LEO

Nº 67

julio - agosto
septiembre
2003

ASOCIACIÓN LEONESA DE ASTRONOMÍA
Aptdo. De Correos 1236 - 24080 - LEÓN

Asociación Leonesa de Astronomía

Presidente:
Jesús San José
Vicepresidentes:
Ricardo Chao Prieto
José Manuel García Díez
Secretario:
Saúl Blanco
Tesorero:
José María Pérez
Vocales:
Héctor de Dios
José Felipe Fraile
Víctor González

Director de la revista:
José María Pérez
Edición:
Ricardo Chao

Archivo y documentación:
José María Pérez
Jesús San José
Ricardo Chao
Diseño:
Iván Campo y Ricardo Chao
Sistemas informáticos:
José Felipe Fraile
Mª Teresa García

Edita:
Asociación Leonesa de Astronomía
Apº. de Correos 1236
24080 León
Teléfono: 987 26 05 10
e.mail: astroleon@terra.es
Web:http://hosting.bornet.es/ala

Imprime:
CELARAYN, S.L.

Revista de la Asociación Leonesa de Astronomía
Asociación inscrita en el Registro Provincial de Asociaciones el día 7 de abril de 1986, con el nº 739
Revista con depósito legal
LE – 858 - 1990
Las inscripciones en la Asociación se pueden realizar personándose en el local social o por carta

LEO

Tercer trimestre 2003
Julio –Agosto– Septiembre Nº 67

(Portada: tránsito de Mercurio fotografiado por José Felipe Fraile)

Sumario

Editorial ….. 2

Avisos y noticias …. 3

Imágenes del tránsito de Mercurio y del eclipse de Luna.....5

Efemérides …… 9

Mapas del cielo..... 18

Posición de los planetas visibles.....21

Artículos:

Distancias en el Sistema Solar (José María Pérez).....24

Documentos de la NASA en la Asociación (II) La misión Gemini IX (Ricardo Chao).....31

La Biblioteca: "Astronomía General: Teoría y Práctica" de D. Galadí-Enríquez (Saúl Blanco).....36

Una imagen del "despliegue de medios" provocado por el tránsito de Mercurio

EDITORIAL

El verano ha llegado, y ha decidido aparecer en todo su esplendor con unos calores propios del mes de agosto. Pero no hay mal que por bien no venga: por las noches tenemos temperaturas muy agradables que invitan a salir de la ciudad con los prismáticos o con el telescopio para practicar nuestra común afición. En el cielo ya destaca claramente el Triángulo del Verano formado por Vega, Deneb y Altair, y es una oportunidad única para observar la multitud de estrellas dobles contenidas en sus respectivas constelaciones.

Pocas cosas han cambiado desde nuestro último Editorial: la guerra en Irak ha terminado, pero la situación dista mucho de ser pacífica, y parece que los soldados españoles que serán enviados al centro del país en misión de paz no lo van a tener muy fácil.

El desastre del Columbia sigue sin aclararse definitivamente, pero cada vez está más asentada la tesis de que se debió a los desprendimientos de losetas térmicas en el despegue. En todo caso, y aunque al principio se afirmó lo contrario, parece que la tragedia sí que ha afectado al programa de vuelos a la Estación Espacial Internacional (ISS por sus siglas en inglés); por el momento se desconoce la fecha de partida de nuestro querido Pedro Duque, a pesar de que estaba prevista para el mes de abril.

La exploración de Marte sigue en pie de guerra: a la llegada de los datos ambientales y geológicos analizados por la Mars Odissey hay que sumar el lanzamiento y la próxima llegada de nuevas misiones, como la europea Mars Express, la norteamericana MER-2 “Spirit”, y la japonesa y deteriorada Nozomi. Además, la NASA ya ha decidido los lugares de aterrizaje (o amartizaje) de sus próximas misiones marcianas, lo que constituye una excelente señal.

Por otro lado, intentaremos que el problema que tenemos en el Observatorio con la carencia de calefacción quede solventado este verano, o, como muy tarde, en el otoño, ya que hoy por hoy este inconveniente nos impide funcionar durante más de la mitad del año. Recordemos que las instalaciones fueron inauguradas en el año 2000, y resulta inaudito que aún sigamos así a pesar de las decenas y decenas de visitas realizadas al Ayuntamiento. Habrá que seguir intentándolo ahora que la institución municipal ha cambiado de manos. Os mantendremos informados.

AVISOS Y NOTICIAS

ACTIVIDADES PREVISTAS PARA EL TRIMESTRE

-Reuniones en el local de la Asociación

Como ya hicimos en el año pasado, este verano seguiremos reuniéndonos los martes no festivos de ocho a diez de la tarde. En las reuniones se decidirá cada semana las fechas de las sesiones de observación a realizar en el Observatorio.

-Ciclo de conferencias y curso de astronomía

Por problemas de agenda de Caja España, hemos tenido que trasladar esta actividad al mes de octubre. Todavía no conocemos la fecha exacta, ya que primero tenemos que volver a ponernos en contacto con los conferenciantes. En todo caso, os informaremos con detalle en el próximo número de LEO, y esperemos que esta vez los medios de comunicación locales cubran el evento.

-Observaciones estivales

Desde aquí nos gustaría animar a los asociados a asistir a las reuniones en el local de cara a organizar sesiones de observación fuera del Observatorio. Podríamos salir al campo con algunos telescopios, y enseñar a los "novatos" a ponerlos en estación, a calibrar el buscador, etc., y a aprender los nombres y formas de las constelaciones propias de estas fechas. Además no podemos olvidar la cita ineludible de la oposición de Marte el día 28 de agosto, ya que será la mejor ocasión de observar a este planeta en muchos años. Su brillo aproximado será un espectacular –2,88. Ojalá no haya tormentas de arena y podamos observar algunos de los detalles de su superficie. En todo caso, si el tiempo no lo impide, o bien organizaremos una sesión de observación de cara al público en el Observatorio, o bien haremos una salida astronómica al campo para contemplar el evento. Tampoco conviene olvidar que el verano también es una buena época para ver estrellas fugaces.

NOTICIAS DE LA ASOCIACIÓN

Como podréis comprobar, la verdad es que no se puede decir que hayamos tenido mucha suerte con la observación de algunos de los grandes acontecimientos astronómicos que se produjeron en el pasado trimestre.

-Observación pública del 8 de abril: fue un éxito gracias a la ausencia de nubes consistentes. Hubo gran afluencia de público, si bien las autoridades municipales y los medios de comunicación brillaron por su ausencia. Además de proyectar las imágenes del telescopio de la cúpula del Observatorio, se dispuso un telescopio de aficionado en el exterior del edificio.

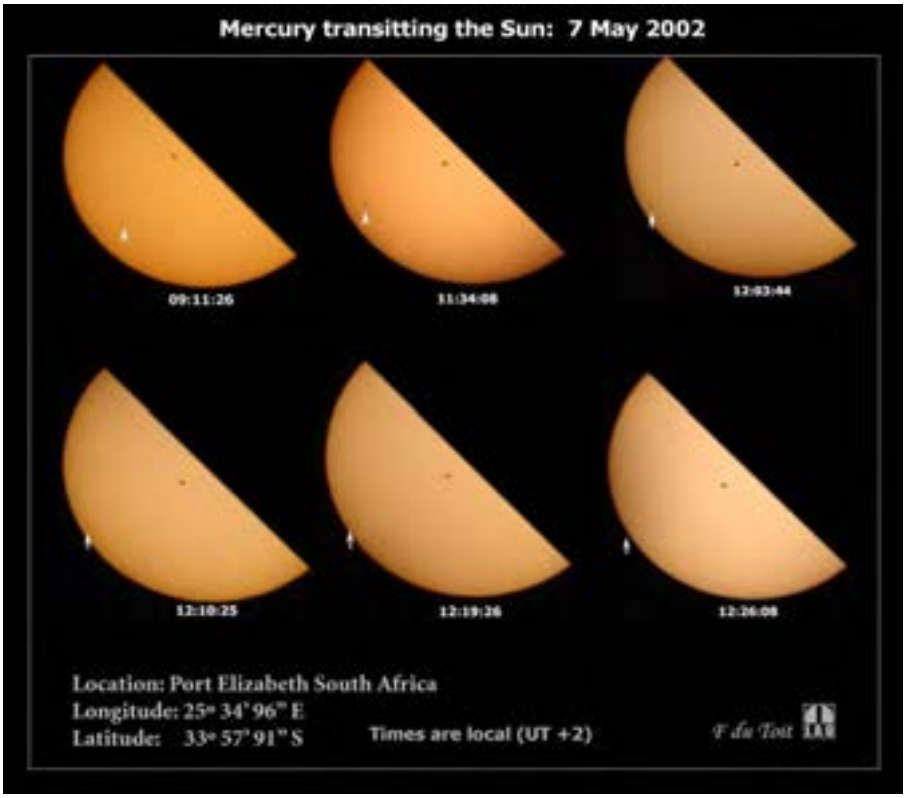
-Tránsito de Mercurio por delante del sol (7 de mayo): no hubo demasiada suerte. Pudimos observarlo unos cinco minutos al poco de salir el sol, y durante aproximadamente una hora en su fase final. De todas formas, nos fue imposible cronometrar los momentos de contacto por culpa de las nubes. A pesar de ello, José Felipe Fraile consiguió obtener cierto número de fotos del acontecimiento, y se grabó su transcurso en vídeo. Ya hemos procedido al intercambio de imágenes con los observatorios sudafricanos con los que entramos en contacto hace unos meses. No hubo demasiada asistencia de público debido al mal tiempo imperante.

En el seguimiento de los medios de comunicación hubo de todo, si bien en los periódicos se reprodujeron algunos datos erróneos. Como anécdota, señalar que un asociado se llevó un buen susto cuando el fuerte viento despegó el filtro de mylar de su telescopio mientras estaba mirando al sol: afortunadamente los rayos solares no llegaron a dañarle la retina.

-Eclipse de luna (16 de mayo): las nubes no dejaron observar mas que las fases iniciales, aunque se intentó hacer un seguimiento fotográfico. Otro asociado casi se quedó tuerto al golpearse fuertemente un ojo con un mando de los telescopios instalados en el exterior; el golpe fue de tal magnitud que hubo que llevarle a los servicios de Urgencias, aunque afortunadamente su visión no se ha visto afectada.

-Observación de la posible ocultación de la estrella σ Librae por el asteroide 1232 Cortusa (20 de mayo). También hubo mala suerte, ya que a pesar de los intensos preparativos para cronometrar el suceso, al final éste no tuvo lugar (o al menos, no fue visible desde León). Por lo menos, ya sabemos cómo prepararnos para un acontecimiento similar en el futuro.

-Observación llevada a cabo en Mirantes de Luna para los alumnos de la Academia Básica del Aire (17 de junio). Acudieron cinco asociados con dos telescopios: se observó Júpiter, y se les enseñó a identificar las principales constelaciones de esta época del año. Durante la sesión dos satélites Iridium provocaron sendos espectaculares destellos que despertaron el interés de la tropa (al menos ahora no podrán confundirlos con un OVNI). Cabe destacar que algunos de los soldados ya tenían ciertos conocimientos astronómicos, por lo que los debates posteriores fueron bastante interesantes. Nos gustaría agradecer el buen trato recibido por parte de los mandos, por lo que esperamos que se sigan produciendo estos contactos.



Secuencia de imágenes que muestra las distintas fases del tránsito de Mercurio tal y como se vio desdePort Elizabeth (Sudáfrica). Autor: Francois du Toit. Gentileza de Braam Van Zyl

IMÁGENES DEL TRÁNSITO DE MERCURIO Y DEL ECLIPSE DE LUNA

En primer lugar, exponemos las fotografía obtenidas por **José Felipe Fraile** con un telescopio S/C de 8" colocado en el exterior del edificio del Observatorio Municipal Pedro Duque. Desgraciadamente, la hora que acompaña a cada foto es aproximada, ya que al no poder observar el fenómeno mas que en los breves intervalos que nos permitían las nubes, nos fue imposible hacer un cronometraje fiable. El filtro utilizado fue uno de elaboración casera fabricado con *mylar*. Mercurio es el puntito señalado con una flecha negra: el gran punto central es una mancha solar. La orientación del disco solar es también aproximada, ya que las imágenes se obtuvieron a foco primario en una postura bastante forzada. Se ha tenido que aumentar el contraste para que Mercurio fuera visible en blanco y negro en este reducido tamaño (las fotografías originales son en color)

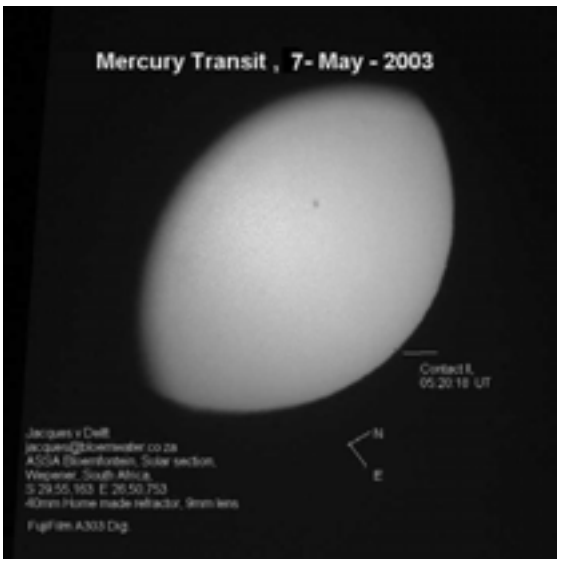
9:00 TU Aprox.

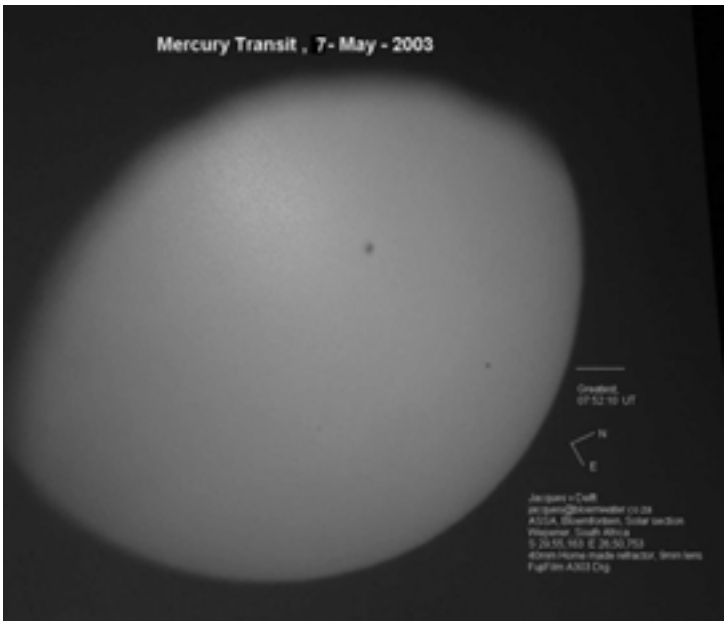
9:30 TU Aprox.

10:15 TU Aprox.

10:22 TU Aprox.

