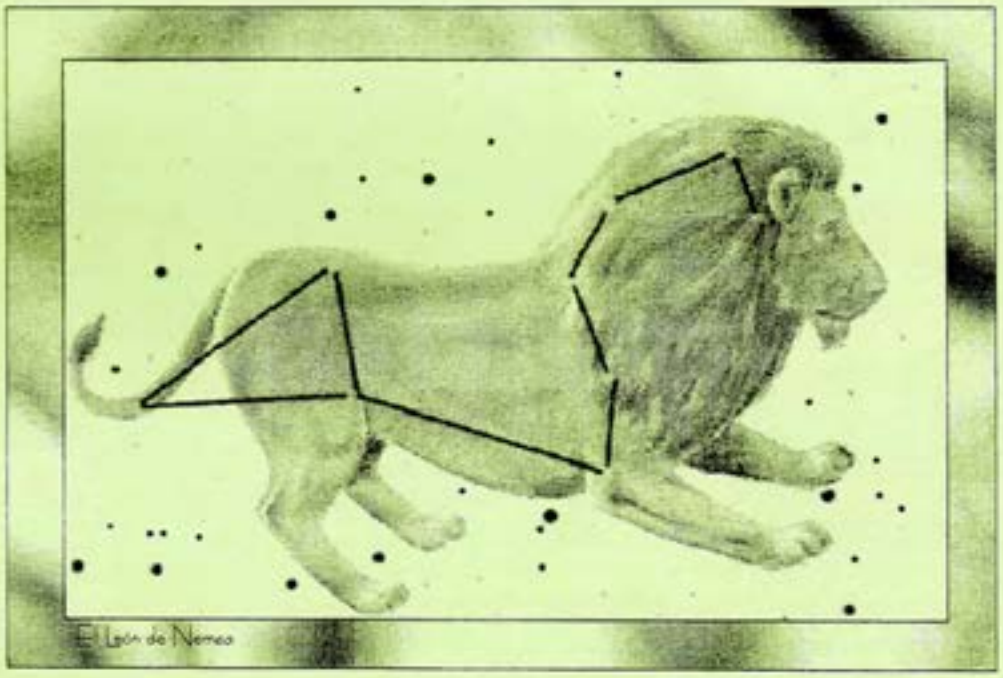
LEO

Asociación Leonesa de Astronomía

Noviembre-Diciembre 1998 nº 48



Asociación Leonesa de Astronomia
Apartado 1236
24080 León

Asociación Leonesa de Astronomía

Noviembre - Diciembre 1998

nº 48

Sumario

Editorial 2

Avisos y noticias 3

Efemérides 4

Mapas del Cielo 10

Fotos y dibujos 13

El futuro del universo 14

Vida en Marte 19

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

Imprime: Gráficas Celarayn

Deptº legal: LE 858-1990

EDITORIAL

Pasado el verano, ha vuelto la actividad al local del C.H.F. Durante los meses de setiembre y octubre, las reuniones de los martes han contado con la asistencia de los miembros más activos de la Asociación.

Una parte de nuestros esfuerzos se dirigen a poner en marcha la organización de las XIV Jornadas Estatales de Astronomía, para las que ya hemos concretado fechas: se celebrarán en la semana del 11 al 17 de setiembre del año 2000 en el edificio de la Delegación de la Junta de Castilla y León, situado en las Eras de Renueva.

Las conferencias científicas las patrocinará Caja España. Habrá, además, desarrollo de ponencias, que podrán presentar los asistentes que lo deseen, y mesas redondas para discutir en grupo sobre temas de interés. También habrá actividades lúdicas (visitas guiadas a la ciudad y sus monumentos, alguna excursión, etc.).

Se reservarán espacios para la exhibición de trabajos de las Asociaciones que deseen tener una representación comunitaria en las Jornadas, y también para que los fabricantes y vendedores de material relacionado con la Astronomía puedan presentar sus productos.

Todo este programa lo iremos concretando en los meses venideros. A partir de enero, queremos comenzar a relacionarnos con las demás Asociaciones de Astronomía y otras Entidades, para lo que hemos proyectado instalar en breve línea telefónica y correo electrónico en nuestro local social.

Pero, además, estamos empeñados en poner en funcionamiento la cámara fotográfica CCD, adquirida hace dos años, y que por causas ajenas a nuestra voluntad, dormía el sueño de los justos. Ahora, gracias al empeño de Iván Campo (el nuestro, no el del Real Madrid), hemos obtenido ya unas primeras imágenes prometedoras del planeta Júpiter. Os invitamos a todos los que queráis aprender el manejo de esta cámara y cooperar a la obtención de fotografías a que paséis por la Asociación cualquier martes de los próximos meses. Quienes tengáis habilidad en el uso del ordenador podéis prestar, además, una ayuda estimable.

Finalmente, nos parece indispensable disponer de un logotipo para encabezar cualquier impreso o escrito relacionado con las XIV Jornadas Estatales de Astronomía. Debería hacer referencia a León, a nuestra Asociación y al año 2000. A quienes tenéis talento artístico y recursos os solicitamos colaboración sobre este asunto. Gracias.

LA REDACCIÓN

AVISOS Y NOTICIAS

AVISOS

Durante los dos meses de noviembre y diciembre, continuarán las reuniones semanales de los martes en el local de la Asociación. En diciembre, sólo habrá reuniones los días 1 y 15.

A partir del martes 17 de noviembre, se podrán adquirir, en el local de la Asociación, participaciones para la lotería de Navidad, como en años anteriores.

NOTICIAS

Observatorio Astronómico.

Jesús San José, Francisco Martínez de la Torre y José Mª Pérez se entrevistaron con don Miguel Fernández Llamazares, concejal del Ayuntamiento de León, quien les aseguró que el proyecto de construcción del Observatorio Astronómico en terrenos del Coto Escolar sigue adelante y que está a la espera de un estudio general de ordenación del propio Coto, encargado a un Arquitecto Urbanista, para sacar a concurso la adjudicación de la obra.

En la misma entrevista, le indicamos al Concejal nuestro deseo de invitar a don Felipe de Borbón, príncipe de España, a la inauguración oficial del Observatorio y las XIV Jornadas Estatales de Astronomía del año 2000, y le solicitamos la ayuda del Ayuntamiento de León para hacer realidad nuestro deseo.

Visita al Delegado de Cultura en León de la Junta de Castilla y León.

Raquel Casado, Jesús San José y José Mª Pérez visitaron a don Enrique Hermida con el fin de concretar la colaboración de Delegación de la Junta de Castilla y León para la celebración de las XIV Jornadas Estatales de Astronomía. A raíz de esta entrevista, hemos presentado oficialmente y por escrito nuestra solicitud para la celebración de las Jornadas durante la semana del 11 al 17 de setiembre del año 2000 en el edificio de la Junta. Dispondremos de la sala de conferencias, los espacios anejos y las salas de exposiciones situadas en la planta baja del edificio. Así mismo, hemos solicitado una entrevista con el Delegado Territorial de la Junta en León, don Luis Aznar, con el fin de recabar ayudas de otros órdenes y lograr una mayor brillantez en el desarrollo de las Jornadas

Conexión a Internet

Estamos realizando gestiones para instalar una línea telefónica en el local social. Cuando dispongamos de ella, adquiriremos un módem y nos conectaremos a Internet a través de algún servidor. A partir de enero, queremos iniciar los primeros contactos con las Asociaciones con vistas a la organización de las Jornadas de Astronomía del año 2000. Os tendremos informados de cómo avanzan nuestras gestiones.

Fotos con la cámara CCD

Un pequeño grupo de miembros de la Asociación, con Iván Campo a la cabeza, y Víctor, Felipe y Héctor, como colaboradores destacados, ha sacado las primeras fotos con el telescopio Schmidt Cassegrain Meade y la cámara CCD Pictor Meade. Incluimos en este número de nuestra revista una de esas fotos, donde aparece Júpiter, y en donde se aprecian las posibilidades de la cámara.

Quien quiera participar en esta nueva aventura, no tiene más que pasarse por el local del C.H.F cualquier martes.

EFEMERIDES DE LOS ASTROS DEL SISTEMA SOLAR PARA LEON
NOVIEMBRE Y DICIEMBRE DE 1998
HORAS EN TIEMPO UNIVERSAL (T.U.)
PARA OBTENER LA HORA OFICIAL, SUMESE UNA HORA.

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 NOVIEMBRE					
Sol	14: 40	- 15: 33	7: 0	12: 5	17: 11
Mercurio	16: 7	- 23: 32	9: 4	13: 33	18: 3
Venus	14: 46	- 15: 18	7: 8	12: 12	17: 18
Marte	11: 15	+ 6: 30	2: 13	8: 40	15: 8
Júpiter	23: 20	- 5: 57	15: 1	20: 42	2: 23
Saturno	1: 52	+ 8: 34	16: 39	23: 14	5: 49
Urano	20: 46	- 18: 39	13: 18	18: 10	23: 1
Neptuno	20: 6	- 19: 56	12: 44	17: 30	22: 15
20 de NOVIEMBRE					
Sol	15: 41	- 19: 36	7: 19	12: 7	16: 57
Mercurio	17: 4	- 24: 56	9: 7	13: 30	17: 53
Venus	16: 3	- 20: 32	7: 47	12: 29	17: 13
Marte	11: 47	+ 3: 10	1: 58	8: 13	14: 28
Júpiter	23: 19	- 5: 55	14: 2	19: 43	1: 24
Saturno	1: 48	+ 8: 14	15: 38	22: 11	4: 45
Urano	20: 48	- 18: 33	12: 20	17: 12	22: 3
Neptuno	20: 8	- 19: 53	11: 46	16: 32	21: 18
5 de DICIEMBRE					
Sol	16: 45	- 22: 19	7: 36	12: 12	16: 50
Mercurio	16: 13	- 19: 4	6: 48	11: 38	16: 27
Venus	17: 23	- 23: 36	8: 22	12: 51	17: 21
Marte	12: 18	- 0: 5	1: 42	7: 45	13: 48
Júpiter	23: 22	- 5: 35	13: 4	18: 47	0: 29
Saturno	1: 45	+ 7: 59	14: 36	21: 9	3: 42
Urano	20: 50	- 18: 25	11: 23	16: 15	21: 7
Neptuno	20: 9	- 19: 49	10: 48	15: 34	20: 21
20 de DICIEMBRE					
Sol	17: 51	- 23: 25	7: 48	12: 19	16: 52
Mercurio	16: 20	- 19: 13	5: 59	10: 48	15: 37
Venus	18: 45	- 24: 0	8: 47	13: 14	17: 43
Marte	12: 48	- 3: 10	1: 24	7: 16	13: 8
Júpiter	23: 27	- 4: 58	12: 8	17: 53	23: 38
Saturno	1: 43	+ 7: 53	13: 36	20: 9	2: 41
Urano	20: 52	- 18: 15	10: 26	15: 18	20: 11
Neptuno	20: 11	- 19: 43	9: 51	14: 37	19: 24

José Mª Pérez

El Sol y los Planetas

OTROS DATOS DE INTERÉS SOBRE LOS ASTROS DEL SISTEMA SOLAR PARA LOS MESES DE NOVIEMBRE Y DICIEMBRE DE 1998

FENÓMENOS

NOVIEMBRE 6: Ocultación de Aldebarán por la Luna (01: 06: 16 horas T. U.).
NOVIEMBRE 11: Máxima elongación al Este de Mercurio (22,9°).
NOVIEMBRE 30: Plutón en conjunción con el Sol.
DICIEMBRE 1: Mercurio en conjunción inferior con el Sol.
DICIEMBRE 9: Día en que el Sol se pone más pronto (a las 16: 49 horas T. U.).
DICIEMBRE 20: Máxima elongación al Oeste de Mercurio (21,7°).
DICIEMBRE 22: Comienzo del invierno en el hemisferio boreal (a la 1; 57 horas T. U.).
DICIEMBRE 30: Ocultación de Aldebarán por la Luna (23: 13: 42 horas T. U.).

VISIBILIDAD DE LOS PLANETAS Y OTROS ASTROS

MERCURIO: Visible al atardecer en la primera quincena de Noviembre y visible al amanecer desde el 10 de Diciembre hasta final de mes. Se incluye mapa para su observación en Diciembre.

VENUS: Visible a final de Diciembre al atardecer.

MARTE: Visible en la segunda mitad de la noche.

JUPITER: Visible durante gran parte de la noche.

SATURNO: Visible durante casi toda la noche.

URANO Y NEPTUNO: Observables durante las primeras horas de la noche. Se encuentran en Capricornio.

LLUVIAS DE ESTRELLAS FUGACES

Durante los meses de noviembre y diciembre 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
Táuridas	4 de Noviembre	12	3h 30m	+14°
Leónidas	17 de Noviembre	15	10h 15m	+22°
Gemínidas	13 de Diciembre	50	7h 30m	+33°
Úrsidas	22 de Diciembre	15	14h 30m	+76°

Iván Campo

La Luna

FASES DE LA LUNA

DIA	FASE	HORA	COORDENADAS A.R.	COORDENADAS DEC	SALE	CULMINA	SE PONE
NOVIEMBRE							
		h m	h m	º '	h m	h m	h m
4	Luna llena	05: 18	02: 40	+ 10: 07	17: 54	-	06: 56
11	C. Menguante	00: 28	09: 25	+ 13: 58	-	06: 37	13: 38
19	Luna nueva	04: 27	15: 45	- 15: 04	07: 14	12: 27	17: 35
27	C. Creciente	00: 22	22: 24	- 11: 11	13: 25	19: 04	-
DICIEMBRE							
3	Luna llena	15: 19	04: 44	+ 16: 33	17: 13	-	06: 57
10	C. Menguante	17: 54	11: 21	+ 05: 45	-	06: 05	12: 43
18	Luna nueva	22: 42	17: 45	- 19: 32	07: 00	11: 58	16: 54
26	C. Creciente	10: 46	00: 24	- 01: 59	12: 33	18: 41	-

OCULTACIONES DE ESTRELLAS POR LA LUNA NOVIEMBRE Y DICIEMBRE DE 1998

Mes	Desaparición Día	h m s	Borde	Reaparición Día	h m s	Borde	Magnitud estrella
Noviembre	3	05: 11: 48	O				4,4
Noviembre	5	21: 24: 59	I	5	22: 18: 32	O	3,9
Noviembre	5	21: 33: 29	I	5	22: 08: 14	O	3,4
Noviembre	5	22: 19: 03	I	5	23: 24: 19	O	4,8
Noviembre	6	01: 06: 16	I	6	02: 18: 03	O	Aldebarán
Noviembre	24	19: 05: 45	O	24	20: 15: 34	I	4,8
Diciembre	27	23: 44: 27	O	28	00: 09: 00	I	4,4
Diciembre	28	17: 44: 37	O	28	18: 20: 36	I	4,3
Diciembre	29	02: 52: 51	O				4,3
Diciembre	30	19: 12: 25	O	30	19: 57: 21	I	3,9
Diciembre	30	20: 10: 06	O	30	21: 15: 17	I	4,8
Diciembre	30	23: 13: 42	O	31	00: 18: 48	I	Aldebarán
Diciembre	31	20: 30: 47	O	31	21: 02: 56	I	4,4

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.

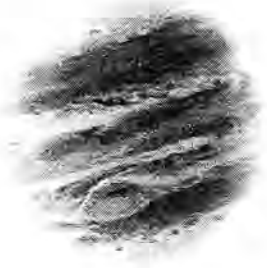
Iván Campo

Satélites de Júpiter. Noviembre 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	6	II	Tf	8	4	44	II	Sf	16	0	10	I	Tc	23	6	12	IV	Ec
	0	58	III	Ef		4	59	III	Ef		1	24	I	Sc		7	8	IV	Ef
	2	8	II	Sf		22	19	I	Tc		2	25	I	Tf		23	16	I	Oc
	2	33	I	Ef		23	28	I	Sc		3	38	I	Sf		23	21	II	Oc
	20	29	I	Tc							20	49	II	Oc					
	21	32	I	Sc	9	0	34	I	Tf		21	24	I	Oc	24	2	47	I	Ef
	22	44	I	Tf		1	42	I	Sf							4	43	II	Ef
	23	46	I	SF		18	19	II	Oc	17	0	52	I	Ef		20	31	I	Tc
						19	33	I	Oc		2	4	II	Ef		21	49	I	Sc
2	15	52	II	Oc		22	57	I	Ef		18	38	I	Tc		22	46	I	Tf
	17	44	I	Oc		23	25	II	Ef		19	53	I	Sc					
	20	46	II	Ef							20	53	I	Tf	25	0	3	I	Sf
	21	2	I	Ef	10	16	47	I	Tc		22	7	I	Sf		17	44	I	Oc
						17	57	I	Sc							18	1	II	Tc
3	14	57	I	Tc		19	1	I	Tf	18	14	55	III	Tc		18	46	III	Tc
	16	1	I	Sc		20	11	I	Sf		15	31	II	Tc		20	36	II	Sc
	17	11	I	Tf							15	52	I	Oc		20	41	II	Tf
	18	15	I	Sf	11	11	11	III	Tc		17	59	II	Sc		21	16	I	Ef
						13	4	II	Tc		18	9	III	Tf		22	0	III	Tf
4	7	31	III	Tc		14	1	I	Oc		18	11	II	Tf		23	13	II	Sf
	10	39	II	Tc		14	24	III	Tf		19	21	I	Ef					
	10	44	III	Tf		15	23	II	Sc		20	4	III	Sc	26	0	8	III	Sc
	11	58	III	Sc		15	43	II	Tf		20	37	II	Sf		3	12	III	Sf
	12	11	I	Oc		16	1	III	Sc		23	9	III	Sf		15	0	I	Tc
	12	47	II	Sc		17	26	I	Ef							16	18	I	Sc
	13	18	II	Tf		18	2	II	Sf	19	13	6	I	Tc		17	14	I	Tf
	15	6	III	Sf		19	8	III	Sf		14	22	I	Sc		18	32	I	Sf
	15	26	II	Sf							15	21	I	Tf					
	15	30	I	Ec	12	11	15	I	Tc		16	36	I	Sf	27	12	12	I	Oc
						12	26	I	Sc							12	38	II	Oc
5	9	24	I	Tc		13	29	I	Tf	20	10	5	II	Oc		15	45	I	Ef
	10	30	I	Sc		14	40	I	Sf		10	20	I	Oc		18	3	II	Ef
	11	38	I	Tf							13	50	I	Ef					
	12	44	I	Sf	13	7	34	II	Oc		15	24	II	Ef	28	9	28	I	Tc
						8	28	I	Oc							10	47	I	Sc
6	0	54	IV	Oc		11	54	I	Ef	21	7	35	I	Tc		11	43	I	Tf
	3	8	IV	Of		12	45	II	Ef		8	51	I	Sc		13	1	I	Sf
	5	6	II	Oc							9	49	I	Tf					
	6	38	I	Oc	14	5	42	I	Tc		11	5	I	Sf	29	6	41	I	Oc
	9	59	I	Ef		6	55	I	Sc							7	17	II	Tc
	10	6	II	Ef		7	57	I	Tf	22	4	38	III	Oc		8	30	III	Oc
	11	41	IV	Ec		8	57	IV	Tc		4	46	II	Tc		9	54	II	Sc
	13	9	IV	Ef		9	9	I	Sf		4	48	I	Oc		9	57	II	Tf
						11	11	IV	Tf		7	17	II	Sc		10	14	I	Ef
7	3	52	I	Tc		21	21	IV	Sc		7	26	II	Tf		11	47	III	Of
	4	59	I	Sc		22	9	IV	Sf		7	55	III	Of		12	31	II	Sc
	6	6	I	Tf							8	19	I	Ef		13	57	III	Ec
	7	13	I	Sf	15	0	52	III	Oc		9	55	III	Ec		17	3	III	Ef
	21	11	III	Oc		2	17	II	Tc		9	55	II	Sf					
	23	51	II	Tc		2	56	I	Oc		13	2	III	Ef	30	3	57	I	Tc
						4	8	III	Of		17	24	IV	Oc		5	16	I	Sc
8	0	26	III	Of		4	41	II	Sc		19	55	IV	Of		6	11	I	Tf
	1	6	I	Oc		4	57	II	Tf							7	30	I	Sf
	1	50	III	Ec		5	53	III	Ec	23	2	3	I	Tc					
	2	5	II	Sc		6	23	I	Ef		3	20	I	Sc					
	2	30	II	Tf		7	19	II	Sf		4	17	I	Tf					
	4	28	I	Ef		9	1	III	Ef		5	34	I	Sf					

Satélites de Júpiter. Diciembre 1998

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

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

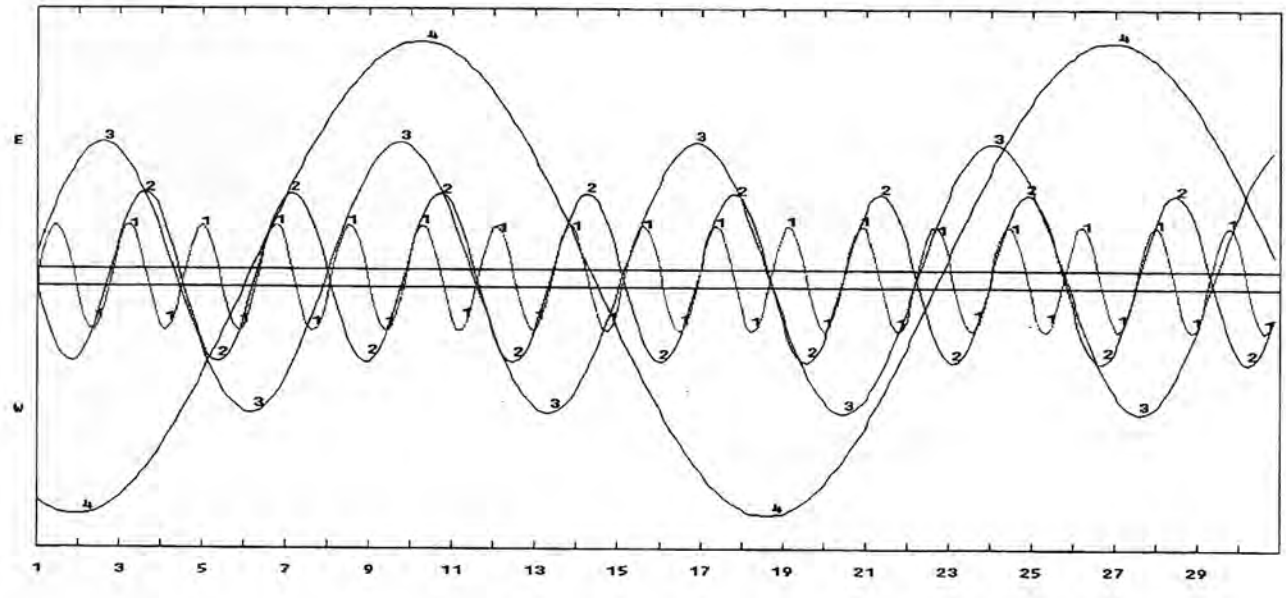
E - Eclipse.
O -Ocultación.
T- Tránsito del satélite por delante del disco del planeta.
S - Proyección de la sombra del satélite sobre el disco del planeta.
c - comienzo del fenómeno.
f - final del fenómeno.

d	h	m			d	h	m			d	h	m			d	h	m		
1	1	9	I	Oc	9	0	21	I	Tc	17	1	44	II	Tc	24	14	6	III	Tf
	1	55	II	Oc		1	42	I	Sc		3	2	I	Ef		16	19	III	Sc
	2	1	IV	Tc		2	35	I	Tf		4	24	II	Sc		19	18	III	Sf
	4	28	IV	Tf		3	55	I	Sf		4	25	II	Tf		22	43	I	Tc
	4	40	II	Of		11	0	IV	Oc		6	43	III	Tc					
	4	40	II	Ec		13	38	IV	Of		7	1	II	Sf	25	0	3	I	Sc
	4	43	I	Ef		21	32	I	Oc		9	58	III	Tf		0	58	I	Tf
	7	22	II	Ef		23	8	II	Tc		12	16	III	Sc		2	16	I	Sf
	22	25	I	Tc							15	17	III	Sf		19	54	I	Oc
	23	45	I	Sc	10	1	7	I	Ef		20	10	IV	Tc		23	14	II	Oc
						1	48	II	Sc		20	46	I	Tc		23	27	I	Ef
2	0	40	I	Tf		1	48	II	Tf		22	7	I	Sc					
	1	59	I	Sf		2	39	III	Tc		22	42	IV	Tf	26	4	38	II	Ef
	19	38	I	Oc		4	25	II	Sf		23	0	I	Tf		5	35	IV	Oc
	20	33	II	Tc		5	55	III	Tf							8	14	IV	Of
	22	40	III	Tc		8	13	III	Sc	18	0	20	I	Sf		17	13	I	Tc
	23	12	I	Ef		11	15	III	Sf		17	57	I	Oc		18	32	I	Sc
	23	12	II	Sc		18	49	I	Tc		20	32	II	Oc		19	27	I	Tf
	23	13	II	Tf		20	11	I	Sc		21	31	I	Ef		20	45	I	Sf
						21	4	I	Tf		23	17	II	Of					
3	1	49	II	Sf		22	24	I	Sf		23	18	II	Ec	27	14	23	I	Oc
	1	55	III	Tf												17	43	II	Tc
	4	11	III	Sc	11	16	1	I	Oc	19	1	59	II	Ef		17	55	I	Ef
	7	14	III	Sf		17	52	II	Oc		15	15	I	Tc		20	19	II	Sf
	16	54	I	Tc		19	36	I	Ef		16	36	I	Sc		20	24	II	Tf
	18	14	I	Sc		20	36	II	Of		17	30	I	Tf		22	55	II	Sf
	19	8	I	Tf		20	39	II	Ec		18	49	I	Sf					
	20	28	I	Sf		23	20	II	Ef						28	0	44	III	Oc
										20	12	26	I	Oc		4	1	III	Of
4	14	6	I	Oc	12	13	19	I	Tc		15	3	II	Tc		6	8	III	Ec
	15	14	II	Oc		14	40	I	Sc		16	0	I	Ef		9	10	III	Ef
	17	40	I	Ef		15	33	I	Tf		17	42	II	Sc		11	42	I	Tc
	17	58	II	Of		16	53	I	Sf		17	44	II	Tf		13	1	I	Sc
	18	0	II	Ec							20	19	II	Sf		13	57	I	Tf
	20	41	II	Ef	13	10	30	I	Oc		20	34	III	Oc		15	14	I	Sf
						12	26	II	Tc		23	52	III	Of					
5	11	23	I	Tc		14	5	I	Ef						29	8	53	I	Oc
	12	43	I	Sc		15	6	II	Sc	21	2	6	III	Ec		12	24	I	Ef
	13	37	I	Tf		15	6	II	Tf		5	9	III	Ef		12	35	II	Oc
	14	57	I	Sf		16	28	III	Oc		9	45	I	Tc		17	56	II	Ef
						17	43	II	Sf		11	5	I	Sc					
6	8	35	I	Oc		19	46	III	Of		11	59	I	Tf	30	6	12	I	Tc
	9	50	II	Tc		22	3	III	Ec		13	18	I	Sf		7	30	I	Sc
	12	9	I	Ef												8	27	I	Tf
	12	26	III	Oc	14	1	6	III	Ef	22	6	55	I	Oc		9	43	I	Sf
	12	30	II	Sc		7	48	I	Tc		9	52	II	Oc					
	12	30	II	Tf		9	9	I	Sc		10	29	I	Ef	31	3	22	I	Oc
	15	7	II	Sf		10	2	I	Tf		12	37	II	Of		6	53	I	Ef
	15	44	III	Of		11	22	I	Sf		12	37	II	Ec		7	3	II	Tc
	18	0	III	Ec							15	18	II	Ef		9	37	II	Sc
	21	5	III	Ef	15	4	59	I	Oc							9	44	II	Tf
						7	11	II	Oc	23	4	14	I	Tc		12	14	II	Sf
7	5	52	I	Tc		8	33	I	Ef		5	34	I	Sc		15	3	III	Tc
	7	12	I	Sc		9	56	II	Ef		6	28	I	Tf		18	18	III	Tf
	8	6	I	Tf		9	58	II	Ec		7	47	I	Sf		20	22	III	Sc
	9	26	I	Sf		12	39	II	Ef							23	21	III	Sf
										24	1	25	I	Oc					
8	3	3	I	Oc	16	2	17	I	Tc		4	23	II	Tc	32	0	42	I	Tc
	4	32	II	Oc		3	38	I	Sc		4	55	I	Ef		1	59	I	Sc
	6	38	I	Ef		4	31	I	Tf		7	0	II	Sc		2	56	I	Tf
	7	17	II	Of		5	51	I	Sf		7	4	II	Tf		4	12	I	Sf
	7	19	II	Ec		23	28	I	Oc		9	37	II	Sf		21	52	I	Oc
	10	0	II	Ef							10	51	III	Tc					

Gráficos de situación de los satélites de Júpiter

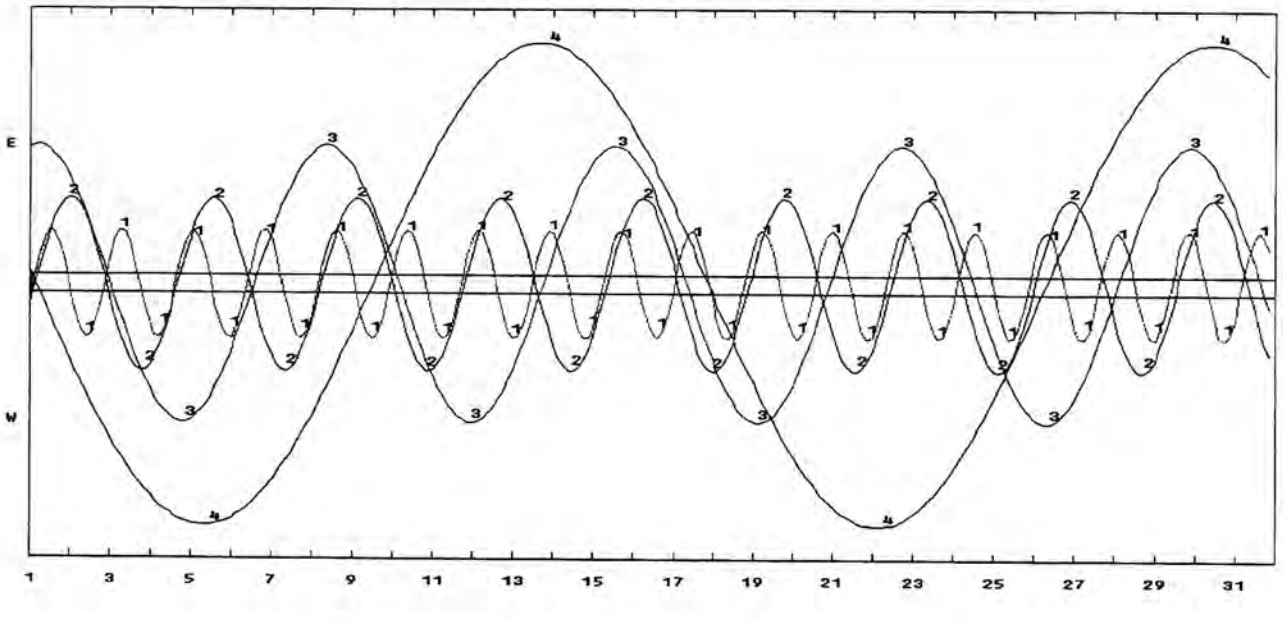
1-Io. 2-Europa. 3-Ganimedes. 4- Calisto

Noviembre 1998



Dias del mes (cada marca corresponde a la medianoche)

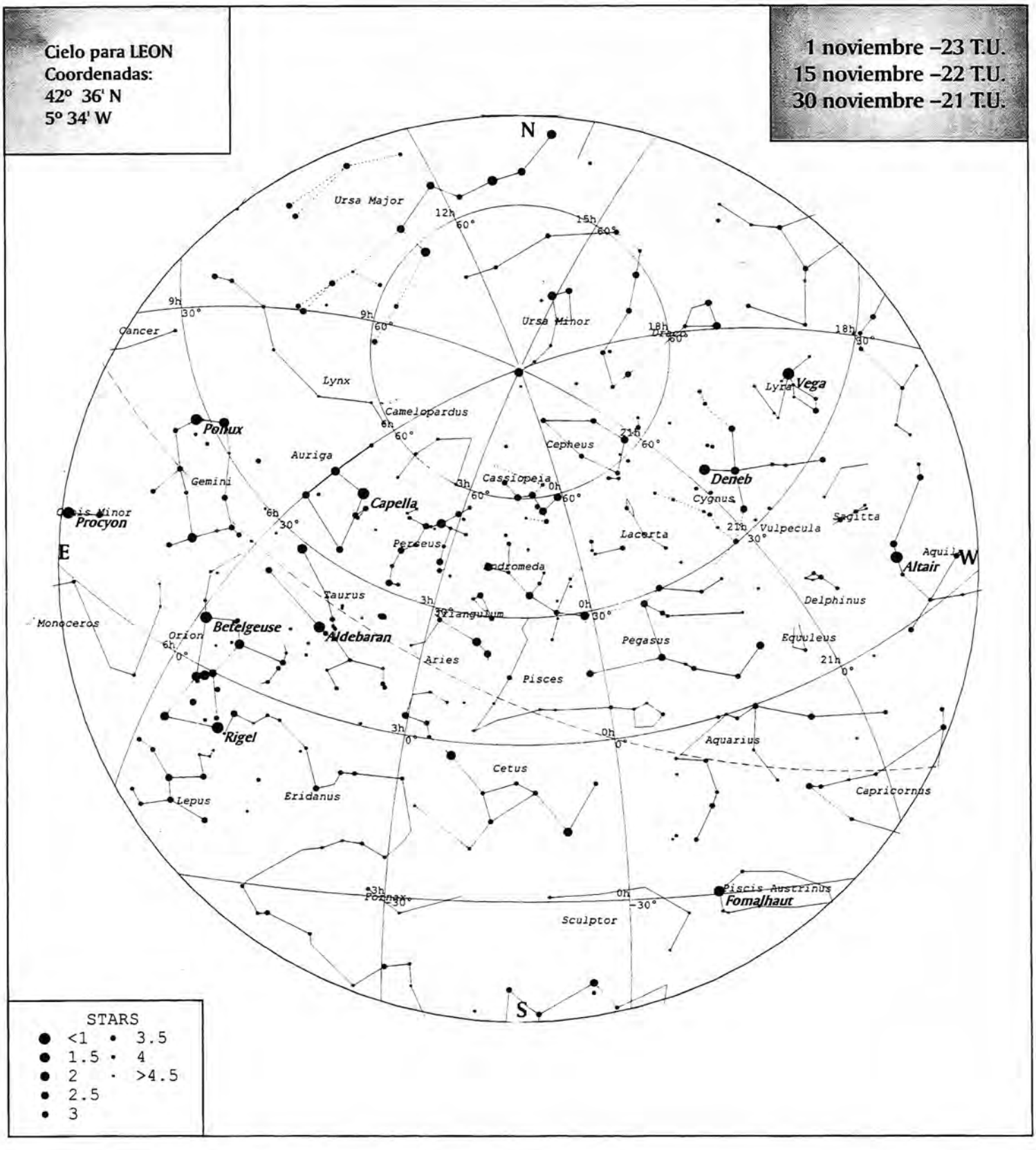
Diciembre 1998



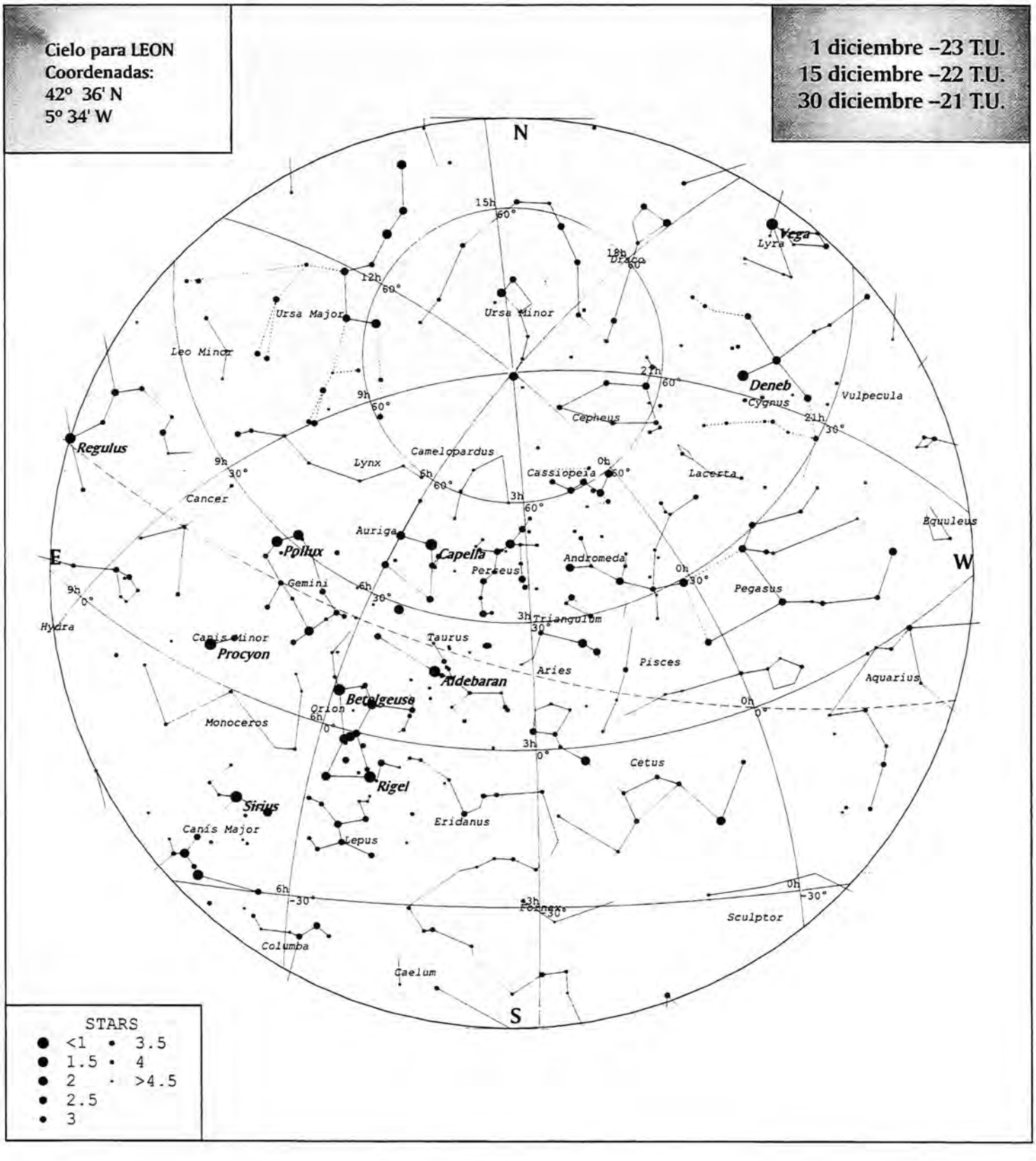
Dias del mes (cada marca corresponde a la medianoche)

Iván Campo

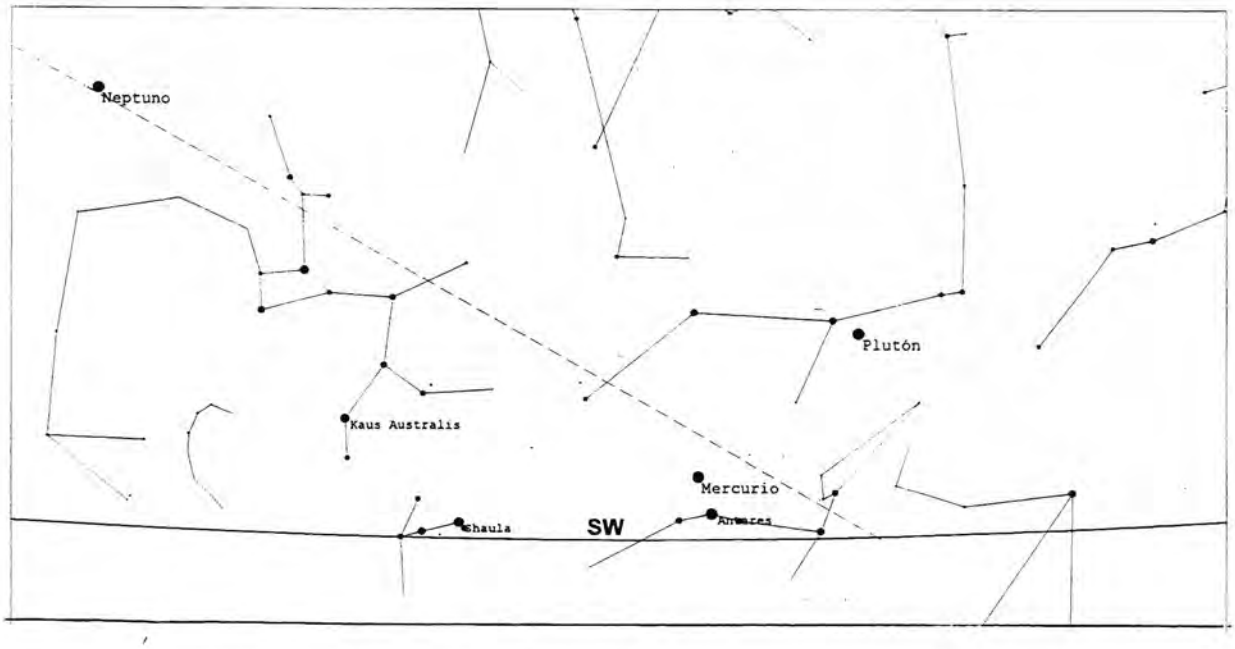
EL CIELO EN NOVIEMBRE



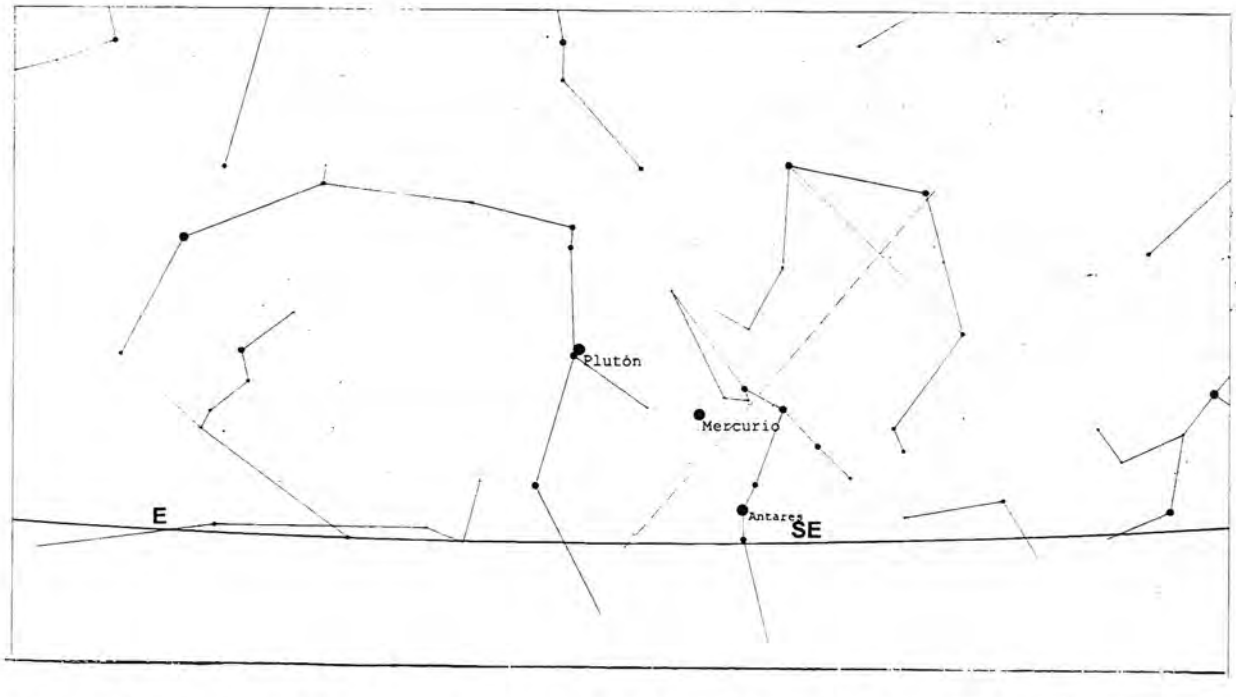
EL CIELO EN DICIEMBRE



Mapas para la observación de Mercurio.



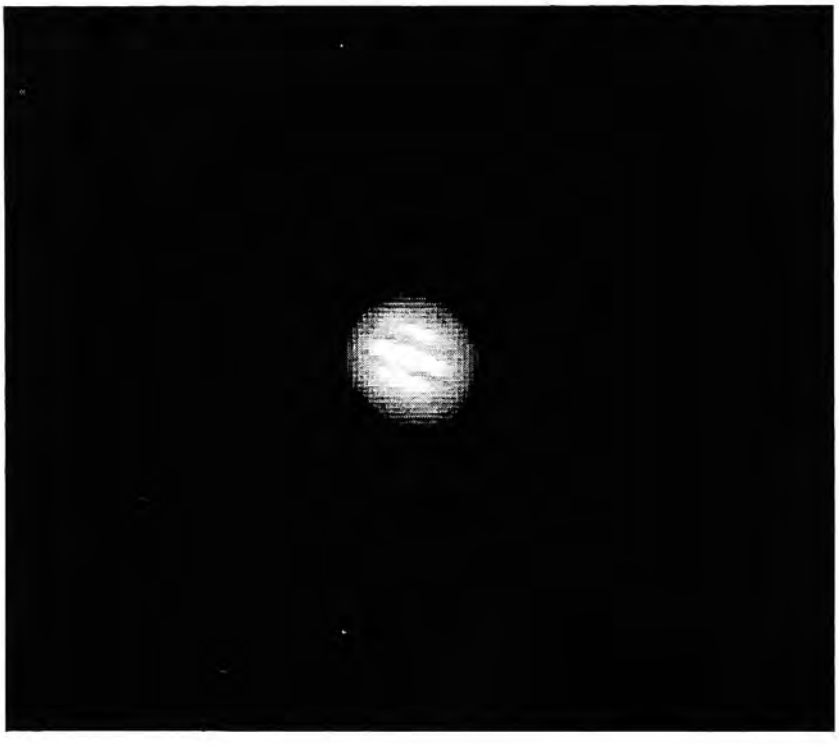
Dia 11 de Noviembre a las 18: 30 T.U. En los días inmediatos, la situación cambia poco.



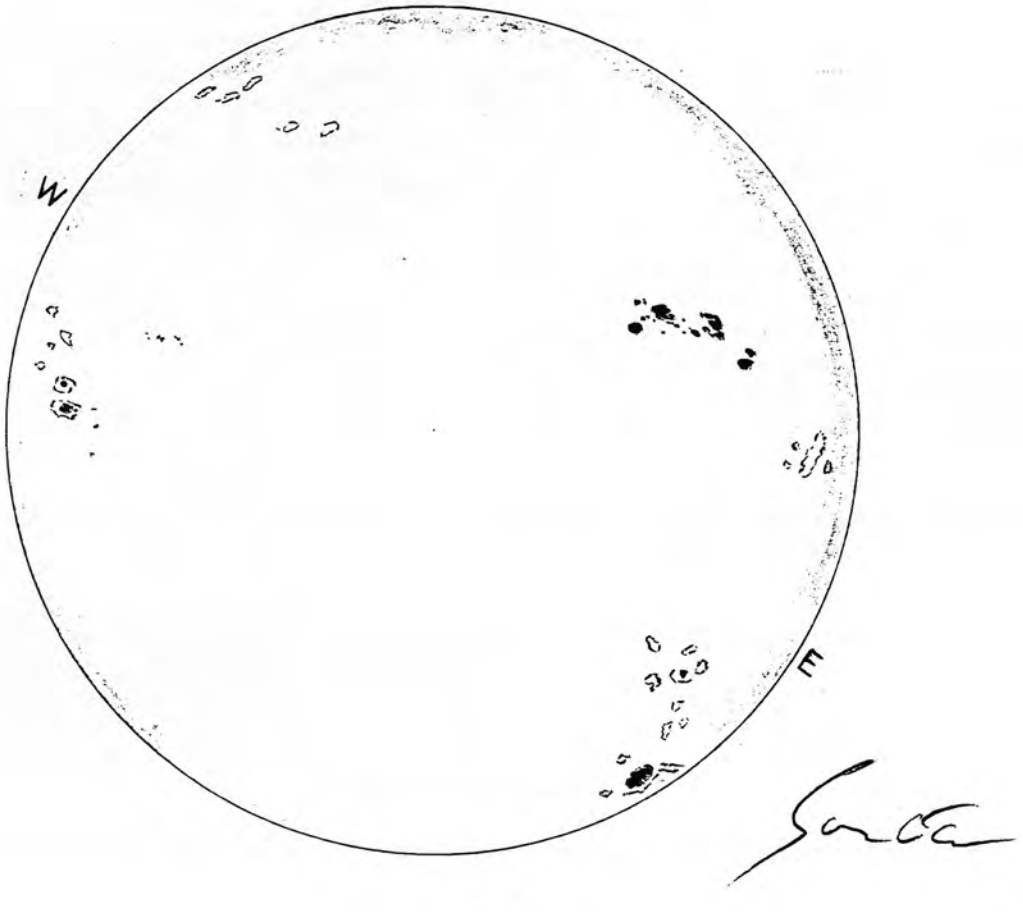
Dia 20 de Diciembre a las 8: 00 T.U. En los días inmediatos, la situación cambia poco.

Iván Campo

Fotografía de Júpiter obtenida por Iván Campo desde el local de la Asociación con la Cámara CCD y procesada con el ordenador por Victor, Felipe y Hector.



Dibujo del Sol realizado por Oscar Luis García.



El futuro del Universo / 2

Fred D. Adams y Gregory Laughlin

Sky and Telescope, agosto 1998, página 32

Traducción: José Mª Pérez

Resumen de la primera parte

Los datos más recientes parecen confirmar que el universo nacido del Big Bang se expandirá sin fin. Inmediatamente después del Big Bang ocurrió el proceso llamado inflación, pasado el cual el universo se volvió transparente para su propia radiación. Este acontecimiento hizo posible la formación de estrellas y galaxias y el advenimiento de la llamada Era de las Estrellas, que es en la que nos encontramos hoy.

La Era de las estrellas terminará cuando las últimas enanas rojas se apaguen. El universo tendrá entonces unos 100 billones (10^{14}) de años de edad. Comenzará entonces la Era de la Degeneración.

La Era de la Degeneración

Al llegar a este punto, la mayor parte de la masa ordinaria del universo estará contenida en los objetos estelares degenerados que pervivan después de que la evolución estelar concluya su recorrido. En este contexto, el término "degeneración" se refiere a un estado mecánico cuántico de la materia y no a una decadencia moral. El inventario de residuos degenerados incluye las frías enanas marrones, las enanas blancas y las estrellas de neutrones. Los agujeros negros también contienen restos de la primitiva materia estelar.

Las enanas marrones son estrellas fallidas, objetos con masa insuficiente para iniciar o mantener la fusión del hidrógeno. Tales objetos tienen núcleos degenerados casi desde el comienzo e irrumpen en la Era de la Degeneración en las mismas condiciones, algo más frios. Las enanas blancas son las cenizas de las estrellas de la clase más común, que comenzaron sus vidas con masas entre 0,08 y 8 masas solares. Tanto las enanas marrones como las enanas blancas (que tiempo atrás se enfriaron y oscurecieron) persistirán en número comparable al de las estrellas que pueblan actualmente las galaxias. Como las enanas blancas son más masivas, contendrán la mayor parte de la masa ordinaria (o masa bariónica) del universo.

Una estrella con una masa inicial mayor que 8 veces la del Sol muere en una explosión supernova, que frecuentemente deja tras de sí una diminuta y densa estrella de neutrones o, quizá, un agujero negro de masa estelar. Además de estos agujeros negros, otros agujeros negros supermasivos continuarán residiendo en los centros de muchas galaxias. Estos objetos contienen de un millón a varios miles de millones de masas solares.

Durante la Era de la Degeneración, el universo se enfriará y oscurecerá. Prácticamente, no habrá radiación de fuente alguna que ilumine la noche eterna, ni que caliente los superhelados planetas o aporte a las galaxias el resplandor que tienen ahora. La temperatura cósmica será una pequeña fracción de grado por encima del cero absoluto.

No obstante, en medio de tal profunda oscuridad aún tendrán lugar acontecimientos interesantes. Encuentros casuales dispersarán las órbitas galácticas de los cadáveres estelares. Debido al lento aumento de la dispersión estelar, las galaxias o supergalaxias reajustarán gradualmente su estructura. Algunas estrellas ganarán energía orbital y se moverán hacia afuera, mientras otras la perderán y se desplazarán hacia las regiones interiores. Los cruces a escasa distancia también desproveerán a las estrellas de sus planetas, y subsiguientemente, éstos deambularán en libertad. Durante el decenio cosmológico comprendido entre los 10^{19} y los 10^{20} años, la mayor parte de los oscuros remanentes estelares serán expulsados de las galaxias y supergalaxias y vagarán por el espacio intergaláctico, que será entonces un lugar increíblemente grande. Lo mismo ocurrirá con los planetas y otros objetos más pequeños, como los meteoritos. Una pequeña minoría desafortunada formada por los cadáveres de las estrellas más masivas, será atraída por los agujeros negros de los centros galácticos. Agujeros negros de todos los tamaños continuarán creciendo durante la Era de la Degeneración, al acumular la masa extraviada.

Un insólito haz de luz emergerá cuando dos enanas marrones choquen, creando una estrella de masa pequeña y, eventualmente, un sistema acompañante de nuevos planetas. Esta enana roja recién nacida vivirá durante billones de años, apenas un instante en el decenio cosmológico que estamos ahora considerando. En promedio, en un momento dado, en una galaxia del tamaño actual de la Vía Láctea, brillarán débilmente entre 10 y 100 estrellas de esa clase. Ellas proporcionarán a la galaxia una luminosidad total ligeramente inferior a de del Sol actual.

Por otra parte, cada billón de años por término medio, cada galaxia experimentará la gran fulguración de fin de fiesta de una explosión supernova, cuando dos estrellas enanas blancas relativamente masivas colisionen y se fundan en una. Las supernovas son impresionantes hoy. Pero en el futuro, destacarán espectacularmente contra el fondo de una mortecina y empobrecida galaxia.

El resultado más común de las colisiones de enanas blancas no será, sin embargo, una supernova, sino una clase de estrella muy rara. Si el producto de la colisión tiene un mínimo de 0,3 masas solares, y si la colisión proporciona calor suficiente al objeto, entonces podrá iniciarse la combustión del helio en el núcleo de la estrella. Los productos de colisiones entre 0,9 y 1,4 masas solares pueden quemar también el carbono en sus interiores. Los procesos de colisiones estelares pueden continuar hasta que la galaxia haya expulsado todas sus estrellas, lo que sucederá en el año 10^{20} de la escala del tiempo.

En lapsos de tiempo suficientemente grandes, los efectos de la radiación gravitatoria resultan significativos. Este proceso de disipación origina que cualquier órbita pierda energía y se desestabilice. Cualquier sistema binario de estrellas con una separación inicial de una unidad astronómica se desintegrará y se fundirá en un único cuerpo dentro de 10^{30} años. Lo mismo le sucederá a un planeta situado en una órbita similar. Las órbitas de estrellas (y planetas libres y rocas) en torno al centro galáctico tardarán más tiempo en deteriorarse. En ausencia de otros efectos desestabilizadores, podrán durar hasta 10^{25} años o incluso más, dependiendo de la masa remanente de la galaxia en ese momento.

Otro efecto puede resultar importante en la Era de la Degeneración. Materia oscura de alguna clase desconocida rodea las galaxias en un halo difuso. Buenos candidatos para constituir esta materia oscura son las "particulas masivas que se atraen débilmente" (PMAD), cuya existencia ha

sido postulada por los físicos. Estas partículas serán definitivamente barridas por las enanas blancas apagadas. Una vez atrapadas en el interior de una enana blanca, las PMAD deberían subsiguientemente aniquilarse y constituir una fuente de energía. Así pues, la aniquilación de la materia oscura podrá reemplazar a la combustión nuclear convencional en las estrellas, siendo el mecanismo energético residual dominante en el universo. Una típica enana blanca que funcione mediante la aniquilación de PMAD tendrá una temperatura superficial de 64° Kelvin, ligeramente más baja que la del nitrógeno líquido.

Hacia los 10^{30} años o antes, la provisión de PMAD se agotará y esta fuente de energía llegará a su fin. El inventario del universo se limitará a las enanas blancas y marrones, estrellas de neutrones y planetas muertos y rocas, ampliamente dispersos y todos ahora absolutamente fríos y oscuros.

¿Qué viene a continuación? Como en el comienzo, las cosas ahora resultan más especulativas.

Se creyó en tiempos que los protones eran eternos, como los electrones, pero ya no se piensa así. Muchas "teorías de la gran unificación" predicen para los protones un tiempo de vida finito, entre 10^{30} y 10^{40} años. Procesos adicionales (como los mecanismos de los agujeros negros virtuales en la gravedad cuántica y el efecto túnel entre diferentes estados de vacío en la teoría electrodébil) pueden demorar la desintegración de los protones hasta márgenes de tiempo tremendamente grandes, desde 10^{46} a 10^{200} años, aproximadamente. Los protones son bariones, así que se precisa alguna violación del principio del número bariónico para que se desintegren. Ahora bien, nuestro universo parece que contiene más materia que antimateria, luego ya hubo una violación de la conservación del número bariónico en el Big Bang inicial, la que nos ha llevado a donde estamos hoy. Dada la posibilidad de la violación del número bariónico, los protones (y por consiguiente, los neutrones) están condenados. Por tanto, nada que esté hecho de materia ordinaria, incluidos los átomos, durará eternamente. A falta de datos, aquí adoptaremos un tiempo de vida del protón de 10^{37} años. Sin embargo, el lector deberá tener presente que el tiempo de vida del protón todavía no ha sido determinado experimentalmente.

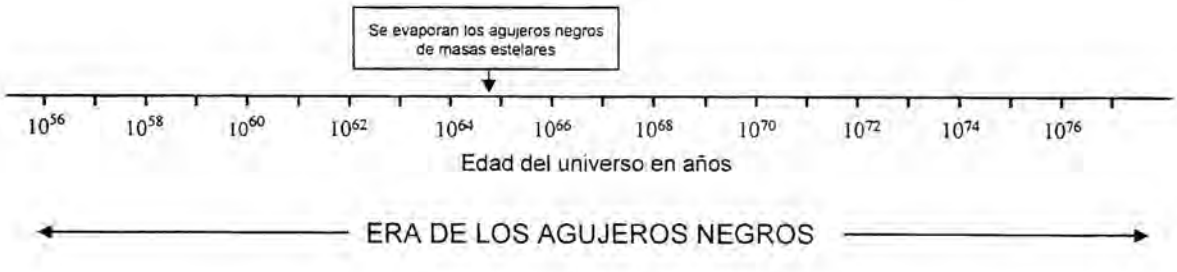
La desintegración del protón señala el fin de la Era de la Degeneración. La energía inerte almacenada dentro de las enanas blancas, estrellas de neutrones y otros objetos se disipará cuando sus protones constituyentes se desintegren en positrones, neutrinos, piones y fotones de rayos gamma. Una enana blanca alimentada por la desintegración protónica genera aproximadamente 400 watios, potencia suficiente para hacer que luzcan unas cuantas lámparas. Pero esta energía es emitida por un área tan grande, que la temperatura superficial de la estrella es sólo una insignificante fracción de grado por encima del cero absoluto.

Cuando la desintegración protónica haga desaparecer toda la materia, la Era de la Degeneración toca a su fin. El universo, todavía más oscuro y vacío, cambia de aspecto una vez más.

La Era de los Agujeros Negros

Los únicos objetos de masa estelar que subsisten ahora son los agujeros negros, que no resultan afectados por la desintegración de los protones y sobreviven inalterados después del fin de la Era de la Degeneración.

Cuando las enanas blancas se evaporan y desaparecen, los agujeros negros lentamente atraen materia y se hacen un poco más grandes. Pero tampoco los



agujeros negros son eternos, sino que con el tiempo deben desaparecer a través de un proceso muy lento de mecánica cuántica conocido como radiación de Hawking. A pesar de su nombre, los agujeros negros no son del todo negros. Sus superficies resplandecen muy débilmente al emitir un espectro térmico de fotones y otras partículas elementales. La velocidad de emisión depende de la curvatura de la superficie del agujero negro, y por consiguiente, de su tamaño y masa. La emisión es extremadamente débil en el caso de un agujero negro de masa estelar. Cuando el agujero negro se evapora y contrae, el proceso se acelera, terminando finalmente con un relámpago de rayos gamma.

Un agujero negro con la masa del Sol tiene una temperatura superficial de solo 10^{-7} grados K y tardará 10^{65} años en evaporarse. Hacia el fin de su vida, un agujero negro disminuido, microscópico, origina un diminuto refugio de calor en torno a él. Tal agujero negro proporcionará un ambiente con temperatura "hogareña" de menos de un milímetro de espesor durante 10^{35} años. La Era de los Agujeros Negros se acabará cuando incluso los agujeros negros más grandes hayan desaparecido.

La Era de la Oscuridad

Nada que pueda aglomerarse queda ya. El universo está ahora vacío de cualquier cosa, desde protones a agujeros negros. Sólo quedan los dispersos y efímeros productos sobrantes de las eras previas: fotones enrojecidos hasta longitudes de onda colosales y unos pocos neutrinos, electrones y positrones, inconcebiblemente lejanos entre sí. La actividad ha disminuido hasta la nada prácticamente. Las distancias entre partículas sobrepasan todo lo que la mente humana pueda imaginar.

Los electrones y los positrones, vagando por el espacio, pueden, no obstante, atraerse mutuamente y formar un átomo positrónico (un electrón y un positrón girando cada uno alrededor del otro), con un tamaño mayor al de todo el universo actualmente observable. Estos enormes y tenues átomos son inestables. Los electrones y positrones describirán espirales y finalmente se aniquilarán en escalas de tiempo enormes. Otros fenómenos de aniquilación a bajo nivel pueden también tener lugar, si bien muy lentamente. Estos fenómenos producen ocasionalmente un nuevo fotón de baja energía, que entonces comienza su propio enrojecimiento a energías todavía más bajas conforme el universo se expande inexorablemente.

En comparación con su pasado despilfarrador, el universo vive ahora una existencia muy conservadora y falta de interés. ¿Lo es realmente? ¿Es la aparente pobreza de esta época extremadamente lejana sólo el resultado de nuestro distante e incompleto punto de vista?

Un Principio Copernicano del Tiempo

El universo en el que vivimos es familiar con la temporalidad. Por ser un lugar amigable para la vida (con estrellas que derraman energía sin cesar y planetas que ofrecen superficies para hacer posible la vida), tenemos una tendencia natural a pensar que la época presente es de alguna forma privilegiada. Se puede argumentar que nuestra época es realmente el único tiempo interesante y rico; que necesariamente nos encontramos en esta era especial porque es la única en que los seres vivientes pueden surgir para contemplar su entorno. Los autores se resisten a esta forma de pensar. Por el contrario, adoptamos la idea de un Principio Copernicano del Tiempo, que establece que la presente era cosmológica no ocupa un lugar especial en el tiempo. En otras palabras, que continuarán ocurriendo cosas interesantes conforme el universo evolucione y cambie.

Estamos de acuerdo con que el universo se encamina hacia niveles cada vez más bajos de producción de energía y entropía (esta última permite a los sistemas completos tales como la vida surgir y autoorganizarse). Pero este lento declinar del universo es compensado por las escalas de tiempo cada vez más largas correspondientes a cada decenio cosmológico.

Dicho de otro modo, nosotros pensamos que las leyes de la física no predicen que el universo alcance algún día un estado final completamente inactivo. Más bien sospechamos que en un futuro tan lejano como seamos capaces de imaginar seguirá habiendo procesos físicos interesantes.

La idea del Principio Copernicano del Tiempo es una ampliación natural de nuestra siempre cambiante perspectiva del universo. Una gran revolución de esta perspectiva tuvo lugar en el siglo XVI, cuando Nicolás Copérnico afirmó que la Tierra no es el centro de la creación, como se suponía anteriormente. Copérnico reconoció correctamente que la Tierra es uno más entre todos los planetas que circundan el Sol. Posteriormente resultó que el propio Sol es simplemente una de los cientos de miles de millones de estrellas de la galaxia de la Vía Láctea. Sabemos ahora que una importante fracción de estas estrellas tienen planetas propios y que la misma Vía Láctea ocupa un lugar aleatorio en un universo que contiene otras innumerables galaxias.

Estas sucesivas degradaciones del estatus central de la Tierra condujeron a la irrevocable conclusión de que nuestro planeta no ocupa una posición especial en el universo. El Principio Copernicano del Tiempo aplica esta idea del espacio al tiempo. Del mismo modo que nuestro planeta, y por consiguiente la humanidad, no están especialmente situados, también pensamos que nuestra presente era cosmológica no ocupa un lugar especial en la gran escala del tiempo cósmico. Este principio conjura, por tanto, los últimos vestigios del pensamiento antropocéntrico.

La supervivencia de la vida

La sociedad actual está impregnada por la incómoda conciencia de que la extinción humana es posible. El Armageddon nuclear, las catástrofes ecológicas y los virus mutantes se encuentran entre las perspectivas a corto plazo del día del juicio final adelantadas por los prudentes, los paranoicos y los aprovechados. A más largo plazo, podemos sentir miedo de fenómenos astronómicos tales como impactos de asteroides o cometas y estallidos galácticos de rayos gamma. También es posible adoptar el punto de vista decididamente más romántico de las naves y las colonias espaciales, y el posible dominio galáctico, por medio del cual nuestros descendientes (o las especies que nos sucedan evolutivamente) puedan sobrevivir o desbaratar cualquier desastre natural.

¿Pero puede la vida durar más que las estrellas? ¿Podrán las criaturas inteligentes esquivar de algún modo la desintegración del protón? ¿Puede alguna manifestación de la vida sobrevivir en la desolación final, envolvente y absolutamente vacía de la Era de la Oscuridad?

El que la vida pueda existir indefinidamente o que el universo esté estructurado para garantizar la aniquilación final de cualquier conciencia, objetivo y significado (incluyendo cualquier vestigio de que tales cosas existieron) supone una fascinación extraordinaria. En este artículo, hemos hablado sólo del futuro del universo físico. El resto de la historia, el futuro de la vida, lo dejamos para otra ocasión.

FIN

VIDA EN MARTE: UNA APROXIMACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Adaptación de Saúl Blanco, a partir de varios autores (*)

I. Precedentes históricos

1. Características cosmográficas y físicas de Marte:

Marte es el cuarto planeta del Sistema Solar, está a una media de 228.000.000 km. del Sol, y su volumen es aproximadamente el 15% del terrestre. Su masa representa la décima parte de La Tierra. Las características de la órbita y el origen geológico hacen de Marte un planeta relativamente similar a La Tierra: la duración del día es aproximadamente la misma, y también presenta estaciones, aunque el año dura casi el doble que el nuestro.

a) Geología: la superficie es compleja: existen desiertos, cráteres, volcanes y montañas. Los casquetes polares, a diferencia de los terrestres, se componen mayoritariamente de dióxido de carbono. Existen canales como el "Valles Marineris" que evidencian la presencia histórica de redes hidráulicas a lo largo de todo el planeta. Los óxidos de hierro son el principal componente superficial, lo que da su característico aspecto rojizo al telescopio.

b) Climatología: la gravedad superficial en Marte es sólo el 38% de la terrestre, por lo que, al contrario que en La Tierra, este planeta no consiguió retener su atmósfera primitiva, de forma que en la actualidad sólo queda una atmósfera vestigial compuesta casi en exclusiva por dióxido de carbono. La atmósfera terrestre tiene una masa 224 veces mayor que la de Marte, pero sin embargo ésta tiene 12 veces más CO_2 que la nuestra. El oxígeno está presente en la atmósfera marciana sólo en un 0,13%. Esta atmósfera tan tenue, junto con la ausencia de capa de ozono, hace que los intervalos diarios de temperatura sean mucho más amplios que en La Tierra. De todas formas la temperatura media en su superficie es de -45ºC.

Un mineral cristalino identificado en 1989 en la superficie de Marte podría ser la clave del mantenimiento del CO_2 en la atmósfera del planeta. Roger N. Clark y sus colegas del U.S. Geological Survey encontraron que los espectros del planeta rojo tomados durante su reciente oposición incluían las líneas de la escapolita. Este mineral -bastante raro en La Tierra- es capaz de almacenar grandes cantidades de CO_2 en forma de carbonatos. Usando telescopio infrarrojo de 3.1 m de la NASA (IRTF) en el observatorio de Mauna Kea, Hawaii, el grupo de Clark midió más de 30 áreas de la superficie de Marte durante un período de 5 días en Agosto de 1988. Los investigadores identificaron la escapolita al comparar sus observaciones con cientos de espectros de referencia. Las líneas aparecen en todas las medidas del IRTF, implicando una distribución global del mineral, probablemente en el polvo de la superficie.

2. Presencia de agua en Marte:

El agua es una de las moléculas más abundantes en el Universo. Sus características físicas y químicas hacen de ella una sustancia esencial para la aparición de la vida: todas las reacciones bioquímicas transcurren en medios acuosos, el agua interviene en reacciones de hidrólisis, y es capaz de disolver una gran variedad de compuestos orgánicos.

a) Agua líquida: hace un siglo los astrónomos estaban convencidos de la existencia de grandes masas acuosas en Marte, tal y como mostraban las variaciones en color y extensión de determinadas regiones de su superficie. Las primeras observaciones espectroscópicas se deben a Huggins (1867), que descubre cierta cantidad de vapor de agua en Marte. Campbell y Albrecht (1910) constataron la existencia de un contenido en vapor de agua atmosférico sensiblemente inferior al de La Tierra. El mejoramiento instrumental producido por el advenimiento de las redes de difracción mejoraron la calidad de los experimentos: los ensayos realizados entre 1933 a 1952 dieron resultados negativos. Kuiper (1948) estableció firmemente la presencia de CO_2 como el primer constituyente de la atmósfera marciana. Hoy se sabe que el vapor de agua varía según la región del planeta, las estaciones y de año en año. La cantidad total de agua en la atmósfera asciende, cuanto más, a unos pocos km^3, sin incluir el agua atrapada en el permafrost o congelada en los casquetes polares. Algunos autores, principalmente C. Sagan, sostienen que hay abundantes pruebas de material superficial suelto resultante de la acción erosiva del agua.

Por otra parte, la actividad geotérmica y el impacto de meteoritos podrían liberar ocasionalmente cierta cantidad de agua contenida en el permafrost. Es concebible la existencia de numerosas lagunas saladas, algunas probablemente quedan expuestas a la atmósfera durante las horas más cálidas del día. Otras regiones con posible presencia de agua son los casquetes polares y la región del terminador. En ellas es posible encontrar ocasionalmente hielo en fusión: a ello se debe, probablemente, la presencia de nieblas matinales. Los experimentos de laboratorio hechos por Sagan parecen dar pie a la conclusión de que por las mañanas se forman delgadas capas de agua líquida en las regiones tropicales, que también pueden aparecer temporalmente en otras latitudes, cuando la temperatura supera los 0ºC. Se ha sugerido que Marte se encuentra actualmente en un periodo glacial, que en el pasado prevalecieron condiciones climáticas más clementes y que el planeta oscila entre ambos extremos. Si esto fuera así debió existir entonces un periodo de presión atmosférica más elevada, mayores temperaturas y más cantidad de agua líquida, mientras que ahora esa humedad se encuentra congelada en los casquetes polares. Mientras que aún subsiste un mínimo de transporte acuoso en el Marte contemporáneo, el transporte eólico y la abrasión son los procesos dominantes.

La hidratación de los minerales de la superficie marciana ha sido confirmada por medio de observaciones infrarrojas realizadas desde aviones: los terrenos lateríticos y las limonitas contienen hasta el 10% de su masa en forma de agua. Este tipo de suelo se forma, según los geólogos, sólo en presencia de oxígeno y en ambientes cálidos y húmedos, lo que prueba que en una época pasada hubo un clima bajo el cual se distribuyó agua sobre toda la superficie marciana y que luego pasó a integrar el permafrost. De los datos altimétricos de la experiencia infrarroja llevada a cabo por la sonda Mariner IX, se deduce la existencia de cauces posiblemente causados por depresiones térmicas (thermo-karst) producidas por la fusión del permafrost, transporte de agua y posterior colapso por sobrecarga. Accidentes como éstos suceden en los ríos subterráneos, pero muchos otros cauces sólo pueden interpretarse como corrientes de superficie. Aún hoy las temperaturas diurnas ecuatoriales superan el punto de congelación, de modo que la distribución de estos cauces podría reflejar la mayor frecuencia de lluvias ecuatoriales en el pasado, tal y como sucede ahora en La Tierra: Sagan,

Gierash y Toon han demostrado estadísticamente que estos cauces son más frecuentes en la región ecuatorial.

b) Agua sólida: las cámaras fotográficas de la sonda espacial norteamericana Viking han demostrado que, periódicamente, el planeta Marte se hiela y soporta tormentas de nieve. En las imágenes que el Viking ha transmitido a la Tierra se distingue claramente una fina capa de hielo sobre la superficie pedregosa del planeta rojo. El mismo hielo y la misma nieve que conocemos en La Tierra, con la diferencia de que en Marte el espesor de la nieve no supera nunca unas décimas de milímetro. Los especialistas explican así la presencia de nieve en la superficie de Marte: las partículas de polvo de la atmósfera marciana recogen pequeñísimas cantidades de agua. Éstas partículas no son lo suficientemente pesadas como para caer sobre Marte. Sin embargo, durante el invierno se hiela el dióxido de carbono, que compone el 95% de la atmósfera marciana, y se adhiere a las partículas de polvo envueltas en agua. La mezcla resulta ya muy pesada y se precipita sobre la superficie del planeta. Los rayos solares calientan tanto que el CO_2 se desprende y vuelve a la atmósfera, pero no hace el suficiente calor como para evaporar el agua. Esta heladas se producen de forma tan regular como en la Tierra.

c) Evidencias experimentales: por otra parte, meteoritos que se creen procedentes de Marte, contienen más del 0,4% en agua. Aunque las rocas absorbieron agua después de que llegaron a La Tierra, no toda el agua de las rocas es de origen terrestre. Los científicos saben esto, ya que estas aguas contienen cantidades diferentes, a la de la contenida en La Tierra, de isótopos pesados de oxígeno, indicando que las rocas absorbieron agua mientras aún estaban en Marte. Los meteoritos denominados "Shergotty-Nahkla-Chassigni" (SNC) tienen todos composiciones similares, lo que implica que provienen de una fuente única. Muchos expertos creen que lo meteoritos fueron despedidos de Marte hace 180 millones de años, cuando el planeta rojo recibió el impacto de un asteroide. Los meteoritos SNC no confirman posibles torrentes en Marte, ya que su agua puede venir de lluvia o de vapor de la atmósfera. Pero estos dan huellas acerca de la historia reciente de Marte, como el aumento de su materia para llegar a ser planeta, según el Dr. H. Karlsson.

II. Los meteoritos SNC

1. Naturaleza bioquímica de las condritas carbonáceas:

Los científicos que estudian los meteoritos los dividen en unos 5 tipos. Unos pocos están hechos de hierro y níquel, y su estructura interior (las estructuras de Widmanstätten) nos informan, por ejemplo, de su origen en el seno de planetismales. Pero la mayoría de los objetos que caen a La Tierra son de tipo pétreo. Estos son muy difíciles de identificar a primera vista, pues su aspecto es muy similar al de cualquier roca terrestre. Por eso la Antártida es un lugar ideal para buscar estos objetos, no porque allí caigan con más frecuencia, sino porque su presencia contrasta frente al blanco hielo. Además, los glaciares concentran estos objetos en determinadas zonas, facilitando su localización. Aproximadamente el 80% de los meteoritos caídos son pétreos, y pertenecen a las llamadas condritas, rocas granulares de color gris obscuro que presentan en su interior unas pequeñas esferas de roca vitrificada llamadas cóndrulos. El origen de los cóndrulos no está claro (pueden ser roca aplastada en el espacio por impactos entre planetismales o condensaciones de la nebulosa solar fundidos posteriormente), pero está claro que la roca no ha superado nunca los 1000 ó

1300 K. en un 5% de los casos nos encontramos ante una condrita carbonácea. Estos meteoros son de enorme importancia, ya que contienen elementos volátiles de carbono y agua. Para que no se desprendan estos compuestos, no pueden haber estado a más de 500 K.

Son, por lo tanto, los meteoritos menos modificados de todos. Uno de los meteoritos más importantes de los que han sido recuperados cayó la noche del 8 de Febrero de 1969 en las cercanías de Pueblito de Allende (México), produciendo un gran estruendo y dispersando unas 4 toneladas de material en un área de unos 10 x 50 Km. Del meteorito de Allende se han recuperado unas 2 Tm de fragmentos. De entre los materiales volátiles hallados en las condritas carbonáceas destacan ciertos aminoácidos diferentes a los proteinógenos terrestres. Se han recogido cerca de un centenar de estas condritas en La Tierra, que han sido profusamente estudiadas por biólogos, químicos y paleontólogos. La primera de ellas cayó en 1806 en Alés. A ésta le siguieron otras muchas en distintos puntos, incluida la Antártida. los análisis dieron resultados sorprendentes, indicando la existencia de moléculas pesadas de cadenas de 19, 21 y 23 átomos de carbono, muy parecidas pero diferentes en detalle a nuestras cadenas de materia grasa. Distintos análisis sobre varias condritas carbonáceas llevados a cabo por Orgueil, Mokoia y Bokkeveldt, han dado los mismos resultados: moléculas orgánicas, lípidos e hidratos de carbono.

La objeción principal se basa en la contaminación de los meteoritos al entrar en la atmósfera terrestre, dada la existencia de gran cantidad de substancia viviente en suspensión. Además, en el momento de ser recogidos, se han contaminado de productos orgánicos al ser tocados por dedos más o menos limpios, aunque este argumento no es válido para los recogidos en la Antártida. Existen varios programas de búsqueda de meteoritos en la Antártida, como el ASMET de EE.UU. y desde 1990 el EUROMET de la Unión Europea. El 30 de Marzo de 1963 la revista *Nature* publicaba: "El profesor Michael Briggs ha facilitado una comunicación concerniente a la composición isotópica de los componentes orgánicos encontrados en los meteoritos carbonados de Orgueil, Murray, Mokoia y Haripura. Sus mediciones, practicadas con el espectrógrafo de masa, han puesto de manifiesto diferencias muy diversas con la composición isotópica de los cuerpos terrestres. Las disparidades son particularmente marcadas por lo que respecta al deuterio (hidrógeno pesado), al ^{13}C y al ^{33}S. Briggs infirió en ello que estas materias orgánicas tienen realmente origen extraterrestre y que no provienen de la contaminación de substancias orgánicas terrestres". Esta larga cita viene a colación para indicar que los partidarios de la existencia de vida extraterrestre no se basan en sueños o deseos, más o menos lícitos, sino en datos científicos. Y llegados a este punto, retornemos al principio: ¿qué nos dice el meteorito marciano de la NASA? Que hace 3500 millones de años existió algún tipo de microorganismo con vida en Marte, similar pero diferente a la vida terrestre

El hecho de que Marte tuviera una atmósfera parece evidente si nos fijamos en sus dos pequeños e irregulares satélites, que tienen todas las características de ser asteroides capturados (forma, densidad de 2 g/cm^3, superficie muy obscura), y esto, según los planetólogos, plantea un problema paleoclimático, ya que la captura exige un frenado y el único método natural de realizarlo es con la fricción atmosférica. la débil atmósfera actual es insuficiente para realizar el frenado de asteroides de

esos tamaños, lo que impone la necesidad de que Marte tuviese, primitivamente, una densa atmósfera.

2. Origen geológico:

La composición de los meteoritos SNC difiere de la de la mayoría de los otros meteoritos, siendo sin embargo muy similar a la de Marte.

Los 12 SNC hallados hasta la fecha son más jóvenes que otros meteoritos, y el nivel de exposición a los rayos cósmicos. Además muestran evidencias de haber estado sometidos a un campo gravitatorio más fuerte que el de los asteorides mayores. Los estudios demuestran que un impacto directo de un gran objeto sobre Marte podría expulsar material de su superficie a velocidades superiores a la velocidad de escape marciana (5 Km/s). Sin embargo, las eyecciones deberían estar parcialmente fundidas o haberse vaporizado completamente, mientras que los SNC demuestran haber sufrido una historia menos violenta. Dos investigadores del laboratorio sismológico del Instituto de Tecnología de California (EE.UU.) creen haber encontrado un método de eyección adecuado. En lugar de un objeto asteroidal chocando perpendicularmente contra el planeta, John O'Keefe y Thomas Ahrens apoyan un impacto oblicuo.

Usando simulaciones por ordenador, basados en experimentos en los que se disparaban perdigones con un cañón de aire comprimido de 32 m de longitud, calcularon los efectos de un impacto a varios ángulos de colisión. Los dos científicos comprobaron que con ángulos comprendidos entre 25° y 60° respecto a la horizontal y una velocidad de caída de 7,5 Km/s parte del material superficial se vaporiza y expulsa a velocidades de hasta 20 Km/s. Este vapor podría ser lo suficientemente rápido y denso como para llevar rocas de hasta 1 m de diámetro desde la superficie de Marte hasta el espacio. Hasta ahora, O'Keefe y Ahrens sólo han desarrollado las simulaciones por ordenador. Próximamente experimentarán su teoría de la colisión a ángulos oblicuos.

III. El meteorito ALH84001

La NASA afirmó en agosto de 1996 que existen indicios de vida primitiva en uno de los 12 SNC hallados hasta ahora en La Tierra. El meteorito en cuestión es una roca etiquetada como ALH84001 que se formó en el planeta Marte hace 4500 millones de años, abandonó este planeta hace 15 millones de años para llegar al nuestro hace 13000 años. Cuando en el año 1984 los investigadores lo encontraron en la región Allan Hills de la Antártida pesaba 1,9 Kg. El anuncio de la NASA se basa en el análisis de unos glóbulos de carbonato que aparecen repartidos por entre las fisuras del meteorito. Un equipo de nueve investigadores liderado por David McKay, del Johnson Space Center de la NASA en Houston, estudió cuidadosamente estos glóbulos con potentes microscopios y técnicas de análisis químico basadas en láser, e hicieron tres descubrimientos: marcas diminutas, algunas redondeadas y otras alargadas, similares al contorno de ciertas células, partículas de magnetita y sulfuro de hierro parecidos a los que producen algunas bacterias terrestres; y moléculas orgánicas nunca observadas en un meteorito marciano. Los científicos afirman en su artículo del 17 de agosto de 1996 en la revista *Science* que "aunque hay explicaciones alternativas para cada uno de estos fenómenos individualmente, al considerarlos en su conjunto, particularmente por su asociación espacial, concluimos que son evidencia de vida primitiva en el Marte primitivo".

Según los expertos, los glóbulos de carbonato se formaron hace 3600 millones de años, cuando se cree que el

agua fluía sobre la superficie marciana. Su hipótesis es que a medida que los glóbulos se expandían aprisionaban y fosilizaban microorganismos. Se apoyan, sobre todo, en las estructuras en forma de lágrima de los cristales de magnetita y sulfuro de hierro, algo que, como afirma Joseph Kirschvink en *New Scientist*, se considera "la huella digital de la biología". Y también en que las moléculas orgánicas encontradas, llamadas hdrocarburos policíclicos aromáticos (PAH), están más concentrados en el interior de la roca que en su superficie; esto, para los autores del trabajo, indica que las PAH no están ahí porque el meteorito se haya contaminado en La Tierra.

Pero como ya habia previsto en propio McKay, los escépticos no son escasos ni sus argumentos tampoco. El experto Robert Hutchison, del Museo de Historia Natural de Londres (Reino Unido), afirma: "Cada una de las observaciones podría explicarse con procesos no relacionados con la vida. El hallazgo de este equipo resulta serio, pero no estamos seguros aún de que contenga microfósiles". Se aduce, por ejemplo, que las marcas redondeadas y alargadas de la superficie de los glóbulos de carbonato son demasiado pequeñas como para ser la huella fósil de un microorganismo; la más grande no supera los 100 nm, mientras que la mayor parte de las bacterias conocidas son unas 1000 veces mayores. Los científicos dudan de que en tan poco espacio quepa una molécula de DNA, y no consideran probado el anuncio de algunos microbiólogos de que se han hallado nanobacterias terrestres. Incluso el hecho de que halla más PAH en el interior del meteorito que en su superficie puede ser contestado: algunos expertos postulan que, como la roca marciana es negra, durante el tiempo en que permaneció entre los hielos de la Antártida pudo haber absorbido calor, haciendo que la nieve se derritiera y se colara por entre sus fisuras, contaminándolo con moléculas orgánicas. T como las PAH se destruyen por la acción de las radiaciones ultravioletas, es lógico que haya menos de estas moléculas en la superficie del meteorito que en su interior, a salvo de la luz.

Según el modelo propuesto, hace 3600 millones de años el agua habría entrado a través de las fracturas de la roca ígnea, en el interior de las cuales microorganismos marcianos similares a algunas bacterias terrestres, habrían provocado la precipitación de los carbonatos y los óxidos de hierro, dejando restos de compuestos orgánicos. Los sulfuros de hierro se podrían haber formado por reacciones de oxidorrerucción provocadas por estos microorganismos. Como ya hemos indicado anteriormente, el inicio de la historia de Marte está marcado probablemente por la existencia de un clima distinto al actual, con un océano en su superficie. Si las evidencias apuntadas en el estudio del ALH84001 se confirman, en este océano primitivo pudo existir una actividad biológica de microbacterias. Es importante recordar que los primeros microfósiles terrestres conocidos tiene una edad similar, y que probablemente las condiciones atmosféricas y climáticas de La Tierra y Marte eran muy similares en estos momentos, aunque su evolución posterior haya sido muy distinta. Esto convierte a los terrenos más antiguos de Marte, y en concreto a las zonas donde pudieron existir cuerpos de agua (por ejemplo, la desembocadura de redes fluviales), en atractivos blancos potenciales de búsqueda de microfósiles marcianos para futuras misiones a este planeta.

COMPROMETIDOS CON LA CULTURA

Caja España

Obra Cultural