

# BOLETÍN INFORMATIVO

Número 33

Noviembre 2003

26nd Aug 2003



Seeing: 7/10

Transparency: 6/10

SCT 235 mm - Barlow 2x - TouCam Pro  
Rafael Benavides - Córdoba (Spain)

## MARTE EN OPOSICIÓN

Oculares Nagler

El Cielo a  
Simple Vista (i)

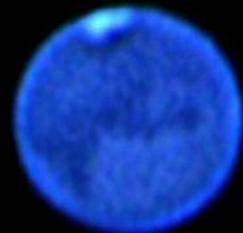
Astrofísica para  
aficionados (i)



Red Filter 610 nm  
23:05 UT  
C.M. 325°

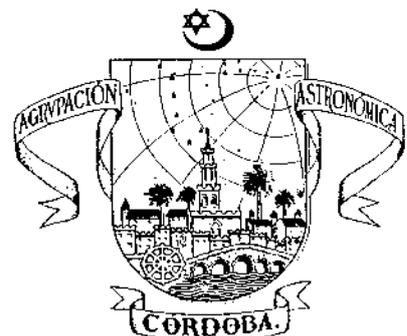


Contrast Booster Filter  
22:57 UT  
C.M. 323°



Blue Filter 470 nm  
23:11 UT  
C.M. 326°

**Agrupación  
Astronómica  
de Córdoba**



# SUMARIO

Editorial .....	pág 3
<u>Noticias de la Agrupación</u> .....	pág 4
<b>Novedades en la lucha contra la Contaminación Lumínica</b> .....	pág 7
De la noche y sus fantasmas .....	pág 9
<u>Observación lunar:</u>	
Atlas y Hércules .....	pág 10
<u>Observación planetaria:</u>	
Marte sigue ahí .....	pág 11
<b>La misión 2001 Mars Odyssey a Marte</b> .....	pág 13
<i>Sin duda alguna, 2003 pasará como el año del Planeta Rojo. Dedicamos esta sección a los resultados obtenidos en esta campaña, completando con un artículo sobre la sonda 2001 Mars Odyssey a Marte por Ángel R. López.</i>	
Tránsito de Mercurio .....	pág 16
<u>Cometas</u>	
C/2002 T7 (LINEAR) y C/2001 Q4 (NEAT) .....	pág 18
<u>Asteroides</u>	
Ceres a tiro de prismáticos .....	pág 19
<u>Meteoros:</u>	
Resultados Leónidas 2002 y 2003 .....	pág 20
<u>Divulgación de la Astronomía:</u>	
<b>El Cielo a Simple Vista (i)</b> .....	pág 21
<i>Publicamos en este número la primera parte del completo artículo sobre el Cielo a Simple Vista realizado por Máximo Bustamante y en el que se irán desgranando tanto los conceptos claves de la astronomía de posición como la propia historia de la Astronomía con anécdotas llenas de curiosidades y unos estupendos gráficos confeccionados por el autor.</i>	
<u>El Cuaderno del Observador</u> .....	pág 27
<u>Divulgación de la Astrofísica:</u>	
<b>Astrofísica para aficionados: ¿cómo medir estrellas? (i)</b> .....	pág 28
<i>Primera entrega del ambicioso proyecto de José M. Ramos cuyo objetivo es el estudio de las estrellas desde el punto de vista astrofísico. Se estudiarán las relaciones entre el color, la temperatura, la luminosidad, la magnitud, el radio o la masa de estrellas, comparadas con patrón estándar (el Sol), usando sencillas ecuaciones al alcance de todos. Se completa con unas intuitivas tablas en las que se indican los valores numéricos que normalmente se usan para calibrar las relaciones.</i>	
<u>Telescopios e Instrumentación:</u>	
<b>Oculares de gran campo</b> .....	pág 32
<i>Fco. Javier Rojano nos proporciona su punto de vista y su experiencia observacional con oculares de gran campo tipo NAGLER (con campo aparente de 82º) así como sus características y las recomendaciones a seguir para su adquisición.</i>	
<u>Espacio</u> .....	pág 34
<b>Colón y Columbia</b> .....	pág 36
<i>El desastre del transbordador Columbia conmocionó a todo el mundo. Víctor R. Ruiz, nuestro compañero de InfoAstro y gran divulgador científico, nos hace reflexionar sobre la carrera espacial, comparándola con los epopéyicos viajes de Colón.</i>	
<u>Estrellas Dobles:</u>	
Alula Australis .....	pág 37
<u>Cielo Profundo:</u>	
El grupo de galaxias de M 77 .....	pág 39

**PORTADA:** La incursión de las cámaras WEBCAM acopladas a telescopios modestos han revolucionado enormemente la astrofotografía, muy especialmente la observación planetaria. La gran cantidad de imágenes de calidad obtenidas este verano por la oposición de Marte es una muestra clara de ello. En portada mostramos las tomas conseguidas por **Rafael Benavides** del **Planeta Rojo** el mismo 26 de agosto de 2003, usando un SCT 235 mm.

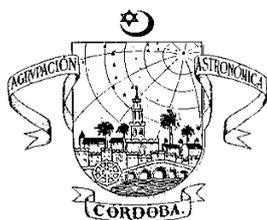
**CONTRAPORTADA:** Imagen llena de colorido, la **Nebulosa de Roseta**, tomada por la nueva cámara **MegaPrime**, de un grado cuadrado de campo, instalada en el Telescopio de Hawai de Canadá y Francia (CFHT) en febrero de 2003. Esta enorme nube de gas calentada e ionizada por estrellas muy jóvenes (de pocos millones de años) es el resultado del colapso de una gigantesca nube molecular. El brillante color azul de las estrellas gigantes azules (que forman el cúmulo **NGC 2244**) contrasta con los colores rojizos (provenientes de la ionización del hidrógeno) y verdosos (oxígeno dos veces ionizado, [OIII]). El color amarillo proviene de las zonas en las que tanto el oxígeno como el hidrógeno son abundantes. También se observa el hueco interno dejado por el gas que ha formado las estrellas y zonas oscuras dominadas por polvo.

# BOLETÍN INFORMATIVO NÚMERO 33

REVISTA DE DIVULGACIÓN ASTRONÓMICA  
ÓRGANO DE EXPRESIÓN DE LA  
AGRUPACIÓN ASTRONÓMICA  
DE CÓRDOBA

DEPÓSITO LEGAL: CO – 1286 - 1987

*Esta publicación se distribuye entre los socios de la Agrupación de forma gratuita, y es intercambiada con publicaciones análogas de otras agrupaciones astronómicas. Por obtener una copia adicional de esta publicación se deberán abonar 2.20 € = 366 ptas.*



## AGRUPACIÓN ASTRONÓMICA DE CÓRDOBA

Registrada con el número 1432, sección primera, del registro provincial de asociaciones de la Junta de Andalucía.

**Dirección:** Apartado 701  
14080 Córdoba

**e-mail:** [astrocord@yahoo.es](mailto:astrocord@yahoo.es)

**web:** <http://www.astrored.net/aac>

**Sede social:** Huerto de San Pedro el Real, nº1

### Equipo de Redacción:

DÁMASO CHICHARRO MARTÍNEZ  
JOSÉ LUIS COBOS RIVAS  
RAFAEL BENAVIDES PALENCIA  
ISAAC GUTIÉRREZ PASCUAL  
ÁNGEL RAFAEL LÓPEZ SÁNCHEZ  
JAVIER LUPIANI CASTELLANOS

### Impresión:

JOSÉ CABALLERO CABALLERO  
LAURA M. LÓPEZ SÁNCHEZ  
DAVID MARTÍNEZ DELGADO  
LOLA MORALES RUIZ

*De las opiniones expuestas en los artículos, únicamente son responsables los autores*

# EDITORIAL

Lo importante es la continuidad y aquí estamos otra vez, no sin cierta demora, responsabilidad principal mía puesto que artículos, imágenes y observaciones tenemos para rato.

2003 pasará sin lugar a dudas como el año de la **gran oposición de Marte**, el año de la consolidación del uso de modestos medios como **WebCams** para obtener increíbles resultados, impensables por los astrónomos aficionados sólo hace un lustro. No dejan de sorprender las sensacionales tomas del Planeta Rojo que se han conseguido durante esta oposición. Por ese motivo, hemos lanzado el suplemento especial "**Marte en Colores**" a todos los socios de nuestra entidad, para mejor disfrute de las imágenes conseguidas. Sin embargo, en estas páginas también completamos las observaciones con nuevas fotografías y con dos artículos sobre las oposiciones de Marte y sobre la exploración espacial del mismo con la sonda **2001 Mars Odyssey**.

Por otro lado, este año hemos tenido bastante más movimiento en el Sistema Solar: dos eclipses de luna observables desde nuestras latitudes (ver la sección del **Cuaderno del Observador**), las **Leónidas** que ya comienzan a ser menos espectaculares y **el tránsito de Mercurio**, pasado por agua para muchos, desgraciadamente. Nuestra compañera **Bella Espinar** preparó un artículo para la observación del fenómeno, que tuvo que "adaptarse" debido al retraso considerable del presente número (por lo que vuelvo a pedir excusas). No obstante, no hay que olvidar que tenemos un importante Tránsito de Venus en 2004, para el que sí hay que estar bien preparado.

Comenzamos en este número dos ambiciosos artículos. Por un lado, **Máximo Bustamante** nos ofrece un delicado repaso de la *Astronomía a Simple vista*, artículo que acompaña con buenas reflexiones, vistosos gráficos diseñados por él mismo y anécdotas históricas. Por el otro lado, si quieres aprender las relaciones básicas de las estrellas, coge una calculadora científica y sumérgete en el extenso artículo de **José M. Ramos: Astrofísica para Aficionado, ¿Cómo medir estrellas?**. Ambos estudios se complementarán en sucesivos boletines.

No puedo olvidar el recordar (otra vez) en esta editorial el problema de la **Contaminación Lumínica**. Seguimos peleando con ello, apareciendo en periódicos, radio y televisión. Son muchas las reflexiones que nos llevan a pensar en el gran abuso y derroche energético de nuestra sociedad consumista, enfatizada en esta época cercana a la Navidad. Viene bien leer el artículo del compañero de Badajoz **J. Ignacio Fernández**, *La noche y sus fantasmas*, y meditar sobre ello. Otra buena reflexión, en este caso sobre las consecuencias del **desastre del Columbia**, nos la ofrece **Víctor Ruiz** en la sección **Espacio**, donde también encontrarás las últimas imágenes del Telescopio Espacial... y un juego con un Anillo...

Por último recomendar también el artículo de **Javi Rojano** sobre los oculares de gran campo, así como aconsejarte *observar lo que otros han observado*. Para eso tienes nuestras secciones fijas de **Observación Lunar, Cometas, Asteroides, Estrellas Dobles y Cielo Profundo**. ¡Hay tantas maravillas por descubrir ahí arriba!

**Ángel Rafael López Sánchez**

Presidente de la Agrupación Astronómica de Córdoba

[angelrls@ll.iac.es](mailto:angelrls@ll.iac.es)



## FOTOCOPIAS

GONZALO GALLAS N.º 13 - GRANADA  
TELF.: 958 28 78 27

# Noticias de la Agrupación

## ASAMBLEA GENERAL EXTRAORDINARIA

La próxima Asamblea Extraordinaria de la Agrupación Astronómica de Córdoba se celebrará en la **CASA DE LA JUVENTUD** de Córdoba, situada en la **Avda. Campo Madre de Dios, s/n**, el **VIERNES 9 de ENERO de 2004** a las **19:00** horas como primera convocatoria y a las **19:30 horas** como **segunda convocatoria**. El orden del día será el siguiente:

- 1.- Aprobación del acta anterior.
- 2.- Resumen de actividades de la AAC durante 2003
- 3.- El problema de la Sede Social.
- 4.- Revisión de Tesorería.
  - Gastos e ingresos durante 2003
  - Actualización de la forma de pago de cuota
  - Presupuestos para 2004
- 5.- Propuestas actividades para 2004
  - Colaboraciones Casa de la Juventud.
  - Boletín Informativo nº 34
  - Observaciones astronómicas continuas
  - Actualización de la WEB y potenciación de la lista de correo electrónico.
  - Observación especial por el Tránsito de Venus
  - Charlas de divulgación
- 6.- Renovación de la Junta Directiva
- 7.- Ruegos y preguntas.

A los asistentes, se entregarán unas láminas con **IMÁGENES ASTRONÓMICAS EN COLOR** realizadas por el **Telescopio Espacial Hubble**. Asimismo, durante la reunión se proyectarán diapositivas con las mejores imágenes realizadas por los socios de la A. A. Córdoba durante 2003.

## ACTIVIDADES EN LA CASA DE LA JUVENTUD

Gracias a la gran labor y esfuerzo de Isaac Gutiérrez, la Agrupación Astronómica de Córdoba continúa durante 2003 realizando actividades con la Casa de la Juventud. Este año, no obstante, no se han podido realizar de nuevo los talleres de astronomía, pero sí se han continuado con las observaciones astronómicas junto al embalse de San Rafael de Navallana (en Alcolea). La propia Casa de la Juventud fletaba un autobús para todos aquellos que estuviesen interesados en asistir. Se hicieron varias salidas para la lluvia de estrellas de las perseidas, de las leónidas, para los eclipses de luna de mayo y noviembre y en varias ocasiones más. Antonio del Toro es otro de los socios de la AAC implicado en estas actividades. También se han organizado algunas charlas divulgativas. La próxima tendrá lugar el viernes 2 de enero de 2004, a las 19:00, con título

### Formación Estelar en Galaxias: un enfoque Astrofísico

y será impartida por Ángel R. López. se usará proyección con PowerPoint, incluyéndose vídeos, animaciones e imágenes de telescopios profesionales como soporte didáctico. Te esperamos.

## EL PROBLEMA DE LA SEDE SOCIAL

Como muchos ya sabéis, durante este año hemos tenido varios problemas serios en el edificio en donde se alberga la Sede Social, que pertenece al Ayuntamiento de Córdoba (C/ Huerto de S. Pedro el Real) y en donde existían varias asociaciones más que compartían el lugar con nosotros. El problema fundamental es que el edificio se encuentra en un estado lamentable, casi ruinoso, algo que fue advertido al Ayuntamiento. Por otro lado, se forzó la cerradura de la puerta principal y varios "ocupas" estuvieron viviendo en el edificio durante una temporada. Así, se decidió retirar los objetos de más valor, pero muchas cosas como toda la hemeroteca o libros más antiguos siguen allí. Por estos motivos, estamos en búsqueda de un nuevo centro en el que guardar el material y poder realizar las reuniones periódicamente. Nuestro socio Manuel Diéguez nos comunicó en octubre la posibilidad de arrendar una habitación en el centro de Asociaciones del Sector Sur, pero el coste es de 30 euros/mes en concepto de mantenimiento, limpieza y seguridad. Se decidió, tras consulta con Junta Directiva y a socios de la lista de correo electrónico, rechazar la oportunidad puesto que más de la mitad del presupuesto de la AAC sólo se destinaría al pago de este local. No obstante, seguimos intentado encontrar una solución. Por el momento, gracias a la labor de Isaac Gutiérrez, nos podemos reunir en la Casa de la Juventud de Córdoba. Si tienes alguna idea al respecto, por favor, comunícanosla.

## ACTIVIDADES CON OTRAS ENTIDADES

Al igual que en los años anteriores, seguimos muy en contacto con las agrupaciones astronómicas vecinas, continuándose las observaciones y actividades conjuntas. En especial, estamos muy en contacto con el resto de las

*Fotografía de algunos de los asistentes de la reunión celebrada en navidad de 2002, en donde tuvimos la visita de los compañeros de la Agrupación Astronómica de Martos*



agrupaciones astronómicas de la provincia de Córdoba (Montilla, Palma del Río y Baena), aunque también hemos colaborado con los compañeros del Instituto de Secundaria "Nicolás Copérnico", en Écija, y con el grupo de Astronomía de Marchena (ambos de la provincia de Sevilla), así como con la Federación de Agrupaciones Astronómicas Jiennense "Flammarion" (Alcalá la Real, Úbeda, Martos y Jaén). También hemos continuado nuestros contactos con los compañeros de la Sociedad Astronómica Granadina y Sociedad Malagueña de Astronomía. Desde estas páginas, queremos felicitar a todos por esos estupendos encuentros, que esperamos se sigan realizando en el futuro.

### ESPECIAL MARTE EN COLORES

Debido a la gran cantidad y calidad de trabajos realizados por socios de nuestra agrupación durante la Oposición de Marte del pasado verano, hemos lanzado un especial a todo color con las mejores imágenes obtenidas, que ha sido entregado a todos los socios.

### EFEMÉRIDES 2004

Nuestro socio Fco. Javier Rojano está ultimando las EFEMÉRIDES ASTRONÓMICAS 2004, que previsiblemente se entregarán a los socios antes de final del presente año. Desde estas páginas, queremos agradecer a Javi su enorme dedicación y esfuerzo para cumplir puntualmente con sus efemérides anuales.

### LISTA DE CORREO ELECTRÓNICO Y PÁGINA WEB

Desde el 2 de febrero nuestra agrupación astronómica posee una lista de correo electrónico en los Grupos de Yahoo:

<http://es.groups.yahoo.com/group/astrocord/>

Esta lista es totalmente gratuita y actualmente está formada por 79 personas. Por supuesto, si aún no estás apuntado, no dudes en hacerlo, puesto que se ha convertido en una herramienta ideal a la hora de consultar cualquier tema astronómico, informar de nuevas noticias, enviar imágenes, aconsejar sobre instrumentación, quedar para las observaciones, etc. Desde entonces, se han enviado 258 mensajes, siendo la época de la oposición de Marte (finales de agosto-principio de septiembre) la más prolífica.

Por otro lado, desgraciadamente aún no hemos podido mejorar nuestra página WEB, que sigue en su dirección habitual de la Universidad de Córdoba (cortesía de José Caballero), pero siempre accesible desde el enlace directo de ASTRORED:

<http://astrored.net/aac>

Por último, recordar que la nuestra dirección de correo electrónico es:

[astrocord@yahoo.es](mailto:astrocord@yahoo.es)

## ¿FEDERACIÓN DE AGRUPACIONES ASTRONÓMICAS CORDOBESAS?

En la reunión celebrada antes de Navidad de 2002 nuestro compañero Javier Rojano, también socio de la Agrupación Astronómica de Baena Ptolomeo, propuso la creación de una Federación entre las distintas agrupaciones astronómicas de la provincia, similar a la que en la actualidad cuenta Jaén (que aún a las asociaciones astronómicas de Alcalá la Real, Úbeda, Martos y Jaén capital). Precisamente, la idea de tal Federación Cordobesa surgió del propio presidente de la Agrupación Astronómica de Jaén, Rafael Lizcano, quien mantuvo varias conversaciones con Javier Rojano. Precisamente, la idea sería en principio realizar esta Federación entre Córdoba y Baena, invitando a las agrupaciones astronómicas de Montilla (Mizar) y Palma del Río (Caronte) a unirse a la misma. Rafael Lizcano, bajo el lema *la unión hace la fuerza*, proponía además que se llegara en un futuro no lejano a unir a la Federación de Jaén. Para dar más fuerza a la propuesta, asistieron el presidente y el secretario de la Agrupación Astronómica Marteña Hubble: José Carlos Millán y Antonio Paniza. Sin embargo, aunque la idea fue acogida en principio con cierta aceptación, desde entonces no se ha podido avanzar nada, y la idea se ha quedado parada por el momento.

### Apariciones en Canal Sur Radio

Gracias a nuestro compañero Gerardo Ortiz, periodista en Canal Sur Radio, nuestra Agrupación ha podido aparecer varias veces en este medio de comunicación explicando tanto los fenómenos de los eclipses de luna, como el tránsito de Mercurio, la oposición de Marte, las lluvias de estrellas o el cambio de horario. Suelen ser cortas intervenciones de menos de cinco minutos durante el informativo de las dos de la tarde. Esperamos que se continúe esta iniciativa el próximo año, al igual que agradecemos a Gerardo sus periódicas llamadas para sugerirnos el tema de la entrevista.

### Concurso Astronómico en el IAA

Por motivo de la Semana Europea de la Ciencia y la Tecnología 2003, el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA) ha organizado una serie de actividades muy interesantes, donde se incluyen charlas divulgativas, observaciones astronómicas y un concurso dirigido a alumnos de 1º y 2º de Bachillerato de cualquier centro español. El concurso consiste en la elaboración de una propuesta de observación astronómica, realizable en el Observatorio de Sierra Nevada (1.5 m). El premio del concurso son DOS noches de observación en dicho telescopio, además de la visita al IAA y al Observatorio de Sierra Nevada y la donación de un lote de libros de Astronomía y un pequeño telescopio al colegio en donde estudien los participantes de la propuesta ganadora. Más información y bases del concurso en:

<http://www.iaa.es/scyt2003.html>



Fotografía de varios socios de la AAC el día de la inauguración de la exposición de Astrofotografía que se organizó en la Casa de la Juventud en abril de 2002.

### Fin de Semana Astronómico en Villa del Río

Por mediación de nuestra asociada Mari Carmen Camargo se solicitó al Ayuntamiento de Villa del Río (Córdoba) realizar unas actividades astronómicas durante un fin de semana de verano. La propuesta fue aceptada, e Isaac Gutiérrez y Antonio del Toro se ofrecieron para organizar las actividades, que consistieron en charlas divulgativas y el aprendizaje del uso del telescopio en varias observaciones astronómicas. Éstas tuvieron mucha aceptación, participando muchas personas y más socios de la AAC, llegando incluso a unirse un grupo de ecologistas que realizaban una excursión nocturna en una de las observaciones.

### VISITA AL OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE SIERRA NEVADA

La visita se organizó conjuntamente con miembros de la Sociedad Malagueña de Astronomía el pasado sábado 30 de agosto. La organización por parte de la AAC se llevó a cabo por Isaac Gutiérrez. Desgraciadamente, debido a la Observación prevista en Posadas para el mismo día, sólo asistieron cuatro miembros de nuestra entidad: Antonio del Toro, José Luis Cobos, Javi Rojano e Isaac Gutiérrez. Tras la visita al Observatorio, los miembros de la SMA se quedaron en Sierra Nevada para pasar la noche de observación, pero nuestra pequeña expedición regresó a Córdoba esa misma tarde.

### Plantadas de Telescopios en Baena

Organizadas por la Agrupación Astronómica Ptolomeo de Baena, en colaboración con nuestra entidad, se realizaron tres Plantadas de Telescopios durante el verano de 2003. Se efectuaron en el propio Baena y en dos pueblos muy cercanos, Albedín y Valenzuela. En todas se tuvo muy buena asistencia de público.

### III Macro-Observación en Hornachuelos

Por tercer año consecutivo se celebró la Macro-Observación en Hornachuelos, la noche del 27 al 28 de junio. El evento fue organizado por Rafael González Farfán (Écija), y participaron las Agrupaciones Astronómicas de Villa del Río, Baena, Marchena y Córdoba, además del propio I.E.S "Nicolás Copérnico" de Écija, donde trabaja Rafa Farfán. Por cierto, que fue este compañero quien organizó también en Écija una conferencia de D. Manuel Toharia, director de la Ciudad de las Ciencias de Valencia, y que tuvo una gran afluencia de público. ¡Felicidades!

### Libro de Astronomía

De entre todos los libros de Astronomía que últimamente se están editando, queremos destacar el siguiente: **Descubrir y Comprender el Cosmos; una guía práctica para Observar**, de Terence Dickson, editorial Tutor 2003, 3ª Edición. El prólogo es del famoso astrofísico Timothy Ferris, y el libro está bien ilustrado. Su precio es de 25 €. Además, en la lista de Asociaciones Astronómicas Amateurs en España aparece el nombre de nuestra entidad.

### OBSERVACIÓN EN POSADAS

También por tercer año consecutivo se organizó en Posadas, por mediación de Rafael Benavides y Antonio Becerra, una observación pública en las Cuestas del Torrocotoco, a 8 kilómetros del pueblo, el pasado 30 de agosto. Esta vez Marte fue la causa de la alta participación ciudadana, que se reflejó en la prensa cordobesa al aparecer un artículo sobre el evento el 1 de septiembre en Diario Córdoba.

### Actividad con el Colectivo de Ecologistas

Nuestra compañera Emilia Hernández ha continuado el contacto con el colectivo de ecologistas *Llega como Puedas*, realizando algunas observaciones astronómicas con ellos durante la pasada primavera e incluso escribiendo artículos divulgativos sobre la observación del cielo a simple vista en la propia revista de este grupo.

### ASTROMARTOS 2003

Otra cita ineludible del pasado verano fue AstroMartos 2003, organizada por la Agrupación Astronómica de Martos "Hubble" en esa localidad, el fin de semana del 2 y 3 de agosto. Se contó con las charlas de Pedro León (Sondas Espaciales: historias de viajeros a Marte), Jesús R. Sánchez (Pasado y Presente de las observaciones de Marte) y Ángel R. López (Las nebulosas desde el IAC), además de la Observación Astronómica, las mesas redondas y la exposición de Astrofotografía. Bajo estas líneas, fotografía de la Clausura de AstroMartos 2003.



# Novedades en la lucha contra la Contaminación Lumínica

Nuestra sociedad va poco a poco conociendo el grave problema de la contaminación lumínica y prueba de ello es la mayor difusión periodística que se ha estado teniendo en los últimos meses: apariciones en la radio, televisión municipal y periódicos. Desde estas páginas queremos agradecer a José Luis Alcaide, periodista de la edición andaluza del periódico "El Mundo", por su reportaje de una página el lunes 10 de noviembre. Reproducimos íntegro el artículo en la página siguiente. José L. Alcaide, quien mantuvo largas conversaciones por internet y teléfono con Ángel R. López, está muy preocupado por la contaminación lumínica, además de querer acercarse a la Astronomía de aficionado, por lo que comentaba que habíamos ganado una persona más a nuestro favor. Sin embargo, no fue él quien terminó el artículo, siendo un compañero el que eligió la foto (horrible, no tiene casi nada que ver) y terminó de redactar el texto a partir de la información recopilada por José Luis, que era mucho más amplia (pensaba hacer un reportaje algo más extenso, un par de páginas o así). No obstante, una vez leído el artículo está bastante completo.

Es interesante comparar este artículo con uno de media página aparecido en Diario ABC, edición Córdoba, el pasado 15 de septiembre. Aparte de los fallos tipográficos, desde la AAC se criticó que incidía demasiado en el tema astronómico de la contaminación lumínica, cuando se avisó de que se debía hacer justo lo contrario: no poner de primeras que la CL no deja ver las estrellas, sino que, sobre todo, representa un gasto innecesario de energía y un aumento considerable de la contaminación ambiental. Por otro lado, durante la segunda semana de noviembre se grabó un reportaje sobre la Contaminación Lumínica en Córdoba (su estado actual) por la Televisión Municipal de Córdoba, en el que participó nuestro socio Manuel Diéguez.

Javier Díaz Castro, de la Oficina Técnica para la Protección del Cielo (OTPC) del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC), nos proporcionó algunos datos de casos reales para comentar en los artículos. Uno de los más reveladores es la adaptación de la Plaza de Europa (Puerto de la Cruz, Tenerife), que puede ser ejemplo de cualquier plaza en cualquier lugar: tras el cambio de iluminación se alumbró 1.5 veces más hacia el suelo (hay más klúmenes) y se pasa de gastar 2.369€ al año a 999€. Esto supone un ahorro del 42% de energía (=DINERO). ¿Vale o no vale la pena?

En Granada, en gran medida gracias al esfuerzo desempeñado por Aniceto Porcel, la Sociedad Astronómica Granadina continúa también luchando por dar a conocer el problema, apareciendo también en los periódicos locales y construyendo una web con amplia información e imágenes:

<http://www.astrogranada.org/>

A principios de noviembre, se celebró en el Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA) un encuentro sobre el problema de la contaminación lumínica en Granada. Esta reunión fue convocada por el IAA y la entidades convocadas fueron:

Ayuntamiento de Granada  
 Universidad de Granada  
 Sociedad Astronómica Granadina  
 Agencia de la Energía (Diputación)  
 y el propio IAA del CSIC

Esta reunión tenía como fin inicial la creación de un foro que en primer lugar redacte una propuesta de Ordenanza Municipal para el Ayuntamiento de Granada y a partir de ahí influenciar a los ayuntamientos de los pueblos del cinturón metropolitano. Durante la reunión se puso de manifiesto la necesidad primaria de concienciar a la opinión pública, para esto se utilizará fundamentalmente a los medios de prensa locales por medio de notas informativas y artículos divulgativos sobre el tema. También se vio la necesidad de la realización de un mapa iluminación de la provincia de Granada al estilo del Plan Piloto para la Evaluación y Reducción de la Contaminación Lumínica en Cataluña

[http://www.am.ub.es/contaminacion-luminica/plapilot\\_cas.html](http://www.am.ub.es/contaminacion-luminica/plapilot_cas.html)

realizado por el Departamento de Medio Ambiente de la Universidad de Barcelona y la Universidad Politécnica de Cataluña. De hecho el representante por parte de la Universidad de Granada, Antonio Espin estuvo implicado en la elaboración del plan piloto catalán.

Por último, no queremos olvidar el esfuerzo del grupo Cel Fosc (muy interesante la discusión y crítica mantenida por la publicidad de Endesa: un anuncio en el que se ve un niño y un padre viendo la ciudad iluminada por la noche. Antes se le enseñaba a los chicos dónde estaba la Osa Mayor y qué era el Camino de Santiago: ahora se les dice: mira como alumbró nuestra casa), el Grupo de Cielo Oscuro de la Agrupación Astronómica de Madrid (coordinado por Fco. Pujol) y los grandes avances de nuestra "agrupación hermana", la A.A.C. (Agrupación Astronómica Cantabria), bajo la batuta de Neila Campos, que recibió el premio Ones, otorgado por Mediterrània Centre d'Iniciatives Ecològiques, el pasado Junio en Tarragona y cuyo premio ha sido destinado íntegramente a una campaña de concienciación y divulgación en Santander:

[www.astrocantabria.org/cieloscuro](http://www.astrocantabria.org/cieloscuro)

Espero que estas noticias sirvan para animarnos a todos a seguir luchando por frenar todo lo posible el grave problema, económico y ecológico, de la contaminación lumínica.

**CONTAMINACION LUMINICA / GRANADA Y CORDOBA SON LAS PROVINCIAS MAS PERJUDIC**

JOSE LUIS ALCAIDE

SEVILLA.— La contaminación, por definición, es dañina, y sus efectos se sienten en cualquier ámbito que se estudie, empezando por el sanitario y terminando por el económico. Una aseveración que los expertos en contaminación lumínica insisten en recordar, ante el incremento del deterioro de esta clase de polución en Andalucía.

Según el Instituto Andaluz de Astrofísica (IAA), por contaminación lumínica se entiende «el brillo o resplandor de luz en el cielo nocturno producido por la reflexión y la difusión de luz artificial en los gases y en las partículas del aire por el uso de luminarias inadecuadas y/o excesos de iluminación». Un resplandor producido en parte por las fuentes de luz instaladas en las zonas exteriores que al bolsillo de los andaluces les ha hecho perder unos 30 millones de euros en los últimos años.

Este coste, a juicio de los expertos, es «excesivo», y podría evitarse con un mejor uso de las fuentes de energía.

Además, este desmesurado coste no es sólo económico, advierte el Instituto de Astrofísica, ya que otras de las consecuencias de la excesiva contaminación lumínica son la pérdida de un cielo oscuro —con lo que ello implica para los animales, plantas y ciclos vitales—, perjuicios sanitarios e, incluso, se lesionan derechos legítimos como el propio descanso.

La importancia real de este problema es, explica el presidente de la Agrupación Astronómica de Córdoba y astrofísico residente del Instituto Astrofísico de Canarias, Ángel R. López Sánchez, que la población aún no está concienciada, si bien «cualquiera» puede notar sus efectos, entre ellos, en sus ahorros, ya que el actual ritmo de vida desarrolla una energía que no se aprovecha, pero se paga.

«En nuestras ciudades, una gran cantidad de luz, sobre todo del alumbrado público, se pierde alumbrando mal y enviando hasta el 50% de la luz hacia el cielo. También se producen deslumbramientos cuando se pasa de una calle excesivamente iluminada a otra que no lo está tanto. La luz incluso penetra dentro de las viviendas, molestando a los vecinos, atrayendo a los insectos y provocan-

## El mal uso de la luz cuesta 30 millones a los andaluces

La Junta trabaja desde 2001 en un reglamento que regule la polución lumínica y el uso de la energía



Dos operarios de Sevilla arreglando en una zanja una de las averías que causó un apagón. / FERNANDO RUSO

do cambios de los hábitos de los complejos sistemas biológicos. Y no No hemos de olvidar tampoco los efectos contaminantes sobre el medio ambiente, debido al uso de bombillas de mercurio, que son difíciles de reciclar», apunta.

### Sin legislación ni fecha

Además, los expertos denuncian que, por el mal uso de las energías, aproximadamente dos tercios de la población mundial no ve el cielo en su dimensión real. Debido a ello, la mitad de los habitantes de la Unión Europea viven en lugares desde lo que resulta imposible observar a simple vista la Vía Láctea.

A juicio del profesor López Sánchez, la situación es «muy grave» en todas las capitales de provincia de Andalucía. «¡A más habitantes, más contaminación lumínica», recuerda,

al tiempo que señala como especialmente problemática la situación de la capital de Granada y sus alrededores, debido a la existencia de observatorios de astrofísicos profesionales

El problema, continúa, «es también muy grave en Córdoba, porque, aunque posee una normativa pionera en España que regula la contaminación lumínica dentro del municipio —con multas de entre 3.000 y 12.000 euros—, «no se está cumpliendo bien en las nuevas barriadas y parques, donde se siguen colocando luminarias y lámparas muy contaminantes».

Por su parte, la Junta de Andalucía trabaja, desde 2001, en la redacción de un reglamento que pueda reducir las emisiones de luz al suelo, si bien esta normativa no tiene aún fecha concreta de entrada en vigor y ni siquiera un plazo para acabar de re-

dactarla.

En este sentido, las principales recomendaciones de los científicos pasan por realizar alumbrados con los niveles de iluminación necesarios, optar por medidas de reducción de flujo luminoso a partir de ciertas horas de la noche, cuando los niveles de iluminación requeridos sean inferiores a los de las primeras horas de la noche, o, incluso, el apagado de la misma. Por supuesto, apostando por el empleo de lámparas de bajo consumo.

El reglamento en el que trabaja el Gobierno andaluz parte de dos proposiciones no de ley que se aproba-

ron en 2001 para proteger los observatorios astronómicos que se reparten por la geografía andaluza (Calar Alto y Sierra Nevada), así como para garantizar la protección del cielo nocturno.

La primera propuesta está encaminada a garantizar que el cielo andaluz posea unas condiciones óptimas para el desarrollo de la Astrofísica, mientras que la segunda se propone conseguir una reducción del consumo energético.

### Apagones

Por otra parte, Andalucía fue escenario del mayor apagón de España del pasado verano en relación con el número de clientes afectados, al dejar sin suministro a 315.880 clientes de tres provincias, Málaga, Granada y Almería, según datos facilitados por el Gobierno.

El apagón se registró el 2 de agosto, a las 21.45 horas, por una avería. Su duración fue de sólo seis minutos, aunque afectó a 40.000 clientes de Granada y de poblaciones costeras de Málaga, Granada y Almería.

Este fue uno de los 43 apagones que se registraron en verano calificados como «de cierta entidad» —concepto que engloba a los cortes de suministro eléctrico que afectaron a más de 10.000 clientes o de más de 2,5 horas de duración—, siendo julio el mes del verano en el que se registraron más apagones.

Por zonas geográficas, Andalucía se sitúa en tercer lugar, con tres cortes, tras Canarias con 15 apagones en los tres meses de verano, y Cataluña con siete. En igual número que Andalucía sufrieron cortes Castilla-La Mancha, y Baleares.

# DE LA NOCHE Y SUS FANTASMAS

J. Ignacio Fernández,  
A. A. Badajoz.  
[jignafez@yahoo.com](mailto:jignafez@yahoo.com)

Nada puede convencer al hombre de que debe renunciar a lo que tiene por conquista: la Humanidad valora como su mayor éxito el haber vencido a la Naturaleza y, desde Prometeo, como una victoria la de la luz sobre las tinieblas. Y ridiculiza a reyes como Alfonso X de Castilla por desatender su reino para mirar las estrellas.

Desde Badajoz, ciudad de rosados cielos nocturnos. Ayer, saliendo, pronto se entraba en el anonimato de sus oscuros cielos rurales y uno podía pasar sin ser visto; hoy, en cualquier rincón perdido de esta tierra y en noche sin luna, miro mi brazo extendido y logro ver las manchas de edad sobre mi mano y aún, si me empeño, leo a la luz del horizonte moteado de lejanos -ahora cercanos- pueblos brillantes, que intento ocultar mientras vigilo que el próximo coche no me vele la foto del cielo. Hace años sólo veía el firmamento impresionante, la sorprendente mancha de Andrómeda era un regalo y no digamos el Camino de Santiago, ese poderoso eje del Cosmos salido de sus goznes por causa de la precesión. ¿Magnitud 6.8 a 7.0? ¡pues claro! Antes. Lo de ahora sólo es un patético remedo.

Estuve en la A.A. de Madrid, de estudiante. Desde mi terraza en un barrio al NE podía realizar observaciones de estrellas dobles, planetas y reconocer las constelaciones sin dificultad. Ahora Madrid es un horror, ved de noche los alrededores de la Pza de Oriente y me diréis. Pulí luego mi primer espejo de 20 cms... hace 25 años, ahora que estamos de celebraciones. Ya entonces había pasado a la historia el plateado tradicional debido a la contaminación industrial sulfurosa de escala planetaria. He vivido el ritmo creciente de la pérdida del cielo nocturno y en general de los valores ambientales y hoy, vocal técnico de la Comisión Regional de Urbanismo, trato de luchar, sin asociarme o afiliarme (no veo con quién podría hacerlo que defendiera la contención en el uso de los recursos, el nulo crecimiento de las ciudades y la defensa del territorio y de sus valores tradicionales) y procuro convencer, creo que por puro masoquismo, de que ninguna otra ciencia como la Astronomía, ningún otro estímulo como el del estudio del cielo ha hecho tanto y sigue haciendo por el verdadero progreso de la Humanidad, por nuestra configuración como humanos.

Pero miro con atención los mapas de la Tierra de noche, y la conclusión es clara: el primer mundo tiene un nivel de iluminación incompatible con la contemplación del cielo, y no creo que se pueda hacer nada más que retardar lo inevitable. Por mi parte, con información de este sitio, de Cinzano, del I.D.A., de revistas como *Sterne und Weltraum* y *Sky and Telescope* a las que estoy suscrito, convencido, con María Calvo, de que nos asiste el derecho a ver el cielo..., he mantenido reuniones con la Consejería, con algún éxito parcial: así, es probable que en los reglamentos de la Ley del Suelo de Extremadura, en elaboración, se incluyan directrices sobre iluminación racional. También el Plan General de Ordenación de Badajoz las incluye, y otros redactores se van sensibilizando. Después sigo mirando los mapas y me vence el desánimo: ved si no la situación de las Islas Británicas con su incremento de iluminación aproximada del 25% en los últimos 10 años. O el propio Nilo, culebreando en la foto que comentabais estos días.

En realidad creo que somos una especie dañina y destructora tanto o más que constructora, que hoy destruye construyendo y los espantosos e hirientes ejemplos de Oriente Próximo y Medio son sólo una muestra, después de Sarajevo; pero no sólo Bush y Aznar son culpables, todos lo somos, aunque ellos en grado sumo. Ninguno hacemos ascos a vivir cada vez mejor, incluso nos parece muy deseable aunque sea a costa de sangrar a terceros, países, regiones, lo que sea, y a costa de un despilfarro de los recursos escandaloso y criminal. Contaminamos y pudrimos todo lo que tocamos, por decirlo con palabras blandas. ¿Armas o herramientas como luminarias más eficientes?, pudrimos todo lo que tocamos, por decirlo con palabras blandas. ¿Armas o herramientas como luminarias más eficientes?, las emplearemos mal. Idiotizados por el fútbol y la tele, seguiremos

copiando los clichés más desastrosos, y el país se hará 'moderno' vendiendo su alma, destrozando cascos históricos con la excusa de su renovación, destruyendo el territorio y reproduciendo lo peor, lo más burdo y brillante del Imperio.

A propósito del Imperio y del uso perverso de la ciencia: ¿Sabe la gente que sus militares están tratando de aprovechar los avances de los astrónomos en óptica adaptativa ...para hacer sus aniquiladores disparos más certeros? aunque todavía necesitan destruir (para reponer) muchos millones de toneladas de armas no tan certeras y así seguir 'creciendo' económicamente: ¡Soberana miseria, la de esta especie!.

Por eso no puedo creer en el argumento del ahorro. Nadie pretende ahorrar, ni las administraciones que disparan con pólvora ajena ni los particulares si no es para hipotecarse adquiriendo, normalmente más casas -¿a qué coste?- varias por familia, y más coches, varios por familia, que precisarán más ciudad, más carreteras y autopistas, mucho más consumo energético en suma, -y a la puerta están ya las eléctricas esperando colarnos la necesidad de instalar Centrales Nucleares. Hace años logramos parar aquí la de Valdecaballeros, construida y no inaugurada, ahora no podremos. Eso en un país, España, cuya población apenas aumenta y que ya acumula algo así como siete millones de pisos vacíos, para regusto de los bancos y de los promotores. Las ciudades multiplican su extensión indefinidamente, como esa planta del desierto que crece en anillo y va dejando su corazón vacío, hoy los urbanistas ya hablan de urbanización total o global. Y los alcaldes, que gestionan ese proceso, entienden como una obligación administrar cada año mayor presupuesto. Aquí, si la Diputación les quiere iluminar un tramo con cinco farolas, las que dice el proyecto técnico, ellos exigen que sean quince... y lo consiguen. Y si les sobra un poco se lo dan a un figura por leer el pregón, o visitan algún país exótico... ¿pero es que acaso algunos, los que pretendemos que todo esto cambie, somos mejores?. Mucho me temo que no.

Hace catorce años no pudimos renovar el mobiliario de oficina porque a la mitad estalló la 1ª guerra del Golfo y había que mandar una fragata. ¿Cuántos años de ahorro, cuántos impuestos se llevarán la 2ª y sucesivas guerras, servirán para aumentar la injusticia y el dolor? ¿Pero lo habríamos hecho nosotros de otro modo? La Humanidad ha vencido a la noche, ha superado los llamados siglos oscuros; en los Parlamentos hay taquígrafos y luz; hay luz por todas partes, las motos, cientos de miles de motos, con las luces permanentemente encendidas, bajo el tórrido sol de esta tierra; los coches, millones de coches, igualmente, incluso los faros antiniebla también encendidos (¿cuántos vatios?) bajo un sol de justicia. Un río de luz como espada fulgente abriéndose paso noche y día por entre la miseria que nos rodea. Quiero poder leer en cualquier punto del territorio la letra chica de la póliza de seguro del coche que me transporta, necesito quinientos lux en cada punto del territorio, quiero ver a lo lejos (qué bonito) el perfil de todos los monumentos con que topo, y ver hasta la China, que è vicina...y por supuesto, de noche, el fondo de mi piscina. ...¿Por qué se dejarían convencer los franceses y no enviaron a la estratosfera la Torre Eiffel iluminada para dar luz a la Tierra?

Pero es tarde ya. Para otro día el hablar del consumo en relación con el turismo o manía viajera, y no quiero aburrir más con ejemplos locales de imparables desastres ambientales provocados por la codicia de algunos y la torpeza de nuestros pastores. Nos queda, en mi opinión, confiar en que la Historia "alumbre" alguna otra generación futura algo más presentable que ésta. Porque pensar en educar nosotros a los que vengan en el correcto uso de los recursos naturales, en el respeto a la vida nocturna y diurna y en el aprecio del antiguo conocimiento se me antoja un tanto quimérico, incluso sarcástico.

Y la noche que ya ha caído nos envuelve a todos cobijándonos bajo su rosada concha, émula de la Aurora. Cerraré las contraventanas para poder dormir ... ¿o las abro y leo un rato?

# Observación Lunar

**Rafael Benavides Palencia**

[rafaelbenpal@terra.es](mailto:rafaelbenpal@terra.es)

## ATLAS Y HÉRCULES

Hacia los cuatro o cinco días de edad lunar, o este mismo periodo después del plenilunio, podemos admirar a dos héroes mitológicos. Atlas y Hércules. Los dos accidentes fueron nombrados así por Riccioli en el año 1651 en su "Almagestum Novum"



Atlas fue en la mitología griega un gigante, padre de las Pléyades y las Hyades, condenado por Zeus a sostener la bóveda del cielo sobre sus hombros por aliarse con los Titanes y luchar contra los dioses olímpicos. Se encuentra en la posición 44° 24' Este, 46° 42' Norte. Es un típico cráter de impacto con pico central, originado supuestamente en el periodo Imbrico superior. Se trata de una fantástica formación de 87 Km de diámetro con unas paredes en formación de terraza que alcanzan los 2350 metros de altura. A partir de un instrumento de 15 cm podemos apreciar Rimae Atlas de unos 80 Km de longitud y unos 3 Km de anchura, que cruza su interior de Norte a Sur. Está formado por un sistema de riachuelos en formación de "Y" situado sobre el fondo del cráter.

El nombre de Hércules proviene de la mitología romana, fue hijo de Júpiter y autor de doce relevantes trabajos encargados para expiar el haber dado muerte a sus propios hijos. En el mundo griego corresponde al famoso Heracles. Está situado en 39° 06' Este, 46° 42' Norte. Su origen es más reciente, parece ser del periodo Eratosteniense. Se trata de una formación circular de 69 Km de diámetro con unas paredes que llegan a los 3350 metros de altura. En su fondo, más o menos llano, se observa el cráter Hércules G de unos 13 Km de diámetro y unos muros que apenas alcanzan los 1360 metros de altura. Su origen es muy reciente (Periodo Copernicano). Su forma es totalmente circular, asemejándose a un cuenco.

Entre estas dos formaciones, un poco desplazado al Norte y parcialmente destruido por Atlas, apreciamos el cráter E. Tiene un diámetro de 70 Km y unas paredes casi derruidas por su parte Norte. Esto parece indicar un origen más antiguo que el de sus vecinos.

(Izquierda) Mapa lunar de la zona de estudio.

(Derecha) imagen filmada gracias a una videocámara convencional a través de un refractor de 15 cm el 6 de Febrero de 2003 a las 20 h UT, cuando la luna



tenía una edad de 5,38 días. Se observa la zona de estudio casi totalmente iluminada, aunque buena parte del fondo de Hércules se encuentra aún entre sombras, distinguiéndose entre ellas al cráter G. Se intuye Rimae Atlas con bastante dificultad en la imagen, aunque visualmente no es difícil de apreciar.

Podemos comprobar como en un reducido campo se superponen diversos acontecimientos que sucedieron en épocas muy diferentes sobre la superficie lunar. Las fases de la historia lunar actualmente aceptadas son:

**Periodo Pre-Nectariense** (hace 4600-3900 millones de años): En esta época, como consecuencia de los grandes impactos meteóricos, emergieron los basaltos y formaron los maria. También ocurrió el proceso de diferenciación de los materiales que acrecieron para constituir la luna, formándose la corteza, manto y núcleo. Se originaron grandes cuencas de impacto apenas reconocibles hoy en día.

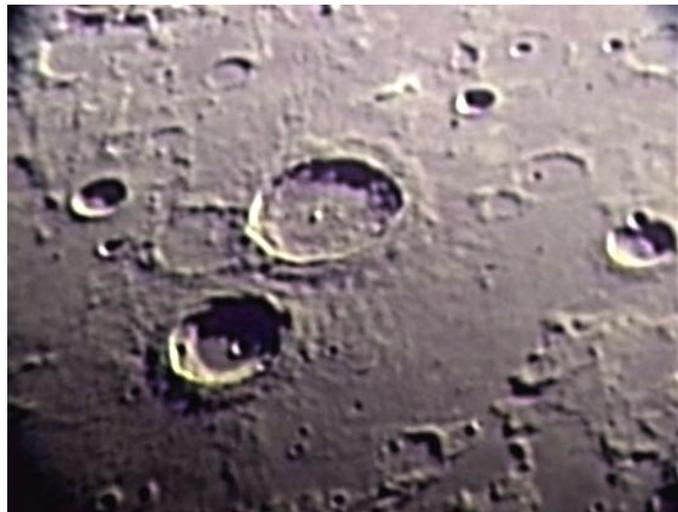
**Periodo Nectariense** (hace 3900 - 3700 millones de años): Época breve en la que se produjo el mayor bombardeo asteroidal de la historia lunar. Se forma la cuenca Mare Nectaris.

**Periodo Imbrico** (hace 3700 - 3200 millones de años): Se origina la cuenca Mare Imbrium, siendo el mayor impacto que tuvo lugar en la cara visible de la luna. Fue la causa de una total reconstrucción de la superficie lunar y la formación de una serie de anillos alrededor de esta cuenca de impacto. El núcleo se vuelve muy activo y genera un campo magnético. Esta actividad nuclear enviaba grandes cantidades de calor al manto, fundiéndolo parcialmente y generando lavas.

**Periodo Eratosteniense** (hace 3200 - 1100 millones de años): Se generan cuencas del tipo Erastótenes, con diámetros menores de 20 Km. Coincide con el final de las grandes erupciones volcánicas que rellenaban las cuencas de impacto con lavas basálticas. El núcleo empieza a enfriarse y desaparece el campo magnético. En este periodo se forma la mayor parte del regolito lunar, se trata de material rocoso no consolidado y fragmentado como resultado de los continuos impactos meteoríticos y que recubren toda la superficie lunar.

**Periodo Copernicano** (hace 1100 millones de años): corresponde al actual periodo lunar. Los cráteres formados, como Copérnico y Tycho, se caracterizan por presentar un sistema de eyecta en forma de rayos orientados radialmente.

También es característica una actividad tectónica regional, representada por algunas fallas de tipo normal.



# Observación Planetaria

Sin duda alguna, el planeta Marte ha sido el protagonista de las noches astronómicas de los meses de verano. Astrónomos aficionados, profesionales y curiosos no han desaprovechado la oportunidad de observar al Planeta Rojo en su mejor oposición desde 1988. Desde Córdoba se han obtenido algunas imágenes sensacionales, como las que acompañan estas líneas. Para no perder los detalles de las imágenes hemos decidido adjuntar a este Boletín un Suplemento Especial "MARTE en Colores" que esperamos sea fiel reflejo del excelente trabajo realizado durante esta oposición. También incluimos un breve artículo divulgativo enviado al periódico Diario Córdoba por Ángel R. López tras la oposición.

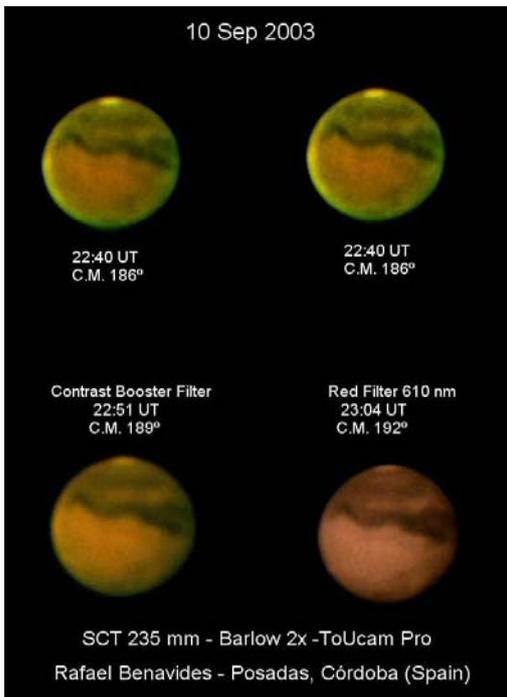
## Marte sigue ahí

Artículo de Marte para Diario Córdoba, 29 de agosto de 2003

El compositor británico Gustav Holst estrenó en 1918 su afamada obra *Los Planetas* con un *allegro* dedicado a Marte. Esta obra resuena ahora con más fuerza que nunca, al hallarnos inmersos en una *Martemania* que los astrónomos aficionados tardarán en abandonar. Aunque el máximo acercamiento entre el Planeta Rojo y la Tierra se produjo el pasado miércoles 27 de agosto, cuando sólo 55.7 millones de kilómetros nos separaban, Marte continuará observándose esplendorosamente en nuestros cielos durante unos meses más, al igual que se ha hecho durante todo el verano. Sólo a través del telescopio se ha podido seguir el paulatino crecimiento del disco del planeta al acercarse a su oposición con el Sol, momento en el que alcanzó su tamaño máximo.

(Arriba) Imágenes de Marte en varios filtros realizadas el 10 de septiembre de 2003 por Rafael Benavides.

(Abajo) Comparación del tamaño a través del telescopio entre una zona de la Luna en torno al cráter Copérnico y Marte durante la oposición favorable

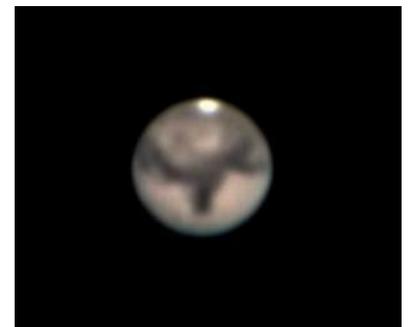


(Arriba) Secuencia de Marte desde el 21 de agosto al 7 de octubre de 2003 realizada por Rafael Benavides a través de un SC 235 mm y usando una WebCam ToUcam Pro junto con una lente Barlow 2x. Esta imagen es la portada del suplemento **MARTE en Colores**.

Aunque ya haya comenzado a alejarse y su disco a achicarse, todavía *dará guerra* a los astrónomos, quienes están aprovechando al máximo su cercanía y continúan obteniendo sensacionales imágenes marcianas incluso con *webcams* acopladas al telescopio.

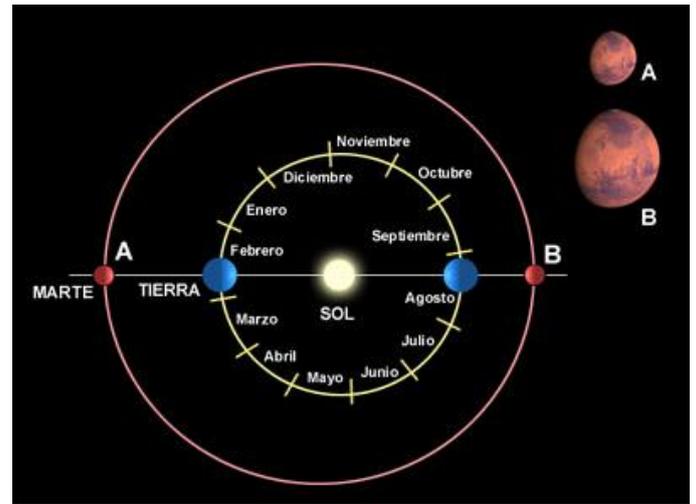
Un brillante fulgor rojizo en la constelación zodiacal de Acuario lo delata rápidamente en una noche cordobesa cada vez más vacía de estrellas por el grave problema de la contaminación lumínica. Pero, a pesar de su brillo, Marte es un planeta pequeño y lejano con un tamaño la mitad del terrestre. Es difícil percibir los detalles de su disco, aún más si el observador es profano en mirar a través de un telescopio. Se necesita que la atmósfera esté lo más estable y limpia posible para que la turbulencia atmosférica no afecte a la calidad de la imagen. Por el contrario, planetas como Júpiter o Saturno, más lejanos pero mucho más grandes, son más *agradecidos* a la hora de su observación, pudiéndose distinguir las espesas bandas de nubes que envuelven a estos planetas gaseosos o los satélites que orbitan a su alrededor. En el caso de Saturno la visión de sus majestuosos anillos nos dejará pegados al ocular. Pero Marte es el único planeta en el que podemos observar detalles de la superficie, destacando grandes llanuras y zonas montañosas, enormes depresiones y los polos marcianos, no constituidos de agua helada sino de dióxido de carbono congelado (el llamado *hielo seco*).

Sensacional imagen de Marte obtenida por Javier Rojano desde Baena (Córdoba) usando un Meade LX90 y una barlow x2 el 30 de agosto, sin el filtro infrarrojo de una cámara TouCam Pro.



Marte ha cautivado al ser humano desde el comienzo de los tiempos. Su condición de *estrella errante* sobre las constelaciones fijas y su color rojizo le sirvió para ser bautizado como Ares, el dios de la guerra de la mitología griega. Su caprichoso movimiento fue vital para el desarrollo de la teoría heliocéntrica (el Sol, y no la Tierra, es el centro del Sistema Solar) y para que Kepler, con la ayuda de las observaciones de Brahe, enunciara las leyes del movimiento planetario. Una vez que los telescopios alcanzaron buena calidad, el misterioso Planeta Rojo no se libró de la curiosidad de los astrónomos: Schiaparelli y Lowell creyeron ver largos canales en su superficie y se imaginaron una civilización agonizante que luchaba por sobrevivir llevando el agua de los polos al ecuador. Todo esto fue desmentido cuando los ingenios espaciales comenzaron a llegar a Marte en la década de los sesenta. Las actuales sondas que viajan hacia el Planeta Rojo aún tienen como principal misión la búsqueda de posibles huellas de antigua vida marciana, para lo que es vital precisar la cantidad de agua existente actualmente.

Es totalmente cierto que Marte ha estado ahora más cerca de la Tierra que en los últimos 60000 años y que hasta dentro de otros 200 no alcanzará una distancia similar. Pero aquí hay un *truco* que se ha aprovechado para provocar el revuelo mediático que hemos vivido esta semana. El *quid* de la cuestión se encuentra en la forma de las órbitas de Marte y la Tierra y en sus períodos de revolución alrededor del Sol. Sólo cada 2 años y 50 días se consigue una alineación perfecta Sol-Tierra-Marte (oposición). Si las órbitas de Marte y la Tierra fueran circunferencias concéntricas siempre se obtendría en ese momento la mínima distancia entre ambos cuerpos. Pero gracias a Kepler sabemos que las órbitas de los planetas son en realidad elípticas y no concéntricas (*ver figura adjunta*), por lo que el problema se complica. Haciendo cálculos aproximados basados en el cálculo matemático de encontrar el mínimo común múltiplo de dos números encontramos que sólo cada *casi 15* años se consigue minimizar la distancia entre los dos planetas (algo que ocurre en agosto porque, aunque nos parezca extraño en Córdoba, nuestro planeta se encuentra en verano más alejado del Sol que en invierno). La Naturaleza es caprichosa y, si bien a nosotros nos gustan los números



Órbitas de la Tierra y Marte: ambas son elípticas (la marciana con más excentricidad) y no concéntricas, teniendo al Sol en uno de los focos de la elipse según las Leyes de Kepler.

enteros, a ella no: *casi 15* no es un número redondo. Consecuentemente, siempre hay una variación de unos 3 millones de kilómetros en la distancia mínima durante una oposición favorable. En 1988 Marte estuvo a 59.1 millones de kilómetros y su visión telescópica fue prácticamente igual a la que se está obteniendo ahora. El 31 de julio de 2018 Marte estará a 57.6 millones de kilómetros, y de nuevo se verá prácticamente igual. Las diferencias sutiles sólo estarán en la mano de los grandes telescopios: volveremos a tener *Martemanía* antes de lo que creíamos. Aunque *Crónicas Marcianas* haya dejado de ser el famoso título del excelente libro de ciencia ficción que escribiera Ray Bradbury en 1950, me gustaría sugerirte que, aprovechando la excusa de Marte apagues la tele, salgas al campo lejos de las nocivas luces de la ciudad y mires al cielo: te encontrarás con uno de los mayores espectáculos de la Naturaleza.

(Izquierda) Imagen de Marte obtenida por Jesús R. Sánchez el 18 de septiembre. Se aprecia una zona más clara que corresponde a Nix Olímpica ("Nieves del Olimpo"), donde se encuentra el mayor volcán del Sistema Solar.

(Derecha) Imagen de 10 segundos de Marte, realizada por Camilo Fumega y saturando el planeta. El punto que señala la flecha es Deimos



# La misión 2001 Mars Odyssey a Marte

Ángel R. López Sánchez  
[angelrls@ll.iac.es](mailto:angelrls@ll.iac.es)

2001 Mars Odyssey es parte del programa de Exploración de Marte de la NASA. Se lanzó el 7 de abril de 2001, y llegó al Planeta Rojo el 24 de octubre de ese mismo año. Durante los 3 meses siguientes, la sonda estuvo preparando los instrumentos y frenando su velocidad, acercándose más a Marte en cada órbita usando la técnica del aerofrenado. La misión científica comenzó en febrero de 2002, y durará al menos hasta agosto de 2004. Por primera vez, la misión mapeará la cantidad y distribución de elementos químicos y minerales en la superficie marciana. La nave buscará sobre todo hidrógeno, especialmente en forma de hielo de agua. También analizará la radiación ambiental en una órbita baja para determinar su riesgo relacionado con exploradores humanos que un día podrían viajar allí.

La misión posee cuatro objetivos científicos fundamentales:

- 1.- Determinar si la vida pudo surgir alguna vez en Marte
- 2.- Caracterizar el clima marciano
- 3.- Caracterizar la geología marciana
- 4.- Preparar la exploración humana.

Durante el transcurso de su misión, la Odyssey también soportará otras misiones del programa de exploración de Marte. El nombre de "2001 Mars Odyssey" fue escogido como reconocimiento a la visión y espíritu de exploración espacial que aparece en las obras de renombrado autor de ciencia ficción Arthur C. Clarke. Para cumplir los objetivos científicos, la sonda cuenta con tres potentes instrumentos principales. Éstos son:

**THEMIS** (*Thermal Emission Imaging System*, Sistema de Imagen de Emisión Térmica), para determinar la distribución de minerales, particularmente de aquellos que sólo se pueden formar en presencia de agua.

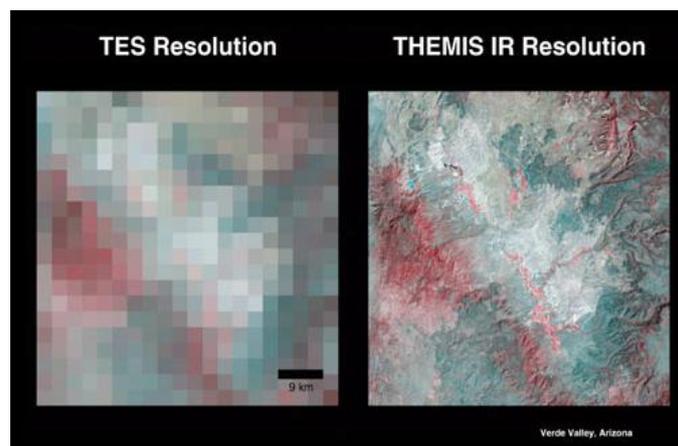
**GRS** (*Gamma Ray Spectrometer*, Espectrómetro de Rayos Gamma), para determinar la presencia de 20 elementos químicos en la superficie de Marte, incluyendo hidrógeno en el subsuelo superficial, con el que se puede determinar la cantidad y distribución de la posible agua congelada en el planeta

**MARIE** (*Mars Radiation Environment Experiment*, Experimento de la Radiación Ambiente de Marte), para estudiar la radiación tanto de la superficie como del espacio interplanetario, y así preparar futuras misiones tripuladas.

Veamos con más detalle el potencial de cada instrumento.

## THEMIS

Analizando en las partes infrarroja y visible del espectro, THEMIS estudia la distribución de materiales en la superficie de Marte, y ayudará a entender la mineralogía marciana. