresponde según los acuerdos internacionales a los que nos hemos referido. Bien sabido es que en España, actualmente, la hora oficial se adelanta respecto de la civil una hora en invierno y dos horas en el verano. Hay partidarios y detractores de esta medida, pero lo que carece de sentido es pedir que se respete el horario solar. Yo creo que los que abogan por este sistema lo que pretenden es que se suprima cualquier adelanto, ya sea de una hora o de dos, de la hora oficial respecto de la hora civil que por la situación geográfica nos corresponde. Pero lo que así se propugna no es que nos rijamos por la hora solar, sino por la hora civil en Greenwich o tiempo universal (T.U.).

Porque regirnos por la hora solar es otra cosa. Regirnos por la hora solar es hacer que los relojes marquen las 12 del mediodía cuando es el mediodía auténtico, es decir, cuando el Sol se orienta exactamente al Sur. Y eso en cada meridiano de la Tierra ocurre en un momento diferente. Por ejemplo, en León, según el Anuario del Observatorio Astronómico para 1998, eso ocurre 22 minutos y 16 segundos después que en Greenwich, de modo que para que los relojes de los leoneses marcaran el tiempo solar,

parece lógico que deberíamos retrasarlos 1 ó 2 horas, que es el adelanto respecto del tiempo universal, según rija el horario de invierno o el de verano, y 22 minutos y 16 segundos más.

También podemos proceder de forma autónoma. Un buen día apuntamos un telescopio protegido por un filtro para la observación solar exactamente al Sur, lo inclinamos de manera conveniente y esperamos a que aparezca el Sol. Y cuando el disco solar quede exactamente centrado en el campo visual, ponemos nuestro reloj a las 12 del mediodía. ¡Desde ese momento, nos regimos por la hora solar! ¡Nuestro reloj es un reloj solar!

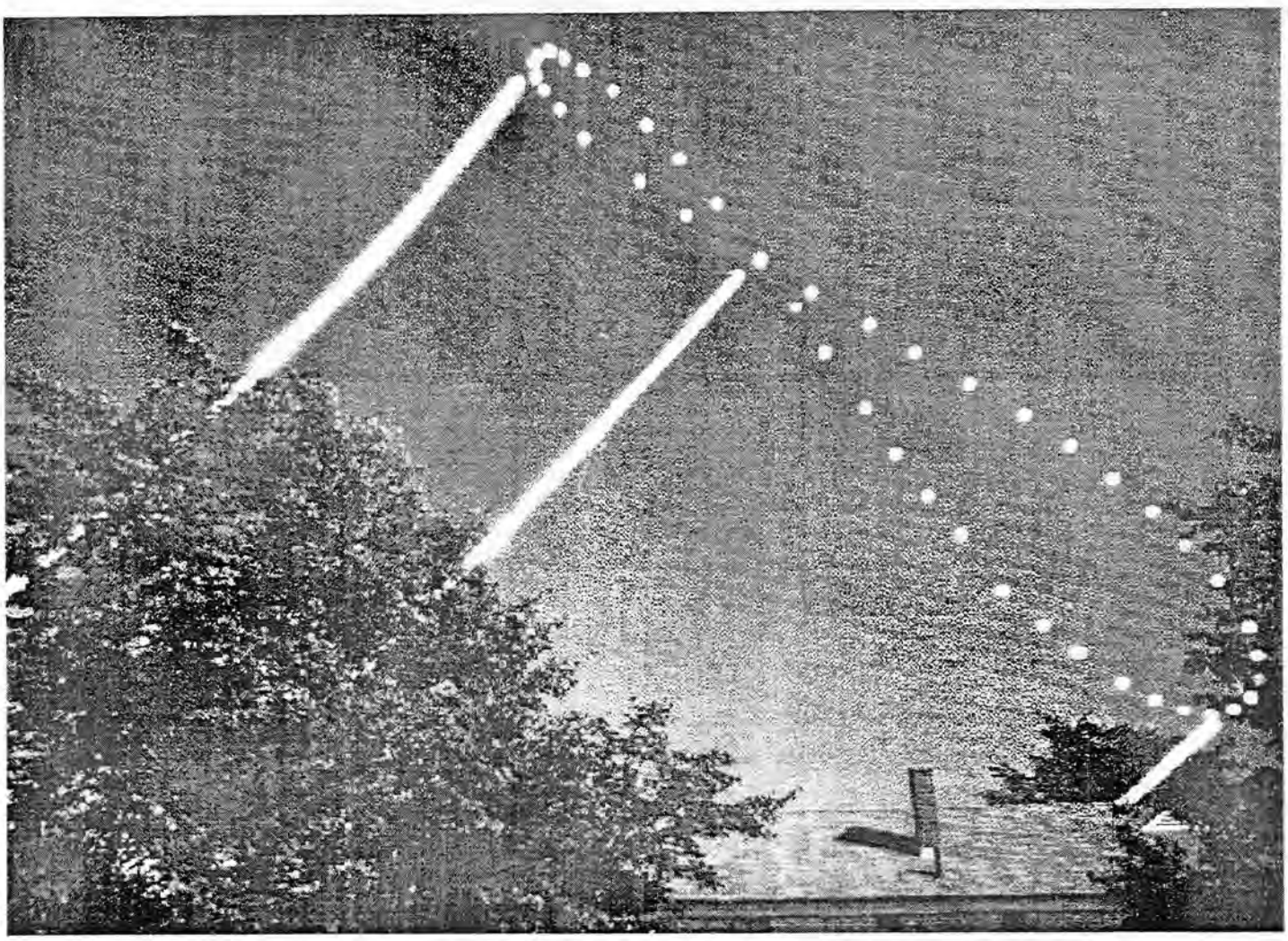
¿Convendrá hacer alguna comprobación, de vez en cuando, por si nuestro reloj adelanta o atrasa? Eso dependerá de la confianza que tengamos en el reloj. Pero si la curiosidad nos pica, nos llevaremos una buena sorpresa. Al cabo de un tiempo, el error acumulado quizá sea de varios minutos. ¿Qué sucede? ¿Que ha fallado el reloj? Nada de eso: lo que pasa es que los días solares no son siempre exactamente de 24 horas de nuestro reloj, sino que su duración varía ligeramente y de forma cíclica a lo largo del año: pueden llegar a diferir de las 24 horas hasta 30 segundos más o 22 segundos menos. Y cuando se han sucedido, por ejemplo, varios días consecutivos de unos 20 segundos más de 24 horas cada uno, el adelanto acumulado por nuestro reloj solar será de 1 minuto cada 3 días, es decir, 10 minutos al mes.