A continuación, incluimos algunas de las imágenes que nos han mandado nuestros colaboradores de Sudáfrica. Ellos tuvieron mejor suerte, ya que pudieron seguir todo el evento sin la molestia de las nubes. Añadimos también al final un collage de fotografías del mismo origen (realizado por Francois du Toit) con todas las fases del eclipse de Luna que no pudimos observar desde León por las inclemencias del tiempo. Las dos primeras fueron tomadas por Mauritz Geyser desde la Universidad de Pretoria. La tercera y la cuarta son obra de Jacques Van Delft, y representan respectivamente el momento del contacto II y del máximo del tránsito. Todas nos han llegado por cortesía de Braam Van Zyl


Mercury Transit , 7- May - 2003


Mercury Transit , 7- May - 2003

TOTAL ECLIPSE OF THE MOON: 16 MAY 2002
04:21:39
04:37:06
04:51:08
05:04:47
05:13:55
05:38:04
05:38:07
05:43:37
06:02:47
06:22:29
06:27:25
07:00:02
Location: Port Elizabeth South Africa
Longitude: 25° 34' 96" E
Latitude: 33° 57' 91" S
Times are local (UT +2)
Sony Camcorder afocally
on 500mm Maksutov
F du Toit
LAO

Para finalizar esta sección, unas fotografías de muestra para que podáis apreciar el "despliegue de medios" que realizamos en el Observatorio Municipal Pedro Duque. Al parecer no fue del gusto de los periodistas, ya que se limitaron a publicar un par de imágenes de asociados mirando por sus respectivos telescopios de aficionado. En la pared del Salón de Actos se estaba proyectando una simulación por ordenador del evento astronómico para que la gente se pudiera hacer una idea de lo que estaba ocurriendo cuando estaba nublado.

EFEMÉRIDES DEL SOL Y LOS PLANETAS PARA LEÓN
HORAS EN TIEMPO UNIVERSAL (T.U.)

ASTRO	COORDENADAS A 0:00 T.U. A.R.	DEC	HORA SALIDA	HORA CULMINACIÓN	HORA PUESTA
	h m	° '	h m	h m	h m
DÍA 1					
Sol	6: 38	+ 23: 09	4: 47	12: 25	20: 05
Mercurio	6: 15	+ 24: 09	4: 21	12: 02	19: 50
Venus	5: 40	+ 23: 06	3: 51	11: 27	19: 07
Marte	22: 35	- 13: 37	23: 11	4: 23	9: 34
Júpiter	9: 23	+ 16: 13	8: 03	15: 08	22: 14
Saturno	6: 15	+ 22: 36	4: 27	12: 01	19: 35
Urano	22: 20	- 11: 15	22: 46	4: 07	9: 28
Neptuno	21: 00	- 17: 01	21: 50	2: 48	7: 46
DÍA 15					
Sol	7: 36	+ 21: 37	4: 56	12: 27	20: 00
Mercurio	8: 23	+ 21: 16	5: 48	13: 15	20: 46
Venus	6: 55	+ 23: 09	4: 10	11: 46	19: 26
Marte	22: 49	- 13: 04	22: 28	3: 42	8: 56
Júpiter	9: 33	+ 15: 21	7: 22	14: 24	21: 26
Saturno	6: 23	+ 22: 33	3: 40	11: 14	18: 47
Urano	22: 18	- 11: 23	21: 50	3: 10	8: 31
Neptuno	20: 59	- 17: 06	20: 54	1: 51	6: 49

➢ FENÓMENOS

Día 5: Conjunción superior de Mercurio con el Sol.
Día 5: Afelio de la Tierra (máxima distancia al Sol, 152.100.000 km) a las 9:57 horas.

➢ VISIBILIDAD DE LOS PLANETAS

Mercurio: En la segunda quincena, visible mientras oscurece muy próximo al horizonte Oeste.
Venus: Visible hacia el Este, muy próximo al horizonte, mientras clarea el día.
Marte: Visible desde poco después de anochecer y hasta que amanece.
Júpiter: Visible sólo hasta poco después de ponerse el Sol, próximo al horizonte Oeste.
Saturno : Al final del mes, visible una hora antes de amanecer, próximo al horizonte Este.
Urano y Neptuno: Visibles prácticamente durante toda la noche.

➢ LLUVIAS DE ESTRELLAS FUGACES

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

Nombre del enjambre	Máximo Día	Máximo Hora	Número medio de apariciones por hora	Coordenadas del radiante A.R.	Coordenadas del radiante δ
Delta Aquáridas	29	8:30	20	22 h 30 m	- 17º

EFEMÉRIDES DEL SOL Y LOS PLANETAS PARA LEÓN HORAS EN TIEMPO UNIVERSAL (T.U.)

Agosto

ASTRO	COORDENADAS A 0:00 T.U. A.R.	DEC	HORA SALIDA	HORA CULMINACIÓN	HORA PUESTA
	h m	° '	h m	h m	h m
DÍA 1					
Sol	8: 43	+ 18: 10	5: 12	12: 27	19: 44
Mercurio	10: 17	+ 11: 08	7: 18	14: 02	20: 47
Venus	8: 24	+ 20: 15	4: 46	12: 09	19: 34
Marte	22: 56	- 13: 29	21: 29	2: 41	7: 53
Júpiter	9: 47	+ 14: 11	6: 34	13: 31	20: 28
Saturno	6: 32	+ 22: 28	2: 43	10: 16	17: 49
Urano	22: 16	- 11: 35	20: 42	2: 01	7: 21
Neptuno	20: 57	- 17: 14	19: 45	0: 43	5: 40
DÍA 15					
Sol	9: 37	+ 14: 15	5: 27	12: 26	19: 26
Mercurio	11: 17	+ 2: 34	7: 54	14: 06	20: 19
Venus	9: 34	+ 15: 46	5: 20	12: 24	19: 29
Marte	22: 50	- 14: 36	20: 32	1: 39	6: 48
Júpiter	9: 59	+ 13: 10	5: 55	12: 48	19: 41
Saturno	6: 39	+ 22: 23	1: 55	9: 27	17: 00
Urano	22: 14	- 11: 46	19: 45	1: 04	6: 23
Neptuno	20: 56	- 17: 20	18: 45	23: 42	4: 39

➢ FENÓMENOS

Día 4: Oposición de Neptuno.
Día 14: Máxima elongación de Mercurio al Este del Sol.
Día 18: Conjunción superior de Venus con el Sol.
Día 22: Conjunción de Júpiter con el Sol.
Día 24: Oposición de Urano con el Sol.
Día 28: Oposición de Marte con el Sol.

➢ VISIBILIDAD DE LOS PLANETAS

Mercurio: Visible en la primera quincena del mes, mientras oscurece, próximo al horizonte Oeste.
Venus: Prácticamente invisible durante todo el mes.
Marte: Visible desde poco después de ponerse el Sol hasta que amanece.
Júpiter: Prácticamente invisible durante todo el mes.
Saturno: Visible desde dos horas después de la medianoche hasta que amanece.
Urano y Neptuno: Visibles prácticamente durante toda la noche.

➢ LLUVIAS DE ESTRELLAS FUGACES

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

Nombre del enjambre	Máximo Día	Máximo Hora	Número medio de apariciones por hora	Coordenadas del radiante A.R.	Coordenadas del radiante δ
Perseidas	13	4:30	85	3 h 00 m	+60º

EFEMÉRIDES DEL SOL Y LOS PLANETAS PARA LEÓN HORAS EN TIEMPO UNIVERSAL (T.U.)

Setiembre

ASTRO	COORDENADAS A 0:00 T.U. A.R	DEC	HORA SALIDA	HORA CULMINACIÓN	HORA PUESTA
	h m	° '	h m	h m	h m
DÍA 1					
Sol	10: 39	+ 8: 30	5: 46	12: 21	18: 59
Mercurio	11: 37	- 2: 18	7: 23	13: 18	19: 12
Venus	10: 55	+ 8: 27	6: 03	12: 37	19: 13
Marte	22: 34	- 16: 04	19: 14	0: 16	5: 19
Júpiter	10: 13	+ 11: 54	5: 07	11: 55	18: 43
Saturno	6: 46	+ 22: 16	0: 56	8: 28	16: 00
Urano	22: 12	- 12: 00	18: 33	23: 51	5: 09
Neptuno	20: 54	- 17: 28	17: 37	22: 34	3: 30
DÍA 15					
Sol	11: 30	+ 3: 16	6: 00	12: 17	18: 34
Mercurio	10: 59	+ 3: 55	5: 26	11: 44	18: 02
Venus	11: 59	+ 1: 32	6: 38	12: 46	18: 56
Marte	22: 21	- 16: 30	18: 04	23: 05	4: 05
Júpiter	10: 25	+ 10: 50	4: 28	11: 11	17: 55
Saturno	6: 51	+ 22: 11	0: 06	7: 37	15: 09
Urano	22: 10	- 12: 12	17: 37	22: 54	4: 11
Neptuno	20: 53	- 17: 33	16: 42	21: 37	2: 33
DÍA 30					
Sol	12: 24	- 2: 33	6: 17	12: 12	18: 07
Mercurio	11: 22	+ 5: 41	4: 47	11: 11	17: 36
Venus	13: 07	- 6: 05	7: 15	12: 56	18: 37
Marte	22: 16	- 15: 46	16: 58	22: 01	3: 04
Júpiter	10: 37	+ 9: 42	3: 45	10: 24	17: 04
Saturno	6: 54	+ 22: 06	23: 11	6: 42	14: 14
Urano	22: 08	- 12: 22	16: 36	21: 53	3: 10
Neptuno	20: 52	- 17: 37	15: 42	20: 37	1: 33

➢ FENÓMENOS

Día 11: Conjunción inferior de Mercurio.
Día 23: Comienza el otoño a las 10:47 horas.
Día 26: Máxima elongación de Mercurio al Oeste del Sol.

➢ VISIBILIDAD DE LOS PLANETAS

Mercurio: En la segunda quincena, visible mientras empieza a clarear el día, muy próximo al horizonte Este.
Venus: Prácticamente invisible durante todo el mes.
Marte: Visible desde que anochece hasta casi el amanecer.
Júpiter: En la segunda quincena, visible sólo desde dos horas antes de salir el Sol.
Saturno: Visible desde la medianoche al amanecer.
Urano y Neptuno: Visibles desde que anochece hasta tres horas antes de salir el Sol..

➢ LLUVIAS DE ESTRELLAS FUGACES

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

Nombre del enjambre	Máximo Día	Máximo Hora	Número medio de apariciones por hora	Coordenadas del radiante A.R.	Coordenadas del radiante δ

No hay lluvias importantes de estrellas durante este mes

La Luna

Julio

➢ Fases de la Luna

DÍA	FASE	HORA	COORDENADAS A.R.	COORDENADAS DEC	SALE	CULMINA	SE PONE
		h m	h m	º '	h m	h m	h m
7	C. creciente	2:33	12:57	- 03:06	13:03	18:55	00:11
13	Luna llena	19:22	19:37	- 26:29	20:19	---	04:03
21	C. menguante	7:03	01:48	+07:58	---	06:15	13:02
29	Luna nueva	6:53	08:40	+22:50	04:56	12:46	20:27

➢ Ocultaciones de estrellas por la Luna

DESAPARICIÓN DÍA	DESAPARICIÓN HORA	DESAPARICIÓN BORDE	REAPARICIÓN DÍA	REAPARICIÓN HORA	REAPARICIÓN BORDE	MAGNITUD ESTRELLA
5	23:16:24	Oscuro	5	Bajo el horizonte		5,4
7	23:24:59	Oscuro	8	00:23:30	Iluminado	5,0
9	23:45:11	Oscuro	10	00:40:19	Iluminado	5,5
18	02:22:50	Iluminado	18	03:42:55	Oscuro	6,2

➢ Curiosidades

	DÍA	HORA	DISTANCIA (km)	DIÁMETRO APARENTE
APOGEO	22	19:33	404.332	29,6'
PERIGEO	10	22:07	365.144	32,7'

Día en que culmina más alto: Día 29, a 73º 30'

Día en que culmina más bajo: Día 12, a 20º 00 '

La Luna

Agosto

➢ Fases de la Luna

DÍA	FASE	HORA	COORDENADAS A.R.	COORDENADAS DEC	SALE	CULMINA	SE PONE
		h m	h m	º '	h m	h m	h m
5	C. creciente	7:29	14:43	- 14:55	13:24	18:34	23:35
12	Luna llena	4:48	21:31	- 20:23	20:12	00:25	05:17
20	C. menguante	0:50	03:40	+19:03	23:20	06:18	13:56
27	Luna nueva	17:27	10:28	+14:03	05:00	12:21	19:28

➢ Ocultaciones de estrellas por la Luna

DESAPARICIÓN DÍA	DESAPARICIÓN HORA	DESAPARICIÓN BORDE	REAPARICIÓN DÍA	REAPARICIÓN HORA	REAPARICIÓN BORDE	MAGNITUD ESTRELLA
4	22:44:55	Oscuro	4	23:00:46	Iluminado	4,5
20	02:55:47	Iluminado	20	03:58:42	Oscuro	6,1
21	05:30:21	Oscuro	21	05:37:04	Oscuro	6,0
22	04:40:24	Iluminado	22	05:50:39	Oscuro	5,4
27	05:10:04	Oscuro	27	05:30:57	Iluminado	3,5

➢ Curiosidades

	DÍA	HORA	DISTANCIA (km)	DIÁMETRO APARENTE
APOGEO	19	14:23	404.101	29,6'
PERIGEO	31	18:11	367.944	32,5'

Día en que culmina más alto: Día 23, a 73º 48'

Día en que culmina más bajo: Día 8, a 20º 00'

La Luna

Setiembre

➢ Fases de la Luna

DÍA	FASE	HORA	COORDENADAS A.R.	COORDENADAS DEC	SALE	CULMINA	SE PONE
		h m	h m	º '	h m	h m	h m
3	C. creciente	12:36	16:38	- 24:10	13:47	18:22	22:51
10	Luna llena	16:36	23:24	- 09:42	19:03	---	05:22
18	C. menguante	19:04	05:40	+25:21	22:32	05:46	13:47
26	Luna nueva	03:09	12:18	+01:48	06:21	12:39	18:44

➢ Ocultaciones de estrellas por la Luna

DESAPARICIÓN DÍA	DESAPARICIÓN HORA	DESAPARICIÓN BORDE	REAPARICIÓN DÍA	REAPARICIÓN HORA	REAPARICIÓN BORDE	MAGNITUD ESTRELLA
6	19:32:32	Oscuro	6	20:53:21	Iluminado	4,8
10	00:12:06	Oscuro	10	01:14:14	Iluminado	4,0
16	03:11:30	Iluminado	16	04:22:59	Oscuro	6,6
17	22:08:51	Iluminado	17	23:00:51	Oscuro	5,8
19	01:32:41	Iluminado	19	02:31:05	Oscuro	4,8

➢ Curiosidades

	DÍA	HORA	DISTANCIA (km)	DIÁMETRO APARENTE
APOGEO	16	09:36	404.729	29,5'
PERIGEO	28	06:16	362.834	32,9'

Día en que culmina más alto: Día 20, a 73º 54'

Día en que culmina más bajo: Día 5, a 19º 48'

Satélites de Júpiter. Julio 2003

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.

Día	Hora	Min	Sat	Fen
1	12	11	I	Tc
	12	59	I	Sc
	14	29	I	Tf
	15	17	I	Sf
2	3	46	II	Oc
	8	18	II	Ef
	9	31	I	Oc
	12	36	I	Ef
3	6	41	I	Tc
	7	28	I	Sc
	8	59	I	Tf
	9	46	I	Sf
	12	06	III	Oc
	18	55	III	Ef
	22	01	IV	Tc
	22	49	II	Tc
4	0	20	II	Sc
	1	41	II	Tf
	2	50	IV	Tf
	3	12	II	Sf
	4	01	I	Oc
	5	17	IV	Sc
	7	04	I	Ef
	9	56	IV	Sf
5	1	12	I	Tc
	1	57	I	Sc
	3	30	I	Tf
	4	15	I	Sf
	17	10	II	Oc
	21	36	II	Ef
	22	31	I	Oc
6	1	33	I	Ef
	19	42	I	Tc
	20	26	I	Sc
	22	00	I	Tf
	22	43	I	Sf

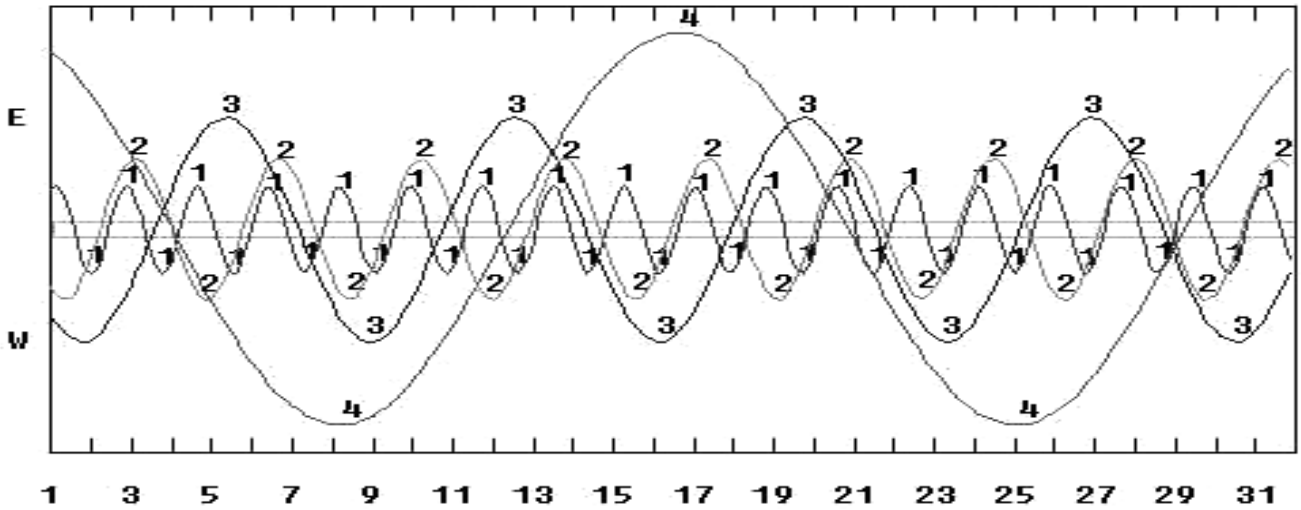
Día	Hora	Min	Sat	Fen
7	2	11	III	Tc
	5	07	III	Sc
	5	50	III	Tf
	8	45	III	Sf
	12	12	II	Tc
	13	38	II	Sc
	15	04	II	Tf
	16	29	II	Sf
	17	01	I	Oc
	20	02	I	Ef
8	14	12	I	Tc
	14	54	I	Sc
	16	30	I	Tf
	17	12	I	Sf
9	6	35	II	Oc
	10	55	II	Ef
	11	31	I	Oc
	14	30	I	Ef
10	8	42	I	Tc
	9	23	I	Sc
	11	00	I	Tf
	11	41	I	Sf
	16	29	III	Oc
	22	53	III	Ef
11	1	36	II	Tc
	2	55	II	Sc
	4	27	II	Tf
	5	46	II	Sf
	6	01	I	Oc
	8	59	I	Ef
12	3	12	I	Tc
	3	52	I	Sc
	5	31	I	Tf
	6	10	I	Sf
	7	00	IV	Oc
	11	54	IV	Of
	13	19	IV	Ec
	18	04	IV	Ef
	19	59	II	Oc

Día	Hora	Min	Sat	Fen
13	0	13	II	Ef
	0	31	I	Oc
	3	27	I	Ef
	21	43	I	Tc
	22	21	I	Sc
14	0	01	I	Tf
	0	38	I	Sf
	6	36	III	Tc
	9	07	III	Sc
	10	15	III	Tf
	12	45	III	Sf
	14	59	II	Tc
	16	12	II	Sc
	17	51	II	Tf
	19	02	I	Oc
	19	04	II	Sf
	21	56	I	Ef
15	16	13	I	Tc
	16	49	I	Sc
	18	31	I	Tf
	19	07	I	Sf
16	9	24	II	Oc
	13	32	I	Oc
	13	32	II	Ef
	16	24	I	Ef
17	10	43	I	Tc
	11	18	I	Sc
	13	01	I	Tf
	13	36	I	Sf
	20	54	III	Oc
18	2	52	III	Ef
	4	23	II	Tc
	5	29	II	Sc
	7	14	II	Tf
	8	02	I	Oc
	8	21	II	Sf
	10	53	I	Ef
19	5	14	I	Tc
	5	47	I	Sc
	7	32	I	Tf
	8	05	I	Sf
	22	49	II	Oc

Día	Hora	Min	Sat	Fen
20	2	32	I	Oc
	2	50	II	Ef
	5	22	I	Ef
	18	18	IV	Tc
	23	06	IV	Tf
	23	17	IV	Sc
	23	44	I	Tc
21	0	15	I	Sc
	2	02	I	Tf
	2	33	I	Sf
	3	55	IV	Sf
	11	01	III	Tc
	13	06	III	Sc
	14	40	III	Tf
	16	44	III	Sf
	17	46	II	Tc
	18	47	II	Sc
	20	38	II	Tf
	21	02	I	Oc
	21	38	II	Sf
	23	50	I	Ef
22	18	14	I	Tc
	18	44	I	Sc
	20	32	I	Tf
	21	02	I	Sf
23	12	15	II	Oc
	15	32	I	Oc
	16	09	II	Ef
	18	19	I	Ef
24	12	45	I	Tc
	13	13	I	Sc
	15	03	I	Tf
	15	31	I	Sf
25	1	20	III	Oc
	6	52	III	Ef
	7	10	II	Tc
	8	04	II	Sc
	10	02	II	Tf
	10	03	I	Oc
	10	55	II	Sf
	12	47	I	Ef

Día	Hora	Min	Sat	Fen
26	7	15	I	Tc
	7	41	I	Sc
	9	33	I	Tf
	10	00	I	Sf
27	1	40	II	Oc
	4	33	I	Oc
	5	27	II	Ef
	7	16	I	Ef
28	1	45	I	Tc
	2	10	I	Sc
	4	04	I	Tf
	4	28	I	Sf
	15	26	III	Tc
	17	05	III	Sc
	19	05	III	Tf
	20	33	II	Tc
	20	42	III	Sf
	21	21	II	Sc
	23	03	I	Oc
	23	25	II	Tf
29	0	12	II	Sf
	1	44	I	Ef
	3	30	IV	Oc
	12	03	IV	Ef
	20	16	I	Tc
	20	39	I	Sc
	22	34	I	Tf
	22	57	I	Sf
30	15	06	II	Oc
	17	33	I	Oc
	18	46	II	Ef
	20	13	I	Ef
31	14	46	I	Tc
	15	08	I	Sc
	17	04	I	Tf
	17	26	I	Sf

GRÁFICO DEL MES



Días del mes (cada marca corresponde a la medianoche)

Satélites de Júpiter. Agosto 2003

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.

Día	Hora	Min	Sat	Fen
1	5	47	III	Oc
	9	57	II	Tc
	10	38	II	Sc
	10	50	III	Ef
	12	03	I	Oc
	12	49	II	Tf
	13	29	II	Sf
	14	41	I	Ef
2	9	16	I	Tc
	9	36	I	Sc
	11	35	I	Tf
	11	54	I	Sf
3	4	31	II	Oc
	6	34	I	Oc
	8	04	II	Ef
	9	10	I	Ef
4	3	47	I	Tc
	4	05	I	Sc
	6	05	I	Tf
	6	23	I	Sf
	19	53	III	Tc
	21	03	III	Sc
	23	21	II	Tc
	23	32	III	Tf
	23	55	II	Sc
5	0	41	III	Sf
	1	04	I	Oc
	2	13	II	Tf
	2	46	II	Sf
	3	38	I	Ef
	22	17	I	Tc
	22	34	I	Sc
6	0	36	I	Tf
	0	52	I	Sf
	14	48	IV	Tc
	17	17	IV	Sc
	17	57	II	Oc
	19	33	IV	Tf
	19	34	I	Oc
	21	23	II	Ef
	21	53	IV	Sf
	22	07	I	Ef

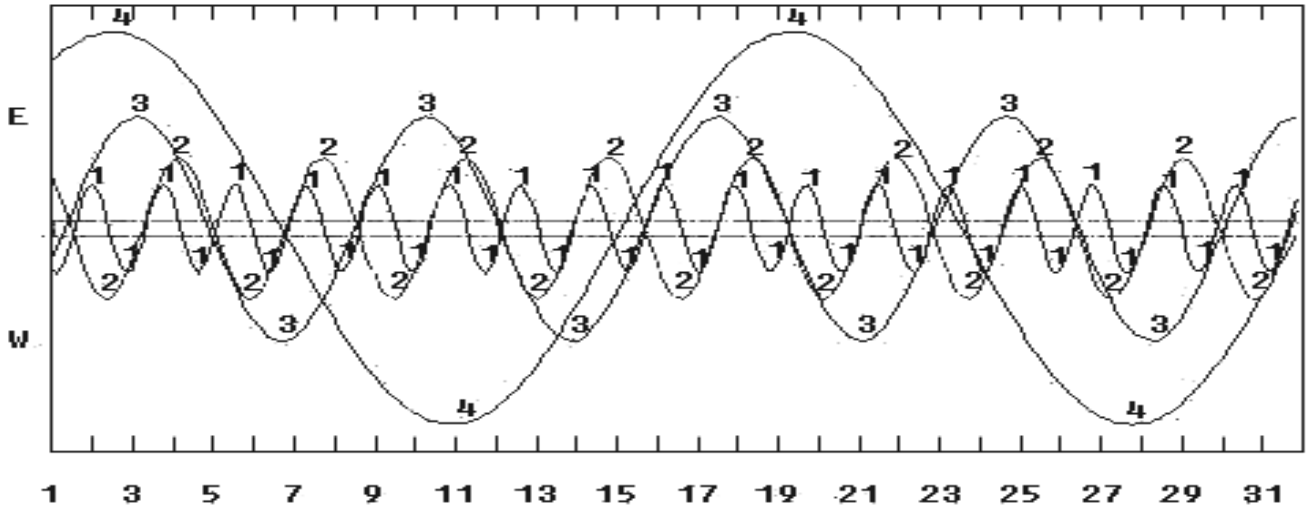
Día	Hora	Min	Sat	Fen
7	16	48	I	Tc
	17	02	I	Sc
	19	06	I	Tf
	19	20	I	Sf
8	10	14	III	Oc
	12	45	II	Tc
	13	12	II	Sc
	14	04	I	Oc
	14	49	III	Ef
	15	37	II	Tf
	16	03	II	Sf
	16	35	I	Ef
9	11	18	I	Tc
	11	31	I	Sc
	13	36	I	Tf
	13	49	I	Sf
10	7	22	II	Oc
	8	35	I	Oc
	10	42	II	Ef
	11	04	I	Ef
11	5	48	I	Tc
	6	00	I	Sc
	8	07	I	Tf
	8	18	I	Sf
12	0	20	III	Tc
	1	02	III	Sc
	2	09	II	Tc
	2	29	II	Sc
	3	05	I	Oc
	3	59	III	Tf
	4	40	III	Sf
	5	01	II	Tf
	5	20	II	Sf
	5	32	I	Ef
13	0	19	I	Tc
	0	28	I	Sc
	2	37	I	Tf
	2	46	I	Sf
	20	48	II	Oc
	21	35	I	Oc

Día	Hora	Min	Sat	Fen
14	0	00	II	Ef
	0	01	I	Ef
	18	49	I	Tc
	18	57	I	Sc
	21	08	I	Tf
	21	15	I	Sf
15	0	10	IV	Oc
	6	03	IV	Ef
	14	41	III	Oc
	15	33	II	Tc
	15	46	II	Sc
	16	05	I	Oc
	18	24	II	Tf
	18	29	I	Ef
	18	37	II	Sf
	18	47	III	Ef
16	13	20	I	Tc
	13	25	I	Sc
	15	38	I	Tf
	15	44	I	Sf
17	10	13	II	Oc
	10	35	I	Oc
	12	58	I	Ef
	13	18	II	Ef
18	7	50	I	Tc
	7	54	I	Sc
	10	08	I	Tf
	10	12	I	Sf
19	4	48	III	Tc
	4	56	II	Tc
	5	02	III	Sc
	5	03	II	Sc
	5	06	I	Oc
	7	26	I	Ef
	7	48	II	Tf
	7	54	II	Sf
	8	27	III	Tf
19	8	39	III	Sf

Día	Hora	Min	Sat	Fen
20	2	20	I	Tc
	2	23	I	Sc
	4	39	I	Tf
	4	41	I	Sf
	23	36	I	Oc
	23	39	II	Oc
21	1	55	I	Ef
	2	37	II	Ef
	20	51	I	Tc
	20	51	I	Sc
	23	09	I	Tf
	23	10	I	Sf
22	18	06	I	Ec
	18	20	II	Sc
	18	20	II	Tc
	19	07	III	Ec
	20	23	I	Of
	21	11	II	Sf
	21	12	II	Tf
	22	47	III	Of
23	11	17	IV	Sc
	11	24	IV	Tc
	15	20	I	Sc
	15	21	I	Tc
	15	50	IV	Sf
	16	05	IV	Tf
	17	38	I	Sf
	17	40	I	Tf
24	12	34	I	Ec
	13	01	II	Ec
	14	54	I	Of
	16	00	II	Of
25	9	49	I	Sc
	9	52	I	Tc
	12	07	I	Sf
	12	10	I	Tf

Día	Hora	Min	Sat	Fen
26	7	03	I	Ec
	7	37	II	Sc
	7	44	II	Tc
	9	01	III	Sc
	9	16	III	Tc
	9	24	I	Of
	10	28	II	Sf
	10	36	II	Tf
	12	38	III	Sf
	12	55	III	Tf
27	4	17	I	Sc
	4	22	I	Tc
	6	35	I	Sf
	6	40	I	Tf
28	1	31	I	Ec
	2	19	II	Ec
	3	54	I	Of
	5	26	II	Of
	22	46	I	Sc
	22	52	I	Tc
29	1	04	I	Sf
	1	11	I	Tf
	19	59	I	Ec
	20	54	II	Sc
	21	08	II	Tc
	22	24	I	Of
	23	05	III	Ec
	23	45	II	Sf
30	0	00	II	Tf
	3	14	III	Of
	17	14	I	Sc
	17	23	I	Tc
	19	33	I	Sf
	19	41	I	Tf
31	14	28	I	Ec
	15	37	II	Ec
	16	54	I	Of
	18	51	II	Of
	19	26	IV	Ec

GRÁFICO DEL MES



Días del mes (cada marca corresponde a la medianoche)

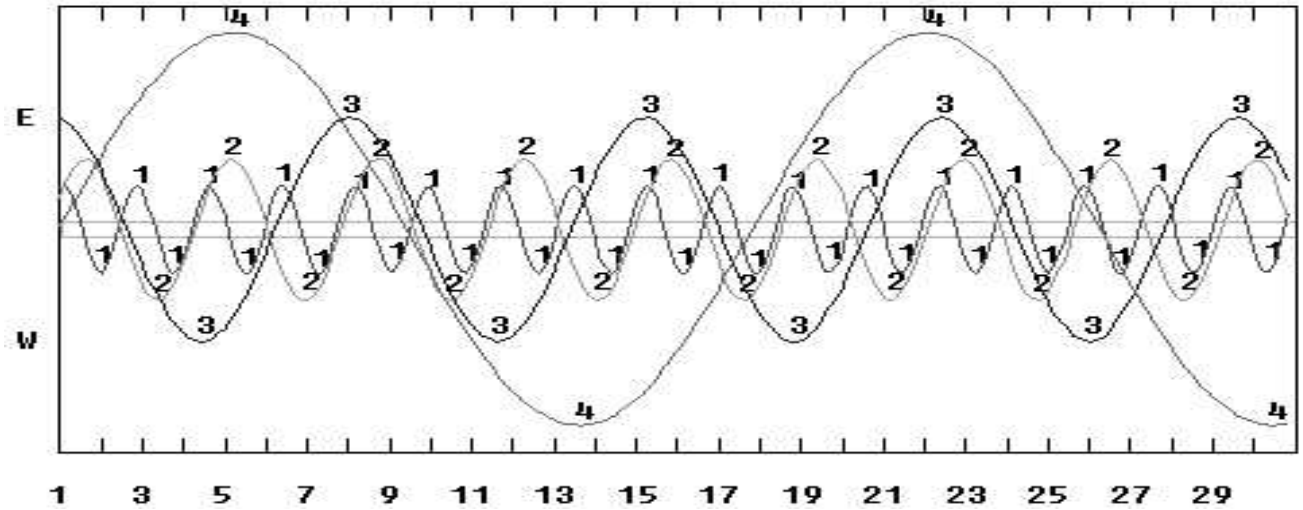
Satélites de Júpiter. Setiembre 2003

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.

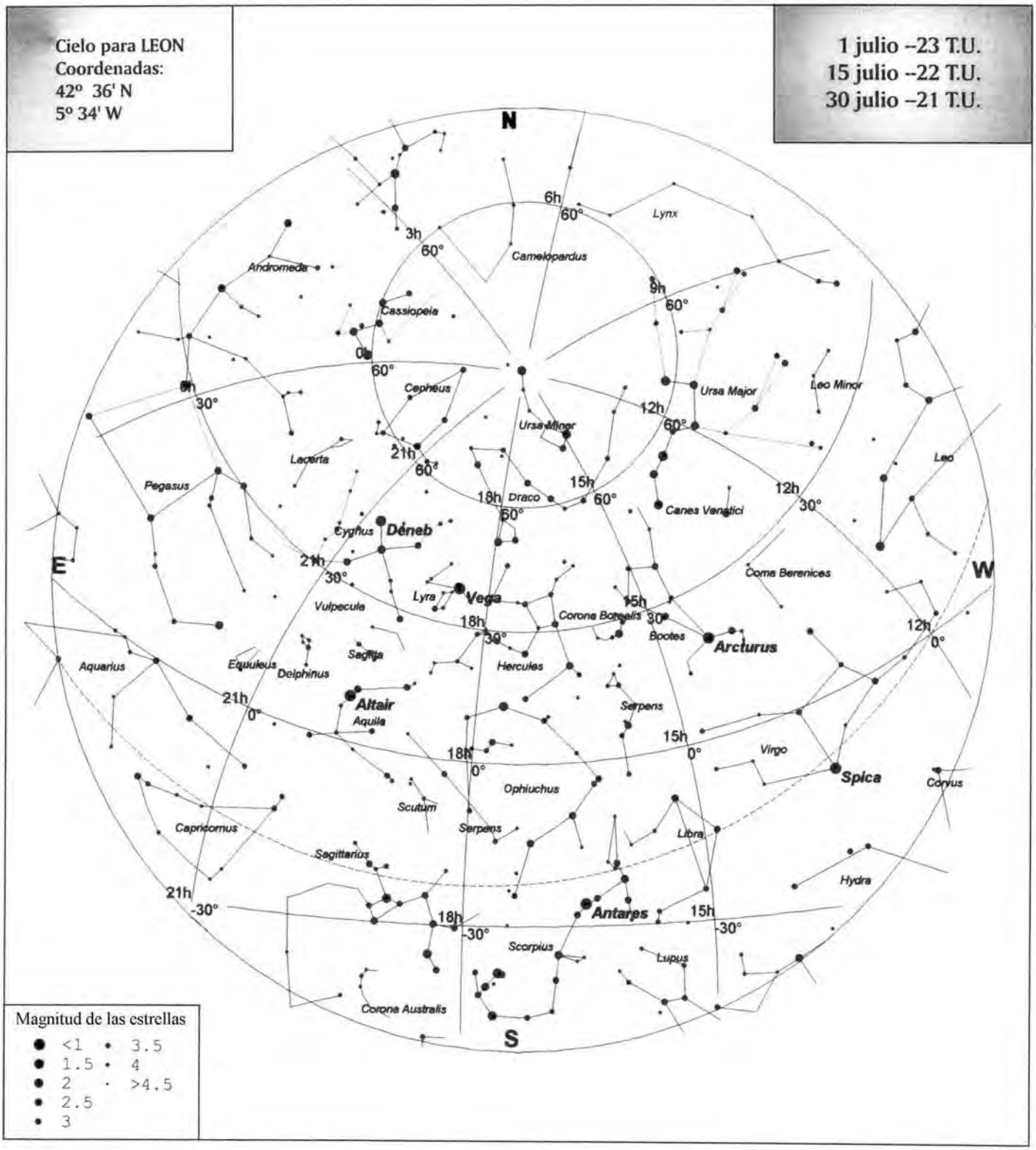
Día	Hora	Min	Sat	Fen
1	1	36	IV	Of
	11	43	I	Sc
	11	53	I	Tc
	14	01	I	Sf
	14	11	I	Tf
2	8	56	I	Ec
	10	11	II	Sc
	10	32	II	Tc
	11	24	I	Of
	13	00	III	Sc
	13	02	II	Sf
	13	23	II	Tf
	13	44	III	Tc
	16	36	III	Sf
	17	22	III	Tf
3	6	12	I	Sc
	6	23	I	Tc
	8	30	I	Sf
	8	42	I	Tf
4	3	25	I	Ec
	4	56	II	Ec
	5	55	I	Of
	8	17	II	Of
5	0	40	I	Sc
	0	54	I	Tc
	2	58	I	Sf
	3	12	I	Tf
	21	53	I	Ec
	23	27	II	Sc
	23	56	II	Tc
6	0	25	I	Of
	2	18	II	Sf
	2	47	II	Tf
	3	03	III	Ec
	7	41	III	Of
	19	09	I	Sc
	19	24	I	Tc
	21	27	I	Sf
	21	42	I	Tf
7	16	22	I	Ec
	18	14	II	Ec
	18	55	I	Of
	21	42	II	Of
8	13	37	I	Sc
	13	54	I	Tc
	15	55	I	Sf
	16	13	I	Tf
9	5	16	IV	Sc
	8	00	IV	Tc
	9	45	IV	Sf
	10	50	I	Ec
	12	34	IV	Tf
	12	44	II	Sc
	13	19	II	Tc
	13	25	I	Of
	15	35	II	Sf
	16	11	II	Tf
	16	58	III	Sc
	18	11	III	Tc
	20	34	III	Sf
	21	48	III	Tf
10	8	06	I	Sc
	8	25	I	Tc
	10	24	I	Sf
	10	43	I	Tf
11	5	18	I	Ec
	7	33	II	Ec
	7	55	I	Of
	11	08	II	Of
12	2	34	I	Sc
	2	55	I	Tc
	4	52	I	Sf
	5	13	I	Tf
	23	47	I	Ec
13	2	01	II	Sc
	2	25	I	Of
	2	43	II	Tc
	4	52	II	Sf
	5	34	II	Tf
	7	02	III	Ec
	12	07	III	Of
	21	03	I	Sc
	21	25	I	Tc
	23	21	I	Sf
	23	43	I	Tf
14	18	15	I	Ec
	20	51	II	Ec
	20	55	I	Of
15	0	32	II	Of
	15	32	I	Sc
	15	55	I	Tc
	17	50	I	Sf
	18	13	I	Tf
16	12	44	I	Ec
	15	18	II	Sc
	15	25	I	Of
	16	06	II	Tc
	18	09	II	Sf
	18	58	II	Tf
	20	56	III	Sc
	22	37	III	Tc
17	0	32	III	Sf
	2	13	III	Tf
	10	00	I	Sc
	10	26	I	Tc
	12	18	I	Sf
	12	44	I	Tf
	13	27	IV	Ec
	22	08	IV	Of
18	7	12	I	Ec
	9	55	I	Of
	10	09	II	Ec
	13	58	II	Of
19	4	29	I	Sc
	4	56	I	Tc
	6	47	I	Sf
	7	14	I	Tf
20	1	40	I	Ec
	4	25	I	Of
	4	35	II	Sc
	5	30	II	Tc
	7	26	II	Sf
	8	21	II	Tf
	11	00	III	Ec
	16	33	III	Of
	22	57	I	Sc
	23	26	I	Tc
21	1	15	I	Sf
	1	44	I	Tf
	20	09	I	Ec
	22	55	I	Of
	23	27	II	Ec
22	3	22	II	Of
	17	26	I	Sc
	17	56	I	Tc
	19	44	I	Sf
	20	14	I	Tf
23	14	37	I	Ec
	17	25	I	Of
	17	52	II	Sc
	18	53	II	Tc
	20	42	II	Sf
	21	44	II	Tf
24	0	54	III	Sc
	3	02	III	Tc
	4	30	III	Sf
	6	38	III	Tf
	11	54	I	Sc
	12	26	I	Tc
	14	12	I	Sf
	14	44	I	Tf
25	9	05	I	Ec
	11	55	I	Of
	12	46	II	Ec
	16	47	II	Of
	23	16	IV	Sc
26	3	41	IV	Sf
	4	29	IV	Tc
	6	23	I	Sc
	6	56	I	Tc
	8	41	I	Sf
	8	54	IV	Tf
	9	14	I	Tf
27	3	34	I	Ec
	6	25	I	Of
	7	08	II	Sc
	8	16	II	Tc
	9	59	II	Sf
	11	07	II	Tf
	14	59	III	Ec
	20	57	III	Of
28	0	51	I	Sc
	1	27	I	Tc
	3	09	I	Sf
	3	44	I	Tf
	22	02	I	Ec
29	0	55	I	Of
	2	03	II	Ec
	6	11	II	Of
	19	20	I	Sc
	19	57	I	Tc
	21	38	I	Sf
	22	14	I	Tf
30	16	30	I	Ec
	19	25	I	Of
	20	25	II	Sc
	21	40	II	Tc
	23	16	II	Sf

GRÁFICO DEL MES

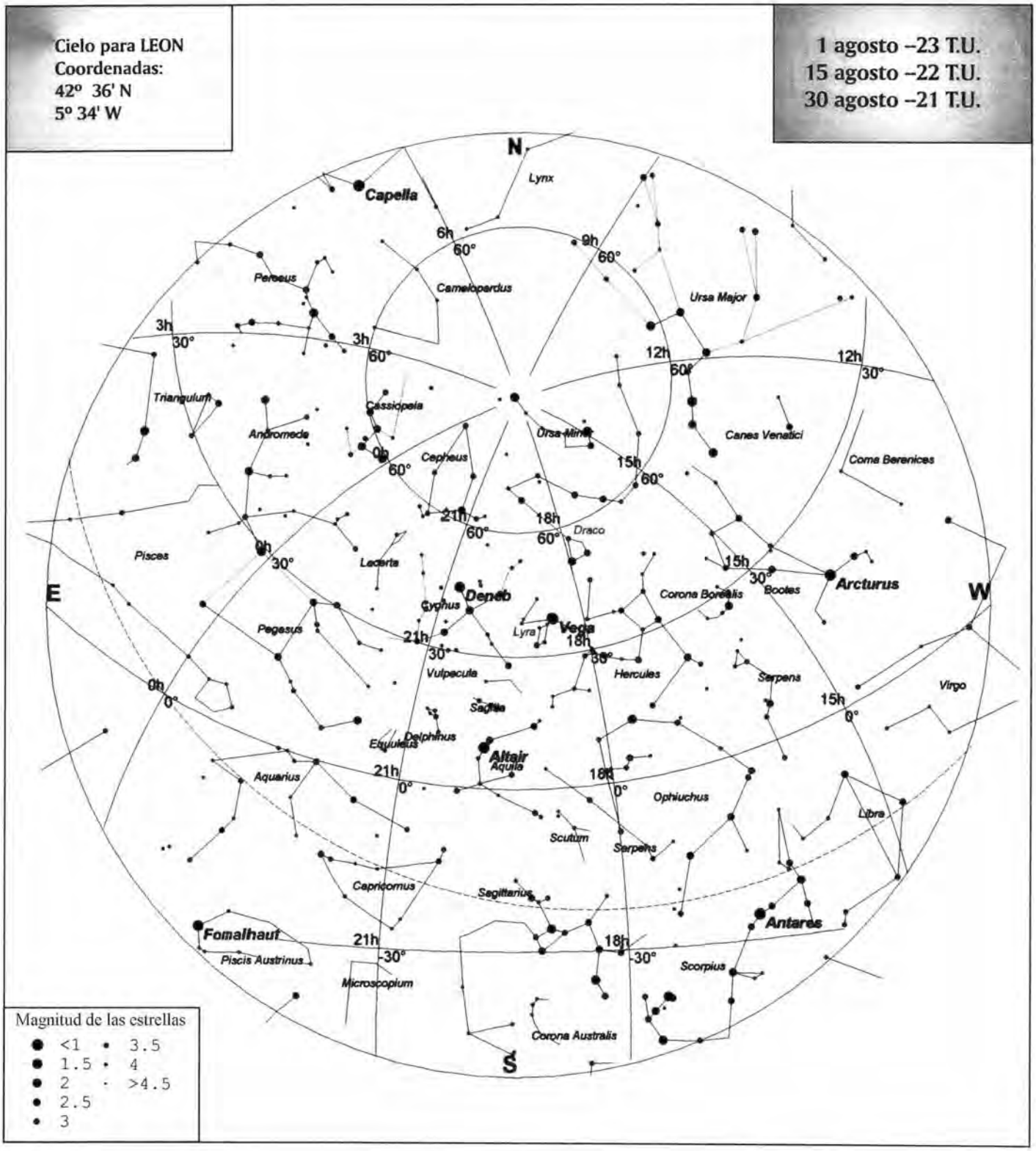


Días del mes (cada marca corresponde a la medianoche)

EL CIELO EN JULIO

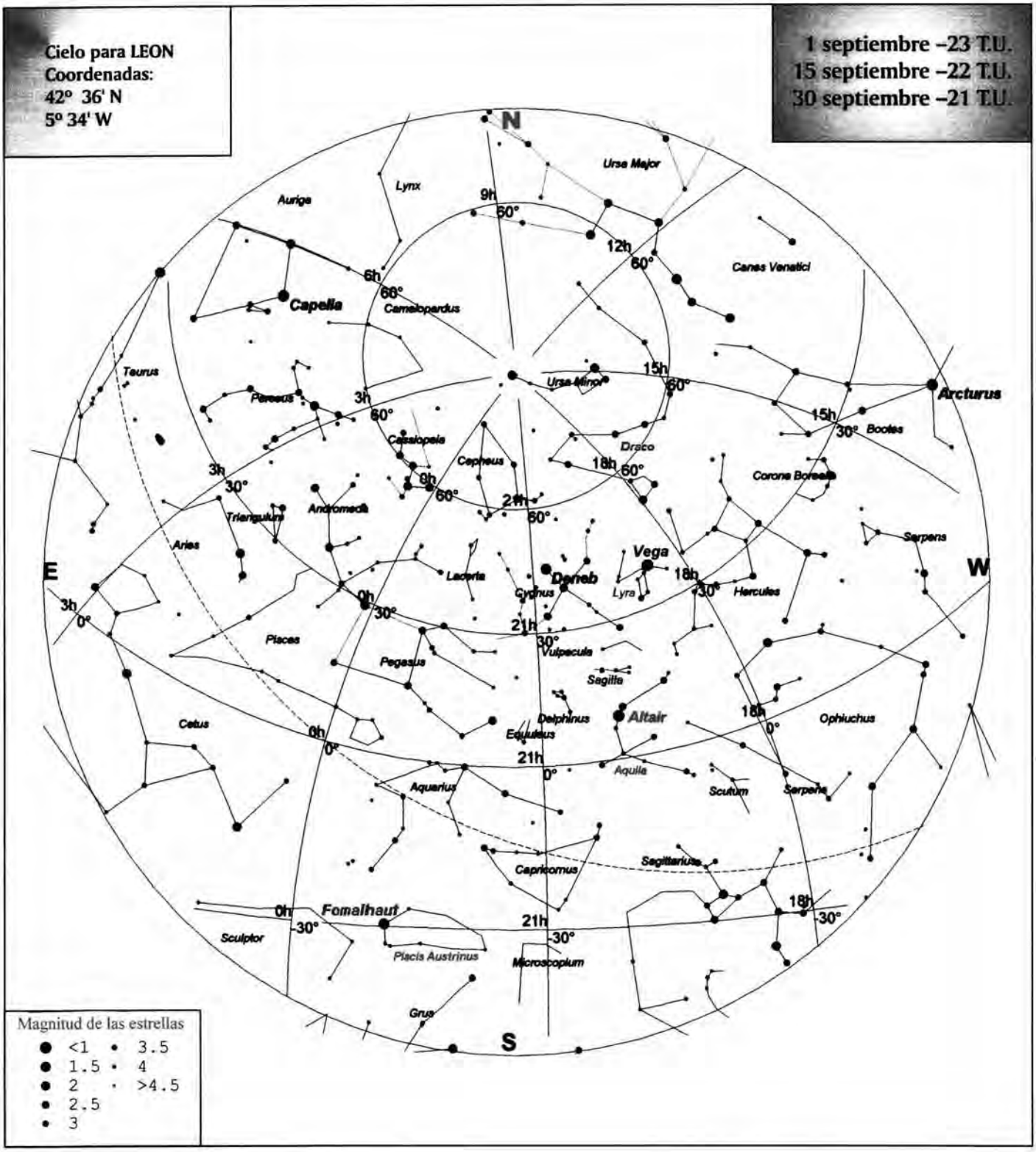


EL CIELO EN AGOSTO

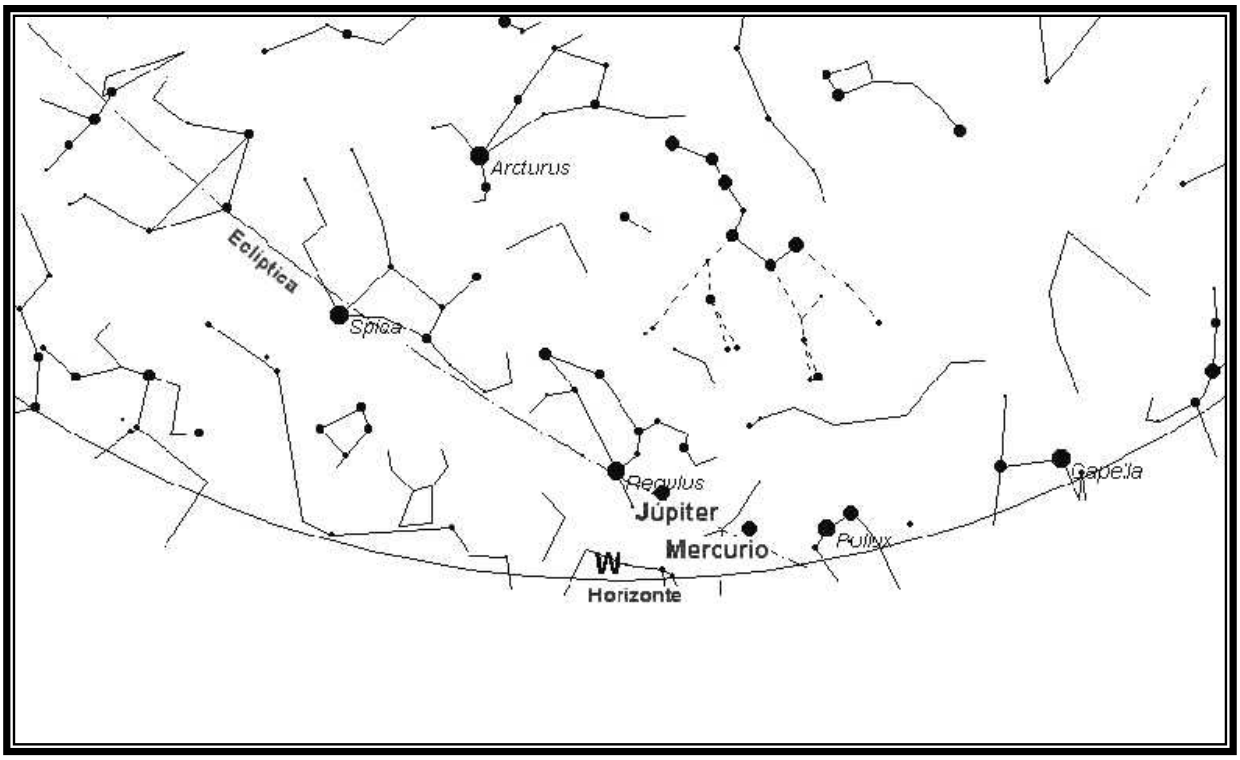


Iván Campo

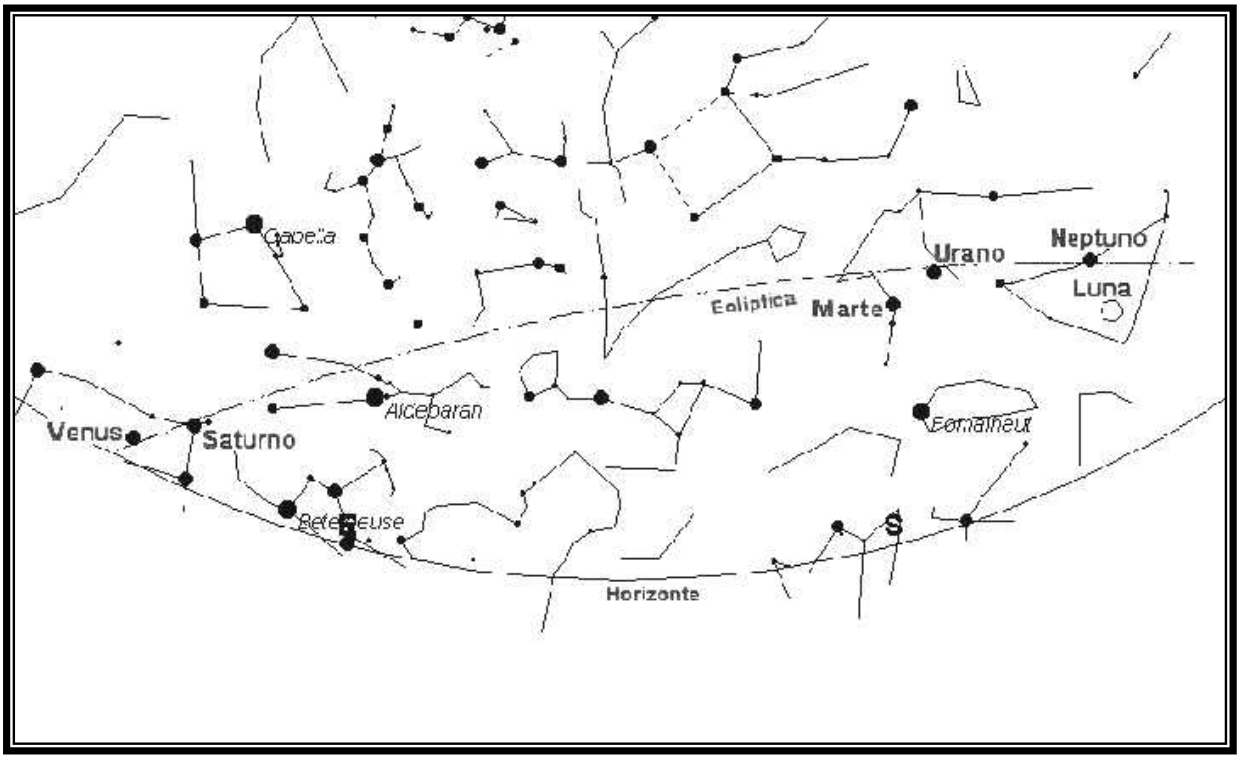
EL CIELO EN SEPTIEMBRE



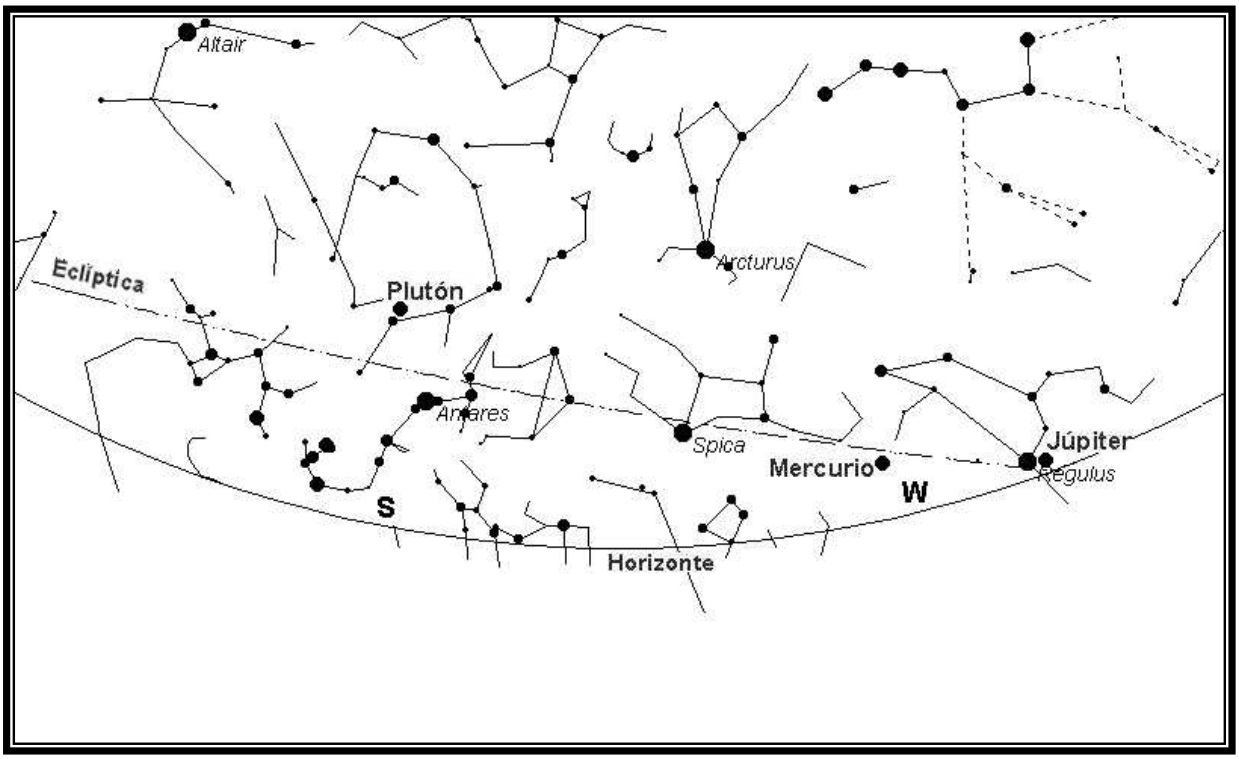
Los planetas visibles el día 15 de julio, al principio de la noche



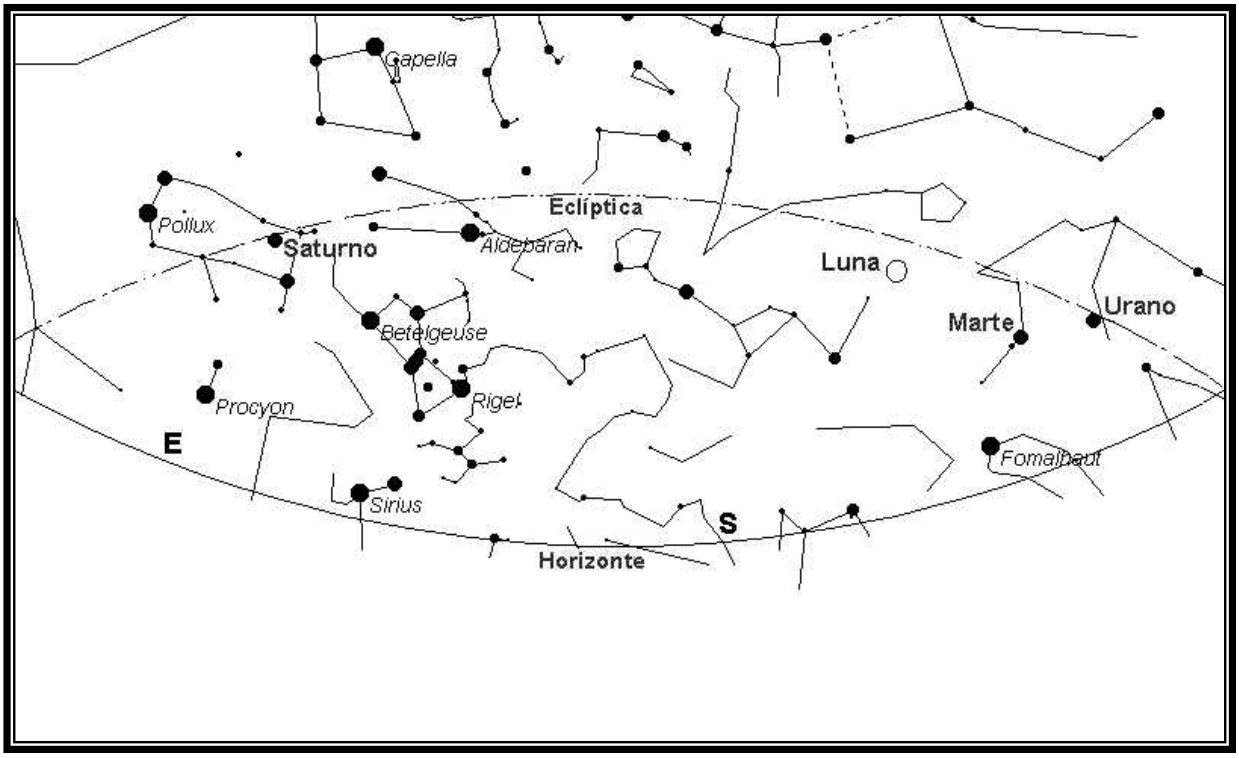
Los planetas visibles el 15 de julio, avanzada la madrugada



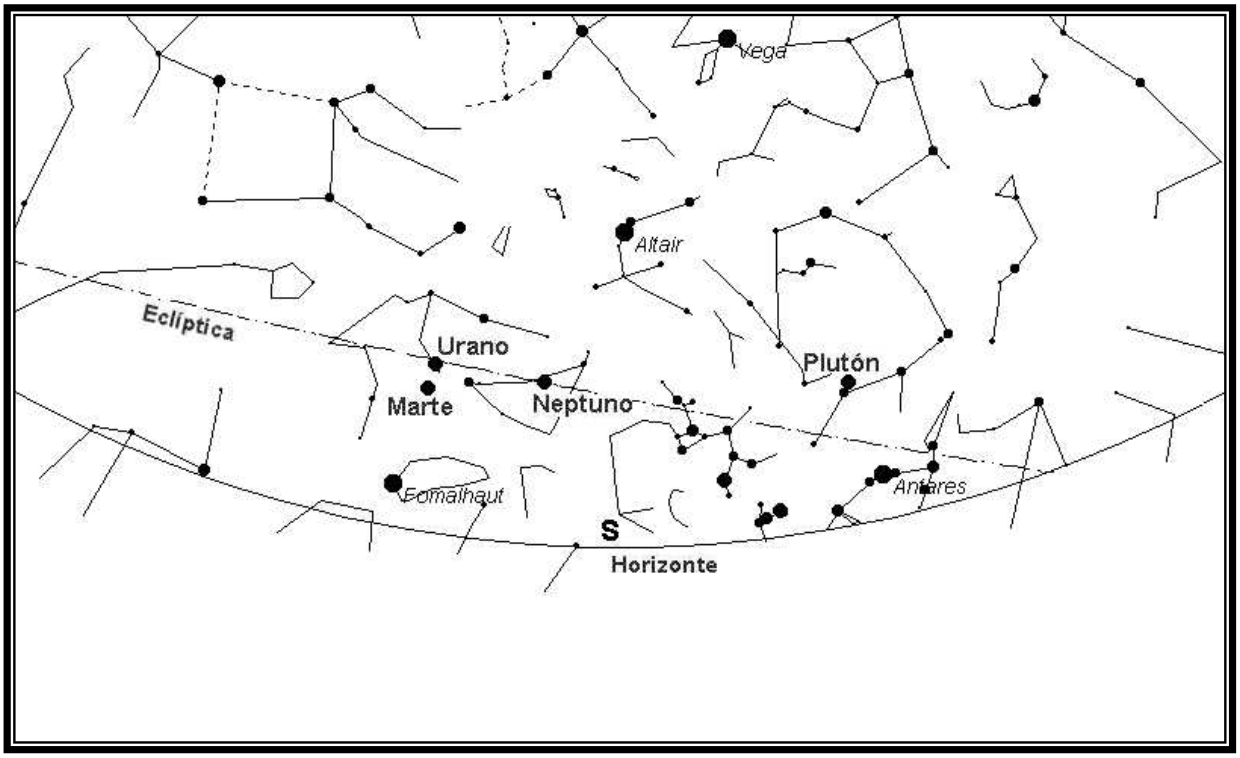
Los planetas visibles el día 15 de agosto, al principio de la noche



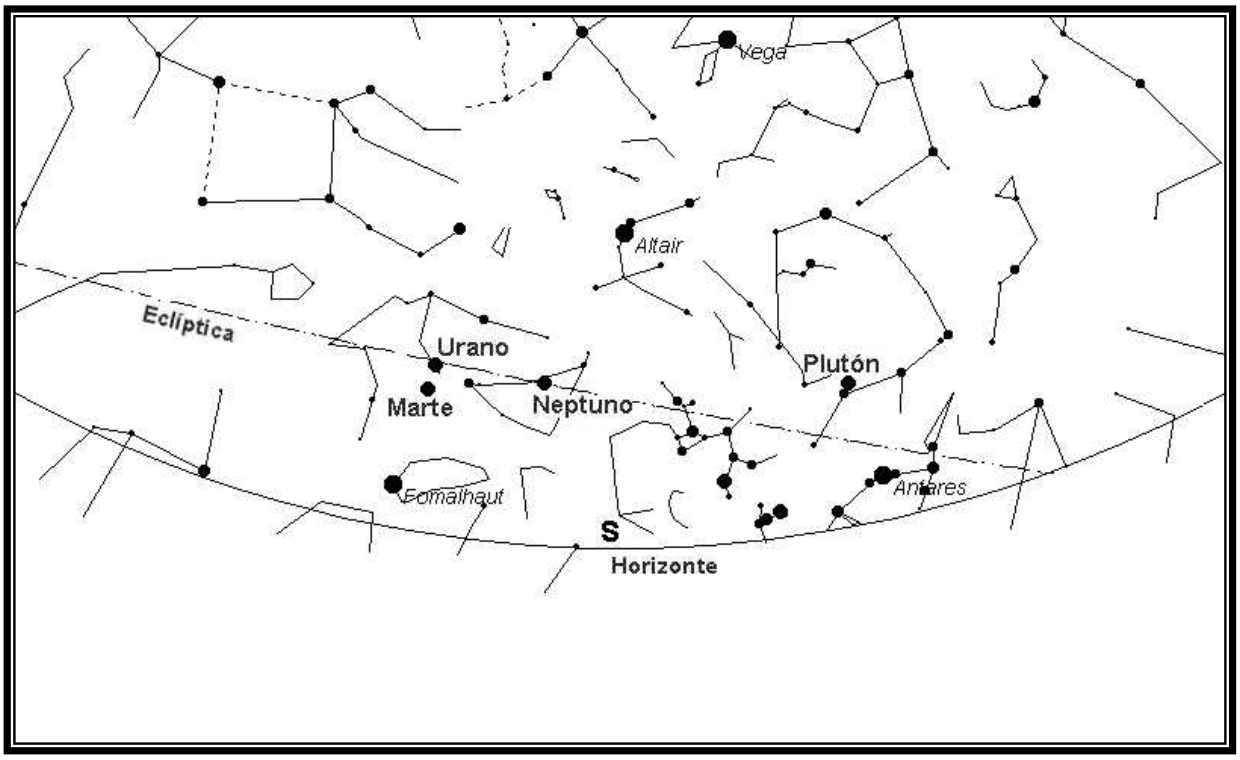
Los planetas visibles el 15 de agosto, avanzada la madrugada



Los planetas visibles el día 25 de setiembre, al principio de la noche



Los planetas visibles el 25 de setiembre, avanzada la madrugada



DISTANCIAS EN EL SISTEMA SOLAR

José María Pérez

INTRODUCCIÓN

El día 7 del pasado mes de mayo, desde las 7:12 hasta las 12:33 (hora oficial), pudimos observar el paso del planeta Mercurio por delante del Sol. La imagen de Mercurio, un pequeño círculo negro, describió una cuerda del disco solar, desde el borde Este al borde Oeste, tal como se anticipaba en el mapa incluido en el número anterior de LEO para la observación de este fenómeno. El próximo año, el día 8 de junio, un fenómeno similar, pero mucho más raro y llamativo, se repetirá con Venus.

Estos dos fenómenos, y sobre todo el de Venus en el año 2004, me inspiran la redacción de este artículo, en donde trato de repasar, a grandes rasgos, el proceso histórico que condujo a averiguar las distancias al Sol y a los planetas y, en definitiva, a fijar las dimensiones del Sistema Solar.

EL AÑO TERRESTRE Y LOS PERÍODOS SINÓDICOS DE LOS PLANETAS

El primer paso se dio en épocas muy remotas. La observación del movimiento cíclico del Sol respecto de las estrellas, ya se debiera al movimiento del Sol en torno a la Tierra (teoría geocéntrica) o de la Tierra alrededor del Sol (teoría heliocéntrica) permitió determinar la duración del año terrestre.

Así mismo, la observación continuada de los cambios de posición respecto del Sol de las "estrellas errantes" (los planetas visibles a simple vista) por parte de nuestros antepasados permitió determinar el período sinódico de cada uno, o sea, el tiempo que media entre dos oposiciones con el Sol (caso de Marte, Júpiter y Saturno) o el que transcurre entre dos conjunciones inferiores con el astro rey (caso de Mercurio y Venus). En efecto, la fijación aproximada de la fecha en que se produce uno de estos fenómenos no es difícil. Piénsese, por ejemplo, en el caso de Venus, el planeta más brillante. A una temporada de visibilidad al anochecer le sucede otra de visibilidad mientras que amanece. Y todavía hoy, a pesar del inconveniente que representa la iluminación nocturna artificial, podemos anotar la última fecha en que vemos Venus mientras oscurece, inmediatamente después de ponerse el Sol, y aquella otra en que se vislumbra inmediatamente antes de salir el Sol. Pues bien, la fecha media entre esas dos es, aproximadamente, la de la conjunción inferior de Venus. Este y otros métodos parecidos eran los que empleaban los astrónomos de la antigüedad para fijar las conjunciones y las oposiciones con el Sol de los diferentes planetas y para calcular, en consecuencia, los tiempos que median entre dos de ellas, es decir, los períodos sinódicos. La precisión, inicialmente lejos de los estándares actuales, fue mejorando con la repetición de las observaciones a través de plazos

largos de tiempo, hasta el punto de conseguirse resultados absolutamente concordantes con los aceptados hoy día.

En la época remota a la que me refiero, la hipótesis planetaria mayoritariamente aceptada era la geocéntrica. Ahora bien, las conjunciones y oposiciones son fenómenos reales, originados por la diferente velocidad de giro de cada astro, independientemente de cuál sea la geometría del Sistema Solar. Así que, ya giren alrededor de la Tierra el Sol y los restantes planetas o todos los planetas, incluida la Tierra, en torno al Sol, los períodos sinódicos, es decir, los intervalos entre dos conjunciones o dos oposiciones consecutivas, existen y se pueden medir. Otra cosa es su interpretación, que esa sí depende de cual sea la geometría del conjunto.

CÁLCULO DE LOS PERÍODOS SIDÉREOS DE LOS PLANETAS

Pues bien, cuando, a lo largo del siglo XVI, la teoría heliocéntrica de Nicolás Copérnico (Polonia, 1473-1543) se fue imponiendo, sus partidarios cayeron en la cuenta de la nueva interpretación que cabía hacer de los períodos sinódicos y fueron conscientes de que, a partir de ellos, se podían calcular los verdaderos períodos de revolución de los planetas en torno al Sol, que hoy llamamos períodos sidéreos.

Las figuras que aparecen a continuación facilitan la comprensión del sencillo razonamiento que conduce a este cálculo.

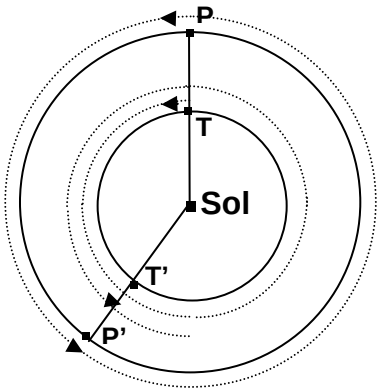


Figura 1

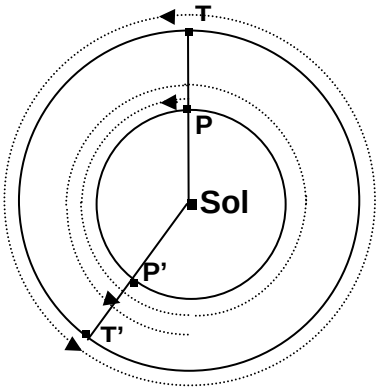


Figura 2

En la figura 1, aparecen la Tierra (T) y un planeta exterior (P) en el momento de una oposición con el Sol. Según indica la figura, la siguiente oposición ocurre, evidentemente, al cabo de más de un año terrestre, porque al llegar la Tierra otra vez a T, después de dar una vuelta completa alrededor del Sol, el planeta exterior ya no estará en P, y ambos, el planeta y la Tierra, deberán girar algo más hasta que la Tierra, que lo hace más deprisa, se sitúe en T' y vea al planeta exterior, que entre tanto habrá llegado al punto P', en oposición con el Sol. Partiendo del tiempo que transcurre entre las dos oposiciones del planeta (período sinódico, ya conocido), se puede, primero, calcular el ángulo P – Sol – P' y, luego, el período sidéreo o verdadero del planeta exterior P.

Por ejemplo, en el caso de Júpiter, el cálculo es el siguiente:

Período sinódico medio de Júpiter = tiempo promedio entre dos oposiciones consecutivas = 398,88 días (dato ya conocido de tiempos más antiguos).

En 365,25 días (dato también conocido desde la antigüedad) la Tierra gira 360º. Una sencilla regla de tres permite calcular cuánto gira la Tierra en 398,88 días:

365,25 ----- 360º

398,88 ----- x

$x = 398,88 \times 360 / 365,25 = 393,15º$ (más de 360º, que es una vuelta completa)

Entonces, el ángulo P – Sol – P' es 393,15º - 360º = 33,15º. Y si Júpiter tarda 398,88 días =1,09 años en girar 33,15º (desde P a P') alrededor del Sol, el tiempo que invierte en dar una vuelta completa (período sidéreo o verdadero) se obtiene por otra regla de tres:

33,15º ------ 1,09 años

360º ------- x

Período sidéreo = $x = 360 \times 1,09 / 33,15 = 11,84$ años

La figura 2 se refiere al caso de Mercurio o Venus, y el razonamiento para obtener el período sidéreo del planeta elegido es similar. Ahora es dicho planeta el que gira más deprisa que la Tierra, así que partiendo de la conjunción inferior inicial (con la Tierra en T y el planeta en P), se llega a la siguiente conjunción inferior, con la Tierra en T' y el planeta en P' (el planeta ha dado más de una vuelta completa alrededor del Sol).

En el caso de Mercurio, el período sinódico medio es 115,88 días. Luego el ángulo T-Sol-T' girado por la Tierra en este intervalo se calcula por esta regla de tres:

365,25 días ----- 360º

115,88 días ----- x

$x = 115,88 \times 360 / 365,25 = 114,21º$

Y si Mercurio gira 360º + 114,21º = 474,21º (más de una vuelta completa) en 115,88 días, el tiempo que tarda en dar justo una vuelta alrededor del Sol o período sidéreo se obtiene así:

474,21º ------ 115,88 días

360º ---------- x

$x = 360 \times 115,88 / 474,21 = 87,97$ días

Para finalizar este apartado, he aquí una tabla con los valores aceptados actualmente de los períodos sinódicos y sidéreos de los planetas visibles a simple vista (en ella puede verse la coincidencia de los resultados anteriores con estos valores):

Planeta	Mercurio	Venus	Tierra	Marte	Júpiter	Saturno
Período sinódico	115,88 días	583,92 días	--	779,94 días	398,88 días	378,09 días
Período sidéreo	87,97 días	224,70 días	365,26 días	686,98 días	11,86 años	29,46 años

CALCULO DE LAS DISTANCIAS RELATIVAS DE LOS PLANETAS AL SOL

En el transcurso del siglo XVI, diversos astrónomos idearon procedimientos para calcular la relación entre las distancias al Sol de la Tierra y cualquier otro planeta. La figura 3 vale para explicar el método utilizado.

En ella, S es el Sol. Estando la Tierra en T, un observador advierte que un planeta exterior, por ejemplo Marte, se encuentra en oposición con el Sol, o sea, en la dirección de la flecha 1. El observador dibuja un círculo arbitrario, que simboliza la órbita de la Tierra, sitúa el Sol en su centro, la Tierra en el punto T y la flecha 1 en sentido opuesto al Sol. Sabe ya que Marte tarda 687 días en dar una vuelta completa alrededor del Sol y que, por tanto, al cabo de este tiempo, volverá a ocupar el mismo lugar que ocupaba al principio. Y también sabe que la Tierra da una vuelta completa en su órbita cada 365 días y puede, por tanto, situar el punto donde se encontrará la Tierra cuando hayan pasado esos 687 días. Llama T' a ese punto. El observador espera ahora a que pasen realmente esos 687 días y en ese momento dirige su vista a Marte y mide con la mayor precisión posible el ángulo a, que forman las visuales desde la Tierra al Sol y a Marte. Esto le permite fijar en el dibujo la dirección de la flecha 2. Evidentemente, Marte se tiene que encontrar donde las dos flechas 1 y 2 se cruzan, que es el punto P.

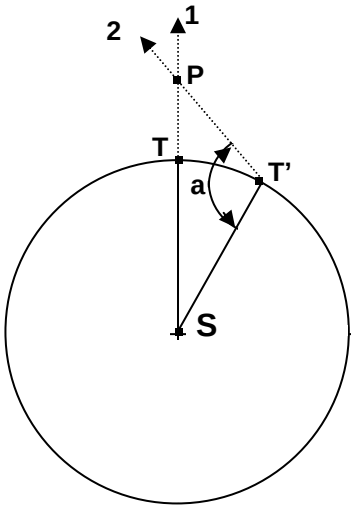


Figura 3

De esta forma, se puede averiguar la relación existente entre las distancias al Sol de Marte y la Tierra, es decir, el valor de $\frac{PS}{TS}$. La relación resulta ser aproximadamente 1,5, o lo que es lo mismo, la distancia de Marte al Sol es aproximadamente vez y media mayor que la de la Tierra al Sol. Y aunque no lleguemos todavía a saber cuáles son los valores absolutos de estas dos distancias, se comprende que en cuanto se encuentre un procedimiento para calcular una de ellas, también se podrá averiguar la otra.

Hemos supuesto que el planeta era Marte con el fin de concretar en lo posible la explicación, pero el razonamiento es similar en cualquier otro caso.

Inicialmente, los resultados obtenidos para las distancias relativas de los diferentes planetas conocidos al Sol fueron poco precisos, pero con el tiempo se perfeccionaron los cálculos, de modo que al comienzo del siglo XVII, esas distancias se conocían con una precisión próxima a la de los valores aceptados hoy, que son los siguientes:

Mercurio	Venus	Tierra	Marte	Júpiter	Saturno
0,387	0,723	1	1,524	5,203	9,539

UNA MOMENTÁNEA DIGRESIÓN: KEPLER, NEWTON Y SUS LEYES

En el siglo XVII, el astrónomo alemán Johannes Kepler (1571-1630) conoció los datos posicionales de Marte recopilados por el danés Tycho Brahe (1546-1601) con una gran precisión para aquella época en que aún no se había inventado el telescopio. Hasta entonces, los astrónomos creían que las órbitas de los planetas eran circulares, si bien no concéntricas con el Sol, sino cada una con una cierta "excentricidad", mayor o menor según los casos.

Pero Kepler se dio cuenta de que ninguna órbita circular, más o menos excéntrica respecto del Sol y cuyo tamaño relativo respecto de la de la Tierra fuera el ya conocido en su época (1,52), compaginaba con las posiciones de Marte recopiladas por Tycho Brahe. Y entonces tuvo la genial idea de pensar que la órbita podría ser una elipse, algo revolucionario en su época y no exento de riesgos. Después de algunos tanteos, encontró una elipse de posición, excentricidad y tamaño relativo adecuados que daba cuenta puntual de los movimiento de Marte registrados por Tycho Brahe, si se convenía en que la velocidad de giro no fuera constante, sino mayor cuando el planeta estaba cerca del Sol y menor cuando estaba lejos.

A Kepler le acompañó, desde luego, la fortuna. Marte, por ser el planeta exterior más próximo a la Tierra, es el planeta cuyo desplazamiento respecto de las estrellas se puede seguir durante plazos más largos y con mayor precisión. Además, a diferencia de la Tierra o Venus, cuyas órbitas apenas se distinguen de circunferencias, la elipticidad de la órbita de Marte es bastante más acusada: de los planetas visibles a simple vista, sólo le aventaja Mercurio en este aspecto. Por estas razones pudo Kepler, a pesar de la precariedad de los medios de la época, convencerse de que la órbita de Marte no podía ser circular.

Seguro Kepler de su descubrimiento, concluyó que las órbitas de los demás planetas tampoco eran circunferencias excéntricas, sino elipses como la de Marte, aunque cada una con sus características, y enunció sus famosas tres leyes del movimiento planetario.

La tercera, que establece una relación entre los períodos sidéreos de los planetas y sus distancias medias al Sol, le costó muchos tanteos, porque Kepler imaginaba que debía ser una relación sencilla, pero al fin vio que si dividía el cuadrado de cada período sidéreo expresado en años terrestres por el cubo de la distancia media (relativa, porque las absolutas todavía no se conocían) correspondiente se obtenían cocientes casi iguales a 1. Pensó con buen criterio que las

pequeñas diferencias eran debidas a errores en los valores disponibles de los períodos y las distancias medias relativas y fue entonces cuando afirmó que "los cuadrados de los períodos de revolución alrededor del Sol de los planetas son proporcionales a los semiejes mayores de sus órbitas elípticas".

La tabla siguiente ofrece la comprobación de la ley de Kepler, utilizando los valores aceptados hoy día (que también son aproximados, aunque mucho más precisos que los que manejó Kepler):

Planeta	Mercurio	Venus	Tierra	Marte	Júpiter	Saturno
Período sidéreo = p	0,241	0,615	1	1,881	11,862	29,456
Semieje mayor = a	0,387	0,723	1	1,524	5,203	9,539
p^2	0,058	0,378	1	3,538	140,707	867,656
a^3	0,058	0,378	1	3,540	140,852	867,978
p^2 / a^3	1	1	1	0,999	0,999	0,999

Al enunciar sus leyes, Kepler se basó exclusivamente en datos obtenidos mediante la observación. No pudo ofrecer ningún fundamento teórico que las justificase. Fue Isaac Newton (1642-1727) quien bastante más tarde, y utilizando el cálculo diferencial, que él mismo, junto con el matemático alemán Wilhelm Leibniz (1646-1716), inventaron, sentó las bases teóricas de los movimientos de los astros al enunciar la ley de la gravitación universal, de la que, como caso particular, se deducen las leyes de Kepler.

A partir de este momento, cuando se descubre un nuevo astro tributario del Sol, se obtiene enseguida, mediante la observación de su desplazamiento respecto de las estrellas en varias noches consecutivas, su período sidéreo. Y a partir de él, se calcula su distancia media al Sol y las restantes características de su órbita.

CÁLCULO DE LAS DISTANCIAS ABSOLUTAS

Retomemos el tema principal y pasemos al último capítulo, el de la determinación de las distancias absolutas. El procedimiento clásico se basa en el concepto de paralaje, que se puede ilustrar de un modo simple, manteniendo verticalmente un lápiz con una mano delante de los ojos. Mirando alternativamente con el ojo derecho y con el izquierdo, se observa que la posición del lápiz respecto del fondo varía. La amplitud de la variación o paralaje depende de la distancia a la que pongamos el lápiz: es mayor cuanto más cerca está el lápiz. La paralaje también aumenta si en lugar de mirar alternativamente con cada ojo, el observador mira por un solo ojo, pero lo hace desde dos sitios distintos. Existen fórmulas matemáticas que permiten calcular la distancia conocida la paralaje y la distancia entre los dos puntos desde donde se mira.

En el caso de un astro del sistema solar, la paralaje se calcula observando su variación de posición respecto de las estrellas, cuando nos trasladamos de un lugar de la Tierra a otro lo más lejano posible. Lo que sucede es que, salvo en el caso de la Luna, la variación es inapreciable a

simple vista, por lo que las paralajes planetarias sólo pudieron medirse cuando los astrónomos dispusieron de telescopios suficientemente potentes.

El primer planeta sometido a observación para tratar de calcular su paralaje fue Marte. En 1671, aprovechando su oposición respecto del Sol, los astrónomos Jean Richer (francés) y Giovanni Domenico Cassini (italiano radicado en Francia) anotaron cuidadosamente la posición de este planeta respecto de las estrellas, observándolo con sendos telescopios y con la máxima simultaneidad desde las localidades de Cayenne (Guayana Francesa, en América del Sur) y París. Comparando los dos gráficos, midieron la variación de posición de Marte respecto de las estrellas y, con este dato y la distancia entre Cayenne y París, calcularon la distancia de la Tierra al planeta. Conocida esta distancia (que en la figura 3 es la longitud PT), quedaban calculadas las distancias de todos los planetas al Sol y, en particular, la de la Tierra al Sol, que Cassini evaluó en 140.000.000 de kilómetros, un valor ciertamente distinto del aceptado actualmente.

Desde la época de Cassini hasta mediado el siglo XX se han repetido los cálculos de paralajes planetarias. En 1835, el astrónomo alemán Encke aprovechó el paso de Venus por delante del Sol (fenómeno similar al que hemos tenido la oportunidad de observar el día 7 del pasado mes de mayo, con Mercurio, e igual al tránsito sobre el Sol del propio Venus, en el año próximo) para calcular la paralaje de este planeta. En los tránsitos de estos planetas por delante del Sol, lo que ocurre es que si se observa desde dos lugares de la Tierra de latitud geográfica diferente, el planeta aparenta recorrer dos cuerdas paralelas del disco solar. Midiendo la distancia entre esas dos cuerdas, es posible calcular la distancia del planeta a la Tierra. Por eso dije al principio que la circunstancia del tránsito de Mercurio por delante del Sol me animó a escribir este artículo. Nos hemos puesto de acuerdo con aficionados de Sudáfrica para intercambiarnos fotografías y grabaciones de vídeo de tales fenómenos y comprobar así fehacientemente la diferencia entre las trayectorias aparentes desde observatorios distintos.

Ya en épocas más recientes, se han utilizado asteroides que se acercan a la Tierra más que los grandes planetas y la fotografía ha permitido medir con mucha más precisión sus cambios aparentes de posición respecto de las estrellas cuando se comparan imágenes tomadas desde observatorios distintos. Además, como se han utilizado asteroides pequeños, sus imágenes fotográficas son puntuales, como las de las estrellas, lo que facilita la medida de sus paralajes. Entre otros, se han utilizado los asteroides Eros (en 1931), Amor, Hermes y otros.

En los últimos años se ha empleado otra técnica completamente distinta para calcular las distancias en el sistema solar. Consiste en el envío hacia la superficie de un planeta, por ejemplo Venus, de señales de radar cuyo eco se registra mediante receptores adecuados. Como las señales se transmiten a la velocidad de la luz, el tiempo transcurrido entre la emisión y la posterior recepción del eco sirve para calcular la distancia con una precisión excepcional.

Bibliografía

-Asimov, Isaac. El Universo. Alianza Editorial, Madrid, 1973

-Norton, Arthur P. Nortons's Star Atlas. Sky Publishing Co., Cambridge, Mass, EE.UU. 1973

-Diccionario Enciclopédico Espasa en 2 volúmenes. Espasa Calpe, Madrid, 1995

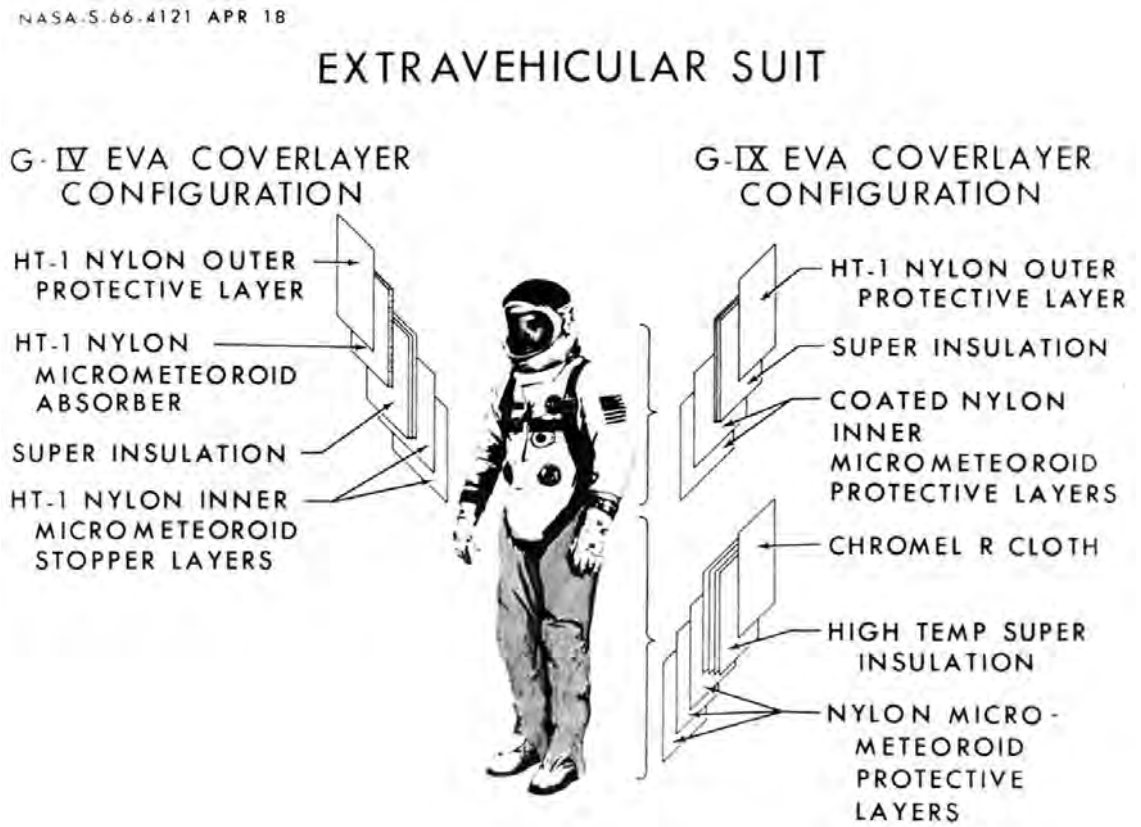
-José María Pérez. Distancia al Sol mediante observaciones de Marte. Revista ALA, enero 1991

DOCUMENTOS DE LA NASA EN LA ASOCIACIÓN (II): LA MISIÓN GEMINI 9

Ricardo Chao Prieto (chao@ctv.es)

Como avanzamos en el número anterior de LEO, nuestra intención es analizar pormenorizadamente algunos de los documentos más llamativos de la NASA en posesión de la Asociación. Os recordamos que están disponibles para libre consulta de los socios, si bien no es material sujeto a préstamo.

En nuestros archivos, la misión de la NASA que más llama la atención a primera vista es la Gemini 9 (60 páginas), ya que se trata de la única de las que disponemos que fue llevada a cabo con tripulación humana. Este informe de prensa (nº 66-97) fue emitido por la Agencia Espacial en la madrugada del 10 de mayo de 1966, y el lanzamiento de la nave estaba previsto para el 17 de mayo de ese mismo año. Como veremos posteriormente, este programa no se cumplió, ya que el día de partida hubo una avería que obligó a posponer el despegue hasta el día 3 de junio.

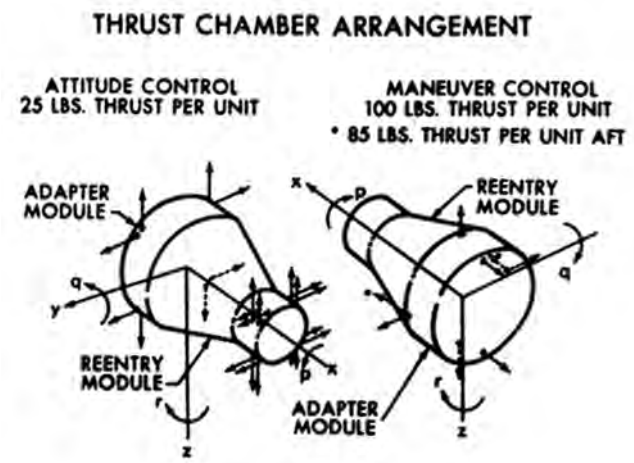


Composición del traje espacial para la actividad extravehicular

Como señala el informe en sus primeras páginas, el objetivo de la misión consistía en el encuentro y ensamblaje de la nave Gemini 9 con el vehículo-objetivo "Agena", así como un "paseo" extravehicular del piloto. El vehículo Agena sería lanzado a las 10 AM, y la Gemini 9 a las 11:39:09 (hora local de la Costa Este de EEUU). La misión se llevaría acabo en tres días, y

Edwin A. Aldrin (que sería el segundo ser humano en pisar la Luna) figuraba como piloto suplente: además, un poco más adelante se señala que todavía no había hecho ningún vuelo espacial. El encuentro entre las dos naves estaba previsto para la tercera órbita del Agena, cuatro horas después del despegue de la Gemini. Se suponía que la actividad extravehicular duraría dos horas y veinticinco minutos, y que durante la misma se llevarían a cabo varios experimentos con meteoroides. El astronauta dispondría de una mochila con propulsores y oxígeno (Unidad para la Maniobra del Astronauta; AMU por sus siglas en inglés). Estaba previsto realizar otros siete experimentos, además de una simulación de un encuentro abortado del Módulo de Excursión Lunar (conviene no olvidar que el fin último de las misiones Gemini era poner a seres humanos sobre la Luna). El lugar de aterrizaje en el regreso sería el Atlántico Oeste, a unas 345 millas de Cabo Kennedy.

Tras esta explicación previa, el informe pasa a pormenorizar los detalles y entresijos de la misión. Comienza narrando el proceso de fabricación y montaje de las naves y de los cohetes de lanzamiento, y continúa con el procedimiento de entrenamiento al que sería sometida la tripulación. El documento prosigue con el desglose de la cuenta atrás del lanzamiento; ésta no consiste sólo en la famosa "cuenta atrás de los diez segundos", sino que empieza tres días antes del despegue. La lista de la cuenta atrás incluye todo tipo de detalles, incluyendo la hora del desayuno de los astronautas, cuándo han de ponerse los trajes espaciales, el encendido de los motores, etc., etc.



A continuación se describe con detalle cada uno de los aspectos de la misión, pero nos limitaremos a enumerar los principales epígrafes: Lanzamiento, Encuentro (con todas sus fases), Maniobras de acoplamiento, Actividad Extravehicular, Maniobras Primarias de Propulsión Acoplada, Equiperiodo de Reencuentro, Simulación de Reencuentro Abortado del Módulo de Excursión Lunar, Maniobra del Sistema Secundario de Propulsión Acoplada, Separación Final, Retropropulsión, y Maniobras de Seguimiento del Agena (que quedaría en órbita para posibles acoplamientos de misiones futuras).

Inmediatamente después viene la información completa acerca de las órbitas y revoluciones que llevarían a cabo las naves, para lo cual se introducen unas tablas que incluyen el minutaje y otros aspectos técnicos.

A partir de la página 20 se detallan los experimentos a realizar, así como otros aspectos de la misión (como las características técnicas del AMU).

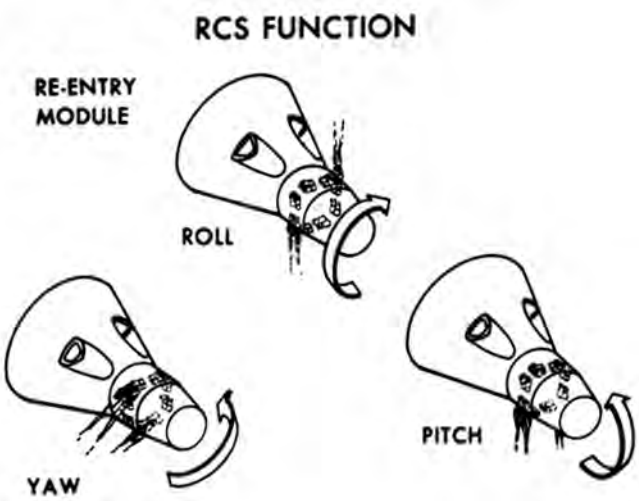
En un nuevo apartado se informa de todo lo relativo a la tripulación, comenzando por el entrenamiento. Se describen los trajes espaciales, así como el cable umbilical para el paseo espacial, y las cámaras a utilizar (con todo lujo de detalles técnicos como medida de la lente, apertura, focal, tiempos de exposición, resolución, etc., etc.) Se incluye la alimentación de los astronautas: les correspondían diez comidas en toda la misión, y casi todas consistían o bien en pequeñas raciones rehidratables (R) o bien en raciones "de boca" o normales (B). El nivel de detalle es tal, que hasta se señala la parte de la nave en la que estarían almacenados los alimentos. Como ejemplo, incluiremos la transcripción completa del menú del primer día:

COMIDA B	**CALORÍAS**
(B) Tarta de fruta (de piña)	253
(B) Sandwiches de queso (6)	324
(B) Cubos de cacahuetes (6)	297
(B) Tostadas de canela (6)	99
(R) Bebida de zumo de uva	83
(R)Bebida de zumo de naranja y uva	83
TOTAL	1139
COMIDA C	**CALORIAS**
(R) Pollo y salsa	92
(R) Pudding de albaricoque	300
(B) Cubos de pan tostado (6)	161
(B) Brownies (una especie de pastelillos de chocolate)	241
(R) Bebida de naranja	83
(R) Bebida de zumo de uva	83
TOTAL	960

TOTAL DE CALORÍAS DEL DÍA 1: 2099

Como podemos ver, los astronautas disfrutaban de un menú variado pero equilibrado, con un aporte de energía suficiente para llevar a cabo sus tareas espaciales.

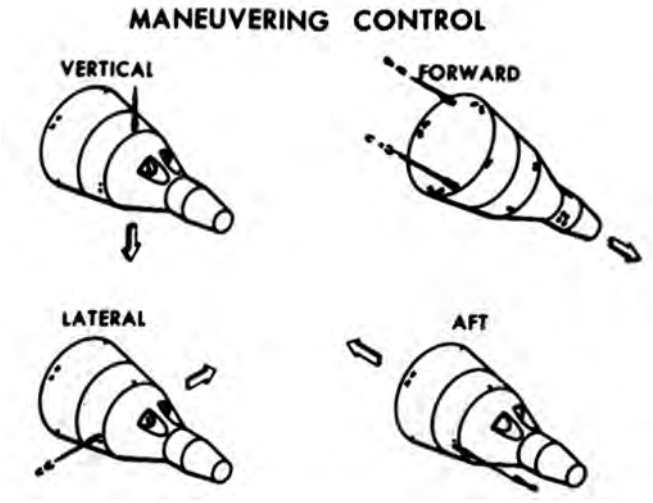
Además, la tripulación sería sometida cada día a chequeos médicos. También consta en el informe el tratamiento que recibirían los residuos orgánicos: en el caso de los residuos "sólidos" había que ajustarse una bolsa de plástico al cuerpo, lo que no debía de ser muy cómodo, y luego se depositaba con su contenido en los contenedores de comida vacíos.



A continuación se detalla la red

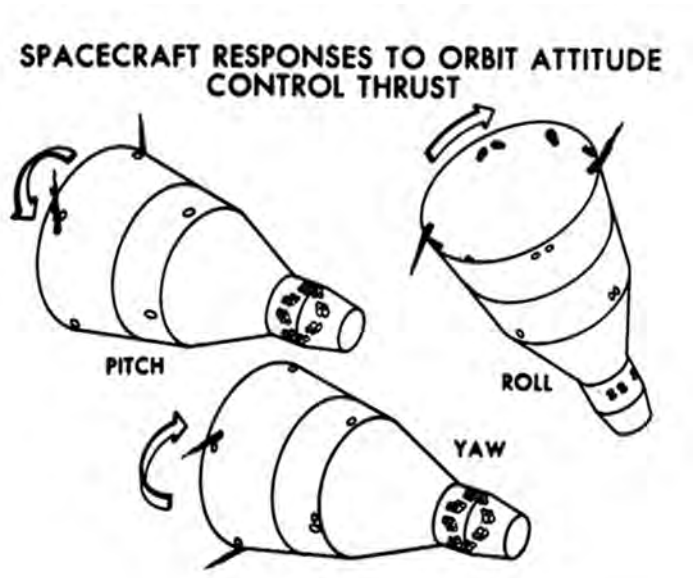
terrestre de estaciones de seguimiento de la misión, en la que se encuentra incluida la Isla de Gran Canaria. Por supuesto se añaden todo tipo de aspectos técnicos del seguimiento (sistemas de comunicación, radares, etc., etc.), incluyéndose un cuadro con las estaciones y los sistemas empleados por cada una de ellas.

Se explican los tres métodos de escape en caso de ser abortada la misión, si bien afortunadamente no tuvieron que ser puestos a prueba. También se incluye la composición de los kits de supervivencia que iban adosados a los asientos eyectables.



Había dos tipos de áreas de aterrizaje para la Gemini 9: las planeadas y las de contingencia (donde habría que realizar largas tareas de búsqueda). De las primeras había previstas dos, una en el Atlántico Oeste y otra o bien en el Atlántico Este, o en el Pacífico Oeste, o en el Pacífico Medio (que era donde había barcos bajo aviso). Si la misión era abortada en el lugar del lanzamiento, se había dispuesto que la zona de búsqueda abarcaría unas 41 millas, aunque si ello acaecía en una fase avanzada se alargaría hasta la costa oeste de África.

Después se describe pormenorizadamente las características, forma y partes de la nave Gemini, del vehículo de lanzamiento (GLV-9), del Agena, y del cohete Atlas, incluyendo la cantidad de combustible, los sistemas eléctricos, etc., así como una descripción del "super-ordenador" de a bordo, con una capacidad de almacenamiento de datos de 12.500.000 bits. La verdad es que resulta increíble que con medios como estos pudieran llegar a la Luna tres años más tarde. Y sin embargo, hoy en día tenemos muchísimos más medios, y de mejor calidad, pero nadie salvo los chinos se ha planteado regresar a nuestro satélite.



A continuación vienen varias páginas con toda la información concerniente a los miembros de la tripulación (nombre, lugar de nacimiento, educación, estado civil, hijos, y experiencia). También se incluye a la tripulación de reserva, por lo que disponemos de un completo *currículum vitae*

de Edwin Eugene Aldrin (eso sí, sin actualizar a partir de 1966). Como curiosidad, señalar que participó en la guerra de Corea y que derribó dos MIG-15.

Después viene un resumen de todas las misiones Gemini llevadas a cabo hasta esa fecha, y se incluye una tabla con sus principales datos.

En la parte final viene una lista con los nombres de los oficiales a cargo del proyecto, y una completa lista de las compañías contratadas y los sistemas que estaban a su cargo.

Hasta aquí llega el informe de prensa relatando los planes previstos, pero ¿qué ocurrió en realidad cuando llegó la hora de la verdad?

UNA MISIÓN ACCIDENTADA

El lanzamiento tuvo que ser pospuesto cuando el vehículo de lanzamiento del Agena falló el 17 de mayo. Esta nave-objetivo tuvo que ser sustituida por otro blanco, el "Augmented Target Docking Adapter" (ATDA), que fue puesto en órbita por un cohete Atlas el 1 de junio desde el complejo de lanzamiento 14. Pero la nave Gemini 9 no pudo ser lanzada el mismo día, ya que hubo un fallo en el ordenador del sistema de guía. Hubo que esperar hasta el día 3; la misión partió a 8:39:33. He aquí algunos datos técnicos del vuelo:

Altitud: 311.5km (168nm)
Inclinacion: 28.86 grados
Orbitas: 45
Duracion: 3 Dias, 0 horas, 20 min, 50 segundos

Aterrizaje:6 de junio 1966. El amerizaje tuvo lugar en los 27 grados 52 min N y 75 grados 0.4 min Oeste. Falló al punto previsto por 704 millas. Recuperado por el USS Wasp (tripulación a bordo en 52 minutos).

Imagen de Marruecos y del entonces Sáhara Español tomada desde el Gemini 9 (Archivo NASA)

La primera y principal misión fue un fracaso, ya que un fallo en el ATDA impidió el acoplamiento, por lo que hubo que improvisar otras actividades sobre la marcha. El paseo espacial tuvo que ser pospuesto un día, pero cuando se llevó a cabo duró dos horas y ocho minutos, siendo así el más largo realizado hasta aquella fecha. Una de las razones fue que el dispositivo AMU resultó mucho más difícil de manejar de lo previsto. El resto de experimentos tuvo éxito, aunque desde luego se puede afirmar que fue una misión muy diferente a lo planeado, si bien la NASA dio muestra de una gran y rápida capacidad de improvisación.

Para más detalles del transcurso de la misión se puede consultar la página web http://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/tmp/1966-047A-traj.html

LA BIBLIOTECA

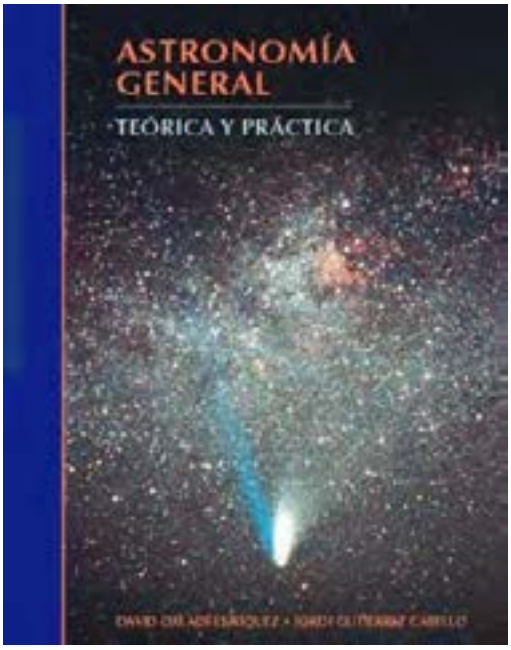
Saúl Blanco (sblanza@yahoo.es)

Galadí-Enríquez, D.; Gutiérrez, J. "Astronomía General. Teoría y Práctica". Omega; Barcelona, 2001. 1008 pp.

Desde que el profesor Comás Solá fundara la Astronomía moderna hispana con su famosa obra "Astronomía" (Sopena, 1943), prácticamente nadie se había atrevido a abordar la heroica gesta de compendiar y sintetizar los conocimientos astronómicos actuales en un único volumen que, además, esté dirigido al público general.

Afortunadamente ha sido un tándem de probada solvencia el encargado de esta empresa. Es el formado por David Galadí-Enriquez y Jordi Gutiérrez, que han conseguido, tras cinco años de intenso trabajo, sacar adelante esta obra absolutamente excepcional. David Galadí es doctor en astronomía y actualmente trabaja en el Centro de Astrobiología del CSIC en Torrejón (Madrid), es también el autor de otras obras bien conocidas por los aficionados como "A Ras de Cielo" (Ediciones B) o "Manual práctico de astronomía con CCD" (Omega). Colabora con varios grupos de astrónomos aficionados como importante militante de la campaña contra la contaminación lumínica y es además un consumado esperantista. Jordi Gutiérrez es físico, especializado en teledetección y física estelar, imparte clases de introducción a la astronáutica en la Universidad Politécnica de Cataluña.

"Astronomía General" es un libro demandado por astrónomos aficionados y profesionales desde hace años, y en poco tiempo se convertirá con toda seguridad en la obra de referencia básica sobre astronomía en castellano. Si bien el mercado editorial está relativamente bien provisto de literatura astronómica (básicamente libros divulgativos y "manuales de aficionado"), realmente era difícil encontrar una obra que reuniera los contenidos necesarios para considerarse como una "astronomía general". A lo largo de sus 44 capítulos los autores recogen pormenorizadamente la situación actual de las ciencias astronómicas, desde la cosmología a la planetología pasando por la astrobiología. El apartado práctico que incluye cada sección es especialmente apropiado a la hora de emplear este texto para la didáctica de la Astronomía, ya sea a nivel de bachillerato o universitario.



Una de las características más sobresalientes y atractivas de la obra es su asombroso grado de actualización, lo cual es especialmente de agradecer en una Ciencia sometida a continuos cambios. Las más recientes teorías sobre dinámica estelar o las últimas innovaciones es astronomía digital tienen están ampliamente representadas en varios capítulos. Como reconoce uno de los autores, "Aunque están por venir nuevos descubrimientos, y aunque algunas de las teorías más novedosas explicadas tengan que revisarse en años próximos, el cuerpo de la obra seguirá siendo válido durante bastante tiempo. Para que este libro requiriera una reelaboración profunda, tendría que ocurrir un cambio revolucionario en astronomía, algo que no parece previsible".

Estamos, en definitiva, ante una de las mejores obras científicas que se han publicado en castellano, y todo un ejemplo a seguir es cuanto a su encomiable capacidad de combinar rigor científico y amenidad divulgativa. El único inconveniente: disfrutar de esta obra excepcional requiere el desembolso de cerca de 100 €, dado que la editorial no ha previsto una gran demanda de ejemplares. Así todo, puede considerarse como una segura inversión para el futuro.

Hay cosas más importantes que el dinero

Tu confianza hace posible estas acciones

www.cajaespana.es

Caja España
OBRA SOCIAL

Alta rentabilidad social