Así que regirnos por la hora solar no es sencillo ni práctico, pues hay que poner el reloj en hora cada día. De no hacerlo así, nuestro reloj adelantará (hasta 14 minutos) en unas épocas del año y atrasará (hasta 16 minutos) en otras (en realidad es el Sol el que se retrasa o adelanta, respectivamente). Queda el consuelo de que al cabo de un año, el reloj volverá a marcar la hora solar. ¡No es mal promedio!

Existe pues una diferencia entre la hora solar "verdadera" y la hora solar "media" que marca nuestro reloj inicialmente ajustado al Sol. Esa diferencia es lo que los astrónomos llaman la "ecuación del tiempo".

Una consecuencia de tal diferencia es la siguiente: Si día a día señalamos sobre un papel con un punto la dirección en que vemos el Sol en el cielo a la hora en que nuestro reloj solar marca el mediodía, el punto estará más alto por el verano que por el invierno. Pero también estará unas veces ligeramente a la izquierda (en las épocas del año en que el Sol se retrasa) y otras ligeramente a la derecha (cuando el Sol se adelanta), de modo que si somos precisos al hacer el gráfico, los diferentes puntos formarán al cabo de un año una especie de ocho. Es la curva que los astrónomos llaman analema.

Mejor que hacer un gráfico a base de puntos sobre un papel es recoger el efecto con una cámara fotográfica fijada sobre un trípode, realizando múltiples exposiciones de la imagen del Sol sobre un mismo negativo. Eso es lo que ilustra la imagen que acompaña a este artículo. El trabajo fotográfico realizado a lo largo de todo un año se debe a un aficionado de Estados Unidos y fue publicada por la revista Sky and Telescope en julio de 1979.



Analema obtenida fotografiando el Sol cada diez días durante un año con una cámara fija
Fotografía publicada en Sky and telescope, julio de 1979

Movimientos de la Tierra poco conocidos

David Rubincam, B. Fong Chao y Bruce Bills (Centro Goddard de Vuelos Espaciales de la NASA)

Sky and Telescope, junio, 1998, página 36

Traducción y adaptación: José Mª Pérez

Cada año, la Tierra completa una revolución alrededor del Sol, la Luna repite el ciclo de sus fases 13 veces y el trópico de Cáncer se desplaza 14,7 metros hacia el Sur.

Así es. El trópico de Cáncer, el paralelo en cuya vertical se sitúa el Sol en el solsticio de junio, se desplaza actualmente hacia el Ecuador. Análogamente, el trópico de Capricornio, se desplaza hacia el Norte. En consecuencia, la zona tropical de la Tierra (la región comprendida entre el trópico de Cáncer y el trópico de Capricornio) se está estrechando.

Unos 1.080 kilómetros cuadrados de la Tierra pasan de la zona tropical a las zonas templadas cada año. De ellos, sólo 330 kilómetros cuadrados son de tierra firme (algo así como 2/3 de la isla de Ibiza).

La razón de que la zona tropical se esté estrechando es que la oblicuidad del eje terrestre, es decir, el ángulo entre el plano del ecuador y el de órbita de la Tierra (la eclíptica) está disminuyendo progresivamente a razón de 47,5 segundos de arco por siglo. Esta oscilación del eje terrestre seguramente no es tan conocida como, por ejemplo, la que origina la precesión de los equinoccios, pero es tan real como ésta. Ambos fenómenos son consecuencia de la dinámica de Newton. En concreto, la oblicuidad no se mantiene constante en su valor actual de 23° 26', sino que decrece lentamente, como consecuencia de la interferencia entre el momento de torsión de la Tierra y las perturbaciones que los demás planetas producen sobre su órbita.

Los efectos gravitatorios del Sol y la Luna sobre el abultamiento ecuatorial de la Tierra son la causa de la oscilación del eje terrestre que produce la precesión de los equinoccios, con un período de 26.000 años. Al mismo tiempo, el tirón gravitatorio de los demás planetas produce una oscilación del propio plano orbital (con relación a las galaxias distantes) con un período de 71.000 años. El efecto combinado de estos dos movimientos causa la oscilación de la oblicuidad del eje terrestre, con un período de 41.000 años.

A diferencia de la precesión, que hace que la prolongación del eje terrestre, o sea, el polo Norte celeste, describa un gran círculo en el cielo, la oblicuidad del eje sólo se desvía de su valor promedio, que es 23,3°, en unos modestos ±1,3°. La oblicuidad alcanzó un máximo de 24,2° hace 9.500 años y justamente ahora está cerca de su valor promedio, al tiempo que la velocidad de decrecimiento se encuentra actualmente en su máximo. A más de 14 metros por año, los trópicos de Cáncer y de Capricornio se mueven a velocidad suicida, si la comparamos, por ejemplo, con la de la placas tectónicas. En efecto, las principales placas de la corteza terrestre se mueven como máximo unas respecto de otras a 13 centímetros por año.

El cambio de oblicuidad es también mucho mayor que la deriva de los propios polos sobre la superficie de la Tierra. En conjunto, actualmente el polo Norte se desplaza hacia el Sur, de tal modo que, por ejemplo, León está cada vez más al Norte. La razón de esta deriva no está clara, pero probablemente es consecuencia de la última edad glacial. El peso del hielo hundió muchas de las regiones árticas y subárticas de la Tierra, particularmente el Norte de Canadá. La mayor parte de ese hielo se ha fundido ahora y gran parte de la depresión ha rebotado. La Tierra puede estar tratando de maximizar su momento de inercia desplazando la depresión remanente hacia el polo Norte. Al margen del motivo, este ajuste global de la Tierra ocurre a unos insignificantes 10 cm por año.

El galope de la oblicuidad comparado con los otros movimientos hace estragos sobre los monumentos que señalan las posiciones de los trópicos de Cáncer y Capricornio. Aunque se muevan más lentos que un caracol, cada trópico se desliza hacia el ecuador a 4 cm por día. En 10 años cada uno se habrá movido una distancia equivalente a vez y media la longitud de un campo de fútbol.

En la isla de Taiwan encontramos un ejemplo de los problemas que causa este movimiento. En 1908, el gobierno colonial japonés de la isla erigió un monolito de cemento con la inscripción de la latitud 23º 27' 4,51", para señalar el lugar donde el trópico de Cáncer atravesaba una vía férrea recientemente terminada. Posteriormente, el gobierno de Taiwan convirtió la zona en un parque y añadió cuatro nuevos monumentos para reemplazar a los antiguos, que se encontraban en ruinas. Desafortunadamente, los nuevos indicadores están próximos a los antiguos, cuando deberían estar a un kilómetro de ellos. Y lo que es peor, ¡figura en ellos la antigua latitud! La administración del parque, consciente ahora del cambio hacia el Sur, no puede hacer nada para corregir estos errores, porque el trópico de Cáncer se ha movido lejos del parque y la administración no puede adquirir más terreno.

Por otra parte, los mismos nombres de los trópicos son equívocos. Debido a la precesión, los solsticios no ocurren ya en las constelaciones de Cáncer y Capricornio, como sucedía hace 3.200 años. Hoy deberían llamarse trópicos de Gémini y Sagitario, respectivamente.

El círculo polar ártico se enfrenta a una dificultad similar, debido al cambio de la oblicuidad, sólo que su desplazamiento es hacia el Norte. Por su parte, el círculo polar antártico deriva hacia el Sur. Con 470 kilómetros cuadrados cambiando de dueños en la proximidad de los polos, las regiones templadas ganan un total de 1.550 kilómetros cuadrados por año a expensas de los casquetes polares y la zona tropical (la décima parte de la provincia de León). La oblicuidad seguirá decreciendo hasta que alcance un mínimo de 22,6º dentro de unos 10.200 años, y entonces empezará a crecer.

Estos cambios periódicos afectan al clima de la Tierra. Realmente, la variación de la oblicuidad es la causa de uno de los ciclos climáticos llamados de Milankovitch, y el período de 41.000 años se ha observado en datos relativos a los isótopos del oxígeno, que sirven de indicativos de los registros climáticos. La oblicuidad es el ciclo de más fácil comprensión: cuando la oblicuidad es baja, las regiones polares ven menos el Sol y se enfrían, haciendo que el hielo y la nieve se acumulen. Cuando la oblicuidad es alta, las regiones ártica y antártica reciben más insolación y el calor solar funde el hielo y la nieve. De esta forma, las épocas glaciales aparecen y desaparecen.

Los otros dos ciclos de Milankovitch, el causado por la precesión (con períodos de 19.000 y 23.000 años) y el derivado de la excentricidad de la órbita terrestre (100.000 y 400.000 años) son de más difícil comprensión, pero también son importantes para las épocas glaciales. El índice de precesión mide la proximidad del afelio (el punto de la órbita de la Tierra más lejano del Sol) al solsticio. Cuando la Tierra está lejos del Sol durante la estación fría de un hemisferio, la nieve persiste en las latitudes altas durante todo el verano de ese hemisferio. La nieve se acumula año tras año y llega a formar una capa de hielo (actualmente, el afelio ocurre en julio, durante la estación fría del hemisferio austral).

El efecto climático de la excentricidad de la órbita de la Tierra, por otra parte, es verdaderamente desconcertante. Aunque la cantidad media de luz solar recibida por la Tierra en cada año depende de la excentricidad, la dependencia es tan débil que es difícil de entender cómo puede afectar al clima. Muchos mecanismos se han propuesto para explicar la importancia de la excentricidad, pero ninguno resulta enteramente satisfactorio, a pesar de que este efecto ha sido el desencadenante más claro de las épocas glaciales en los últimos 700.000 años.

La Tierra no es el único planeta que sufre oscilaciones de oblicuidad. La oblicuidad de Plutón cambia en ±15° en un ciclo de tres millones de años, según Anthony Dobrovolskis, del Centro Ames de Investigación de la NASA y Alan Harris, del Laboratorio Jet Propulsion. Y gracias al trabajo de William Ward y de varios discípulos suyos, de este último Centro, sabemos que Marte experimenta tremendos cambios de oblicuidad, quizá incluso mayores que los de Plutón y en tiempos mucho más breves, del orden de los 100.000 años. Recientemente, Jihad Touma y Jack Wisdom, del MIT, y Jacques Laskar y Philippe Robutel, en Francia, han demostrado que tales cambios son caóticos e impredecibles en el tiempo. Estos enormes cambios sin duda tienen implicaciones en los climas de ambos planetas.

Además del ciclo de 41.000 años, la oblicuidad de la Tierra presenta una tendencia al incremento a muy largo plazo. La fricción producida por las mareas inclinan más y más a la Tierra sobre una escala de tiempo de 1.000 millones de años. Y últimamente, nosotros, en el Centro Goddard de vuelos espaciales de la NASA, hemos identificado un nuevo mecanismo, que hemos llamado fricción climática por analogía con la fricción de las mareas. Este efecto posiblemente puede aumentar la oblicuidad en una escala de tiempo de 400 millones de años, dependiendo de la duración y severidad de las épocas glaciales y las características internas de la Tierra. A diferencia de la fricción de las mareas, un tema con dos siglos de antigüedad, la fricción climática es un campo tan nuevo que aún no podemos determinar su importancia en el cambio de inclinación de nuestro planeta. Sólo el tiempo lo dirá.

El futuro del Universo

Fred D. Adams y Gregory Laughlin

Sky and Telescope, agosto 1998, página 32

Traducción: José Mª Pérez

En los últimos decenios los astrónomos han dado por bueno un universo de entre 10 y 15 mil millones de años de antigüedad. Aunque ese tiempo es inmenso para los estándares humanos o incluso geológicos, el universo es aún, en cierto sentido, un recién nacido. Ha pasado muy poco tiempo para que muchos de los más interesantes episodios astronómicos se agoten.

Conforme se alcance el futuro más lejano, el universo gradualmente alterará sus características y experimentará una cambiante variedad de procesos astronómicos. Andando el tiempo, las estrellas y las galaxias que definen nuestra era darán paso a un cosmos de extraños objetos: estrellas heladas, agujeros negros que se evaporan y átomos aislados del tamaño de galaxias.

En el curso de su trabajo diario, los astrónomos a menudo hablan de fenómenos que no ocurrirán hasta dentro de miles de millones de años. Por ejemplo, la teoría de la evolución estelar afirma que dentro de aproximadamente mil cien millones de años nuestro Sol se calentará lo bastante como para que la Tierra sea un lugar inhóspito para la vida (véase S&T, mayo de 1994, página 12). El Sol llegará a ser una gigante roja con todas las de la ley al cabo de siete mil millones de años y después, en unos pocos cientos de millones de años más, consumirá todo su combustible nuclear, se desprenderá de sus capas externas para convertirse en una enana blanca y comenzará un lento declinar hacia el apagón definitivo.

Estos incuestionables pasos nos llevan a preguntarnos si todas las estrellas del cielo se extinguirán algún dia. ¿Habrá un tiempo en que todas las estrellas hayan desaparecido y no se forme ninguna más? ¿Qué le sucederá al universo cuando todas las estrellas desaparezcan? ¿Será posible que la vida exista en un mundo sin estrellas? ¿Puede la vida subsistir bajo formas extrañas? E inmediatamente surge la cuestión definitiva: ¿Habrá un verdadero fin del universo, después del cual nada de nada ocurra para siempre jamás?

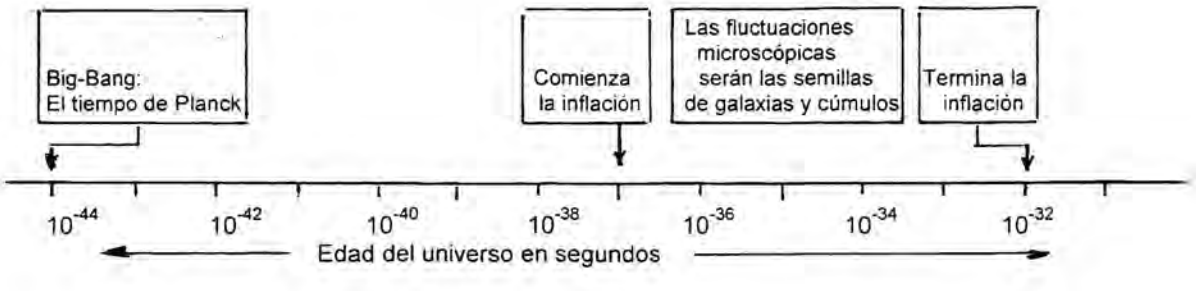
Pues bien, hoy parece posible dar respuesta a algunas de estas preguntas.

Empezando por el nivel más elemental, hay tres posibles tipos de universos: "cerrado", "plano" y "abierto". La impresionante destrucción prevista para un universo cerrado fue expuesta en 1969 en un artículo pionero de Martin Rees (actualmente, Astrónomo Real de Inglaterra). El desarrollo a largo plazo de los universos abierto y plano fue propuesto por Jamal Islam (S&T, enero de 1979, página 13) y también por Freeman Dyson.

Nuestro empeño ahora es resumir el futuro lejano del universo, basándonos en las predicciones de Rees, Islam y Dyson y en nuestro mejor conocimiento actual de la física y la astronomía. Así como nuestra descripción difiere en algunos detalles de la de estos tres científicos, los escenarios que nosotros describimos serán con toda seguridad perfilados cuando la astronomía y la física se conozcan aún mejor.

Un universo abierto

La teoría del Big Bang proporciona una abrumadora cantidad de éxitos en relación con el universo actual y sus propiedades, en particular sobre su expansión, la radiación de fondo de microondas que llena el espacio y las diferentes abundancias de los diversos elementos ligeros que constituyen casi toda la materia ordinaria.



El universo nacido del Big Bang tiene que enfrentarse con una de estas suertes: si el universo es cerrado, su destino es contraerse sobre sí mismo; si es abierto, se expandirá indefinidamente; y si es plano, evolucionará entre estas dos situaciones, es decir, se expandirá indefinidamente, pero a una velocidad cada vez más lenta, aproximándose (sin llegar nunca a alcanzarlo) al estancamiento.

La situación final está escrita desde el comienzo. Depende de la densidad global del universo, un valor que los cosmólogos denominan Ω_0 (Omega sub cero). Un universo plano, que está en equilibrio perfecto, tiene un valor de Ω_0 igual a 1. Si Ω_0 es mayor que 1, aunque sea por poco, el universo contiene un exceso de masa que hará que su propia gravedad detenga la expansión y atraiga a todos sus componentes hacia un Big Crunch (una gran contracción). Si Ω_0 es menor que 1, el universo se expandirá a velocidad mayor que su "velocidad de escape" y continuará haciéndolo indefinidamente.

Aún no estamos completamente seguros de qué posibilidad es la correcta. Pero parece que estamos a punto de poder dar un veredicto. Observaciones astronómicas de naturaleza muy diversa, apoyadas por nuevos estudios que se anunciaron al principio de este año, conducen fuertemente hacia un Ω_0 tan bajo como 0,2 ó 0,3. Muchos científicos preferirían un valor exactamente igual a 1, pero ni la observación ni la investigación teórica sugieren un valor mayor que 1.

Si Ω_0 es menor o igual a 1, habrá suficiente tiempo para que al universo le ocurran cosas realmente interesantes. En cambio, en un universo cerrado, la cantidad de posibilidades se mantendría dentro de unos límites más estrechos. En este artículo, nos concentraremos en el caso probable de un universo que se expande sin fin y que tiene acceso a una cantidad infinita de tiempo.

Una línea de tiempo cósmico

Miraremos tan lejos en el futuro que los 10 ó 15 mil millones de años ya pasados representen un fragmento de tiempo absolutamente insignificante. Queremos examinar los acontecimientos cósmicos más importantes que probablemente ocurrirán en los próximos 10^{100} años (un número que se escribe con un 1 seguido de100 ceros). Para completar la exposición, comenzaremos nuestra historia del universo a partir del Big Bang. Con el fin de abarcar el inmenso lapso de tiempo considerado, tendremos que usar una escala de tiempo logarítmica en lugar de la lineal, es decir, una línea en donde la escala cambia a lo largo de su longitud, para abarcar muchas potencias de 10.

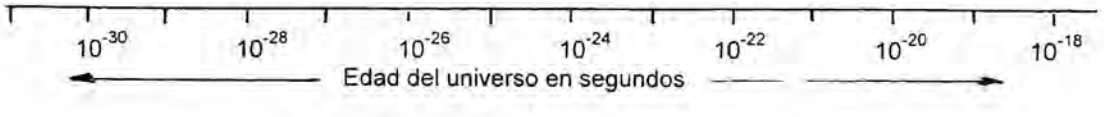
La línea que se extiende a lo largo del pie de este artículo comprende un tiempo de más de 10^{100} años a partir del comienzo del Big Bang. En esa línea, cada señal larga representa una edad del universo 10 veces mayor que la anterior. Llamaremos un "decenio cosmológico" a este cambio de tiempo por un factor de 10.

A lo largo de esta línea señalaremos distintas eras, de la misma forma que los geólogos lo hacen con la historia de la Tierra. Cuando el universo pasa de una era a la siguiente, su contenido y características cambia dramáticamente.

La era de la inflación

Sobre el comienzo mismo sabemos muy poco. Incluso así, la moderna física se ha puesto a trabajar sobre la causa del Big Bang. Los investigadores teóricos han alcanzado aparentemente modelos que funcionan para el comienzo del proceso. En la descripción resultante no hay exactamente un único Big Bang, sino muchos, engendrándose sucesivamente de los espacios-tiempos previos subyacentes. El universo de cada Big Bang rápidamente se libera e independiza del subyacente del

El universo primitivo, caliente y denso, continúa expandiéndose y enfriándose



que nació. El nuevo universo emprende entonces su propio camino, autosuficiente y desconectado de los demás (S&T, setiembre de 1988, pág. 253).

En nuestro propio universo, nuestra línea logarítmica del tiempo tiene un punto inicial bien definido: los 10^{-44} segundos (decenio cosmológico -50,5, si se mide en años). Este instante es el llamado tiempo de Plank, que se cree que sea la unidad cuántica de tiempo, es decir, que el tiempo no se puede dividir en intervalos más pequeños que éste, de forma análoga a como una partícula fundamental, tal como un electrón, no se puede dividir en trozos más pequeños (S&T, febrero de 1996, página 24).

La siguiente etapa importante en nuestra línea del tiempo, de acuerdo con las teorías actuales, comenzó siete potencias de 10 más tarde, alrededor de los 10^{-37} segundos. En este punto, el recién nacido universo era increíblemente caliente y denso. Campos con energía cuántica muy alta condujeron a una expansión "inflacionaria" del espacio extraordinariamente acelerada. También produjeron fluctuaciones de densidad muy ligeras en el campo energético que llenaba el aún minúsculo universo, que hasta entonces era suave y monótono. Estas ligeras variaciones persistieron cuando el espacio se expandió, y más adelante se convirtieron en las semillas de las galaxias, cúmulos de galaxias y otras grandes estructuras que observamos hoy. La inflación cesó en torno a los 10^{-32} segundos, dejando que la expansión cósmica progresara a una velocidad más moderada.

Hay que señalar que la teoría inflacionaria predice un universo en el que Ω_o es igual a 1 (al menos en su versión más simple). Los físicos se enfrentan ahora con la necesidad aparente de conseguir que la inflación produzca un universo abierto.

La era del predominio de la radiación

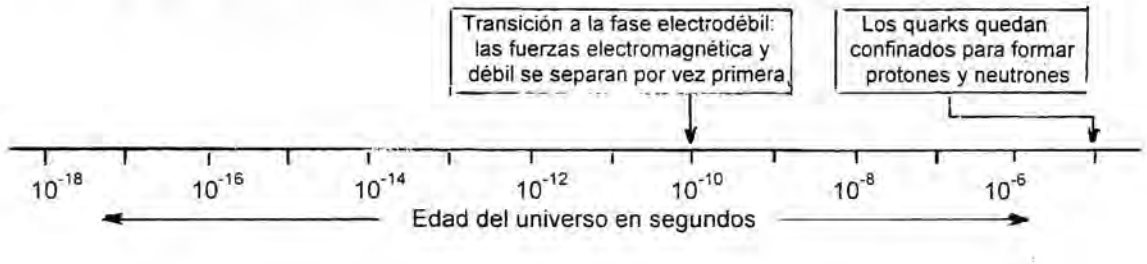
La siguiente era del enfriamiento y la expansión se desarrolló durante 43 potencias de 10, hasta que el cosmos cumplió los 10.000 años. Durante estetiempo, el universo apenas contenía otra cosa que un mar suave y uniforme de radiación (si bien muy denso). Los objetos astrofísicos familiares, como las estrellas y las galaxias, aún no se habían formado.

Durante la era del predominio de la radiación, muchos acontecimientos importantes consolidaron la naturaleza del universo tal como lo conocemos hoy. Por ejemplo, las interacciones de las partículas complejas produjeron un ligero desequilibrio de la materia ordinaria sobre la antimateria. La antimateria y casi toda la materia se aniquilaron entre sí, dejando tras de sí el pequeño resto de materia excedentaria que constituye el universo que conocemos.

A la edad de unos pocos minutos, al enfriarse la sopa primordial, se sintetizaron los núcleos de los elementos ligeros, incluyendo el hidrógeno, el deuterio (hidrógeno-2), el helio y el litio. Las leyes familiares de la física nuclear se pueden aplicar a las temperaturas, presiones y densidades que prevalecían durante este período, según el modelo estándar del Big Bang. Podemos, por tanto, calcular la composición exacta de la sopa elemental que se produjo. Los resultados obtenidos se parecen a los de la materia más antigua del universo que vemos actualmente (S&T, enero de 1998, pág. 24).

La era del predominio de la radiación terminó al disminuir progresivamente la densidad de energía de la decreciente radiación, llegó a ser inferior a la densidad de energía de la materia (o masa).

Poco después de este intercambio de posiciones, tuvo lugar otro momento decisivo. A la edad de 300.000 años, el universo se había enfriado lo suficiente para que pudieran formarse y sobrevivir verdaderos átomos (específicamente, átomos de hidrógeno). Previamente, la temperatura era tan alta que un electrón que se unía a un protón rápidamente era expulsado de nuevo. El tiempo de transición a un universo de hidrógeno neutro se llama a menudo "época de la recombinación".



Este fenómeno fue importante porque por primera vez, el universo se volvía transparente para su propia radiación. Anteriormente, el cosmos era opaco; la radiación interactuaba continuamente con partículas de materia. Pero el hidrógeno gaseoso es transparente, de modo que la radiación comenzó a fluir libremente y desde entonces, lo ha seguido haciendo así. El fondo de microondas que observamos hoy es la radiación, actualmente muy enrojecida, que se liberó en la época de la recombinación.

Desde entonces, las fluctuaciones en la densidad de la materia crecieron en estructuras que ya no eran suavizadas por el mar de la radiación que lo impregnaba todo. Los objetos astrofísicos familiares, tales como las galaxias y las estrellas, comenzaron a formarse.

La era de las estrellas

Durante esta era, la mayor parte de la energía generada en el universo procede de la fusión nuclear en las estrellas ordinarias. Vivimos en la mitad de la era de las estrellas, en la que las estrellas se forman, viven y mueren.

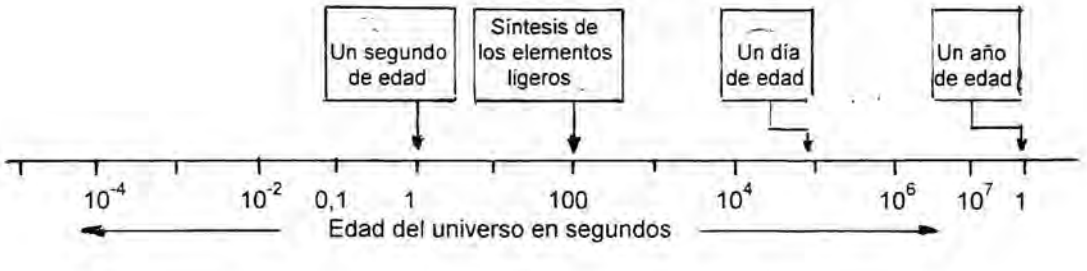
La primera generación de estrellas probablemente se formó cuando el universo tenía sólo unos pocos millones de años de vida (es una hipótesis, porque esas estrellas de la llamada "población III" no han sido identificadas aún). Durante los siguientes mil millones de años, aparecieron las primeras galaxias y comenzaron a agruparse en cúmulos, supercúmulos y estructuras aún mayores. En el interior de las galaxias, comenzó la formación de estrellas a una velocidad frenética. Muchas galaxias jóvenes experimentaron también episodios violentos relacionados con sus voraces agujeros negros centrales, que destrozaban las estrellas que caían en ellos y se rodeaban de discos de gas caliente que giraban a su alrededor. Con el tiempo, casi todos estos quasares y núcleos de galaxias activas murieron. Nuestro Sol y el sistema solar se formaron algo más tarde, hace unos 4.500 millones de años, cuando ya la Vía Láctea llevaba existiendo otro tanto.

Un acontecimiento singular en la agenda de nuestro propio sistema solar tendrá lugar cuando el Sol agote su hidrógeno y reajuste su estructura para convertirse en una gigante roja. Los modelos informáticos indican que la superficie solar se inflará hasta casi engullirse la Tierra, de la que mucho tiempo antes habrá desaparecido cualquier vestigio de vida, a causa del lento aumento de la luminosidad solar a lo largo de varios miles de millones de años. Cuando la superficie del Sol alcance la proximidad de la Tierra, el calor será probablemente suficientemente intenso para fundir la corteza de la Tierra, borrando cualquier rastro de la geología, la biología y la civilización que un día adornaron la superficie del planeta.

Sin embargo, la Tierra probablemente se librará de ser completamente aniquilada. El gigante y rojo Sol perderá una gran cantidad de masa en forma de un fuerte viento estelar. Al tiempo que el inflado Sol lanza su masa al espacio, la órbita de la Tierra se ensanchará gradualmente hasta un radio algo más seguro, quizá terminando cerca de la órbita actual de Marte.

Entre tanto, a una escala mayor, las colisiones y fusiones de galaxias continuarán, si bien estos fenómenos tienen poco o ningún efecto sobre las estrellas y los planetas pertenecientes a las galaxias afectadas. Nuestra propia galaxia, la Vía Láctea, se prevé que choque con M31, la gran galaxia de Andrómeda, dentro de unos 6 mil millones de años. Aunque no se fusionen en ese momento, su destino está marcado. Las dos galaxias son claramente un par ligado gravitatoriamente, y es sólo cuestión de tiempo el que se fusionen y constituyan un gran conglomerado.

Un destino similar les espera a muchas galaxias que viven en cúmulos. A lo largo de unos cuantos decenios cosmológicos, cuando el tiempo se cuente en billones de años, los cúmulos de galaxias colapsarán y darán lugar a grandes sistemas amorfos similares a galaxias. En algunos cúmulos ricos en galaxias, esta síntesis ya ha comenzado a producirse.



Conforme avanza la era de las estrellas, a las más humildes y numerosas, las enanas rojas, les tocará jugar un papel clave. Estas estrellas tienen menos de la mitad de la masa del Sol, pero son tantas que su masa conjunta supera la del resto. Además, las enanas rojas son verdaderamente avaras a la hora de convertir su hidrógeno en helio. Atesoran su combustible nuclear hasta el punto de que las más modestas aún seguirán brillando cuando hayan pasado varios billones de años. Mucho antes, todas las grandes estrellas se habrán apagado, convirtiéndose en las escorias frías que son las enanas blancas o explotando como supernovas.

La evolución a largo plazo de una enana roja es distinta de la de las estrellas de más masa, como el Sol. En lugar de inflarse y convertirse en gigantes rojas, tales estrellas se volverán gradualmente más calientes y brillantes, conforme funden sus provisiones de hidrógeno en helio (S&T, noviembre de 1997, página 22). Curiosamente, una estrella de 0,2 masas solares gozará de una etapa relativamente breve, próxima al final de su vida, durante la cual tendrá casi igual tamaño, temperatura y luminosidad que el Sol actual.

Las estrellas de masa ligeramente menor experimentarán largos periodos de calentamiento gradual en un futuro lejano. Llegarán a ser mucho más brillantes que las actuales de iguales caracteristicas durante una larga etapa de varios miles de millones de años. Por ejemplo, una enana roja de 0,16 masas solares posiblemente incrementará su brillo entre un 10 a un 25 por ciento de la luminosidad actual del Sol durante unos largos 5,5 miles de millones de años. Si tenemos en cuenta el caso de la Tierra, esta etapa es suficiente para que pueda evolucionar la vida en un planeta de tipo terrestre situado en una órbita adecuada. Previamente, estos hipotéticos planetas languidecerán en frios almacenes, mientras que las estrellas más pequeñas viven durante billones de años su evolución lenta y fria en la secuencia principal. Si nosotros fuéramos mágicamente transportados a uno de esos futuros planetas, encontraríamos un retrato aceptable de nuestra Tierra bajo un sol agradable, pero con un cielo nocturno vacío y virtualmente sin estrellas.

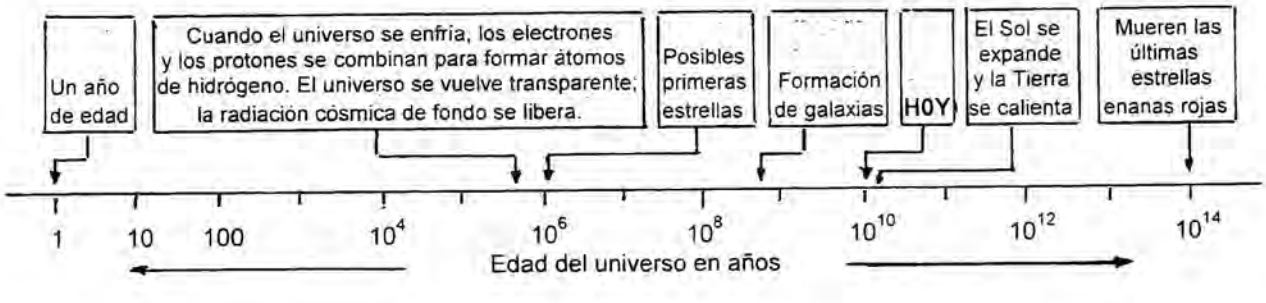
Con el tiempo, incluso las más pequeñas enanas rojas agotarán su hidrógeno y terminarán sus vidas como enanas blancas de helio de masa escasa. Las estrellas del fondo de la actual secuencia principal, que tienen aproximadamente 0,08 masas solares, durarán algo más de 10 billones de años. ¿Y luego, qué?

Una galaxia puede mantener el proceso de formación de estrellas en tanto en cuanto disponga del material bruto, el gas interestelar. Conforme transcurra la era de las estrellas, la velocidad de formación de estrellas disminuirá, aunque muy lentamente. Dentro de 10 a 100 billones de años, un tiempo comparable a las vidas de las estrellas de mayor longevidad, todas las reservas de hidrógeno gaseoso se habrán agotado. La formación normal de estrellas se habrá acabado para siempre.

Las últimas estrellas que nazcan incorporarán el gas que ha sido reciclado a través de muchas generaciones de estrellas. En consecuencia, estas estrellas postreras serán muy ricas en elementos más pesados que el hidrógeno y el helio. Cuando la cantidad de oxígeno en la masa estelar es suficientemente grande, los objetos con 0,04 masas solares (que por otra parte, se convertirán en enanas marrones) detendrán su contracción al tiempo que en sus atmósferas exteriores se forman gruesas nubes de hielo. Estas nubes retendrán el calor, de modo que la energía perdida a través de la superficie será escasa y la débil fusión nuclear podrá contrarrestarla. Por extraños que estos objetos parezcan, sin duda son auténticas estrellas frías con atmósferas heladas.

La era de las estrellas terminará cuando la última estrella roja se apague. Cuando ninguna estrella brille, el universo tendrá unos 100 billones de años (10^{14}).

(Continuará)



Crecer nos ha llevado muy lejos.
Y muy cerca.
Hoy, son pocos
los lugares
donde el cliente
está antes que el café.
Donde las palabras
"pero" y "problema"
no existen.
Son sitios que crecen
porque hacen
las cosas bien.
Como Caja España,
que ahora tiene
[illegible] oficinas más.
[illegible] por ahora,
[illegible] más cerca de todos.
[illegible] más cerca.
[illegible]
PRIMERA
ENTIDAD
FINANCIERA
EN CASTILLA
Y LEÓN,
Y AHORA
CRECIENDO
EN MADRID,
GALICIA,
ARAGÓN,
CASTILLA
LA MANCHA,
ASTURIAS,
CANTABRIA,
NAVARRA
Y LA RIOJA.
Caja España
TODO LO QUE NECESITAS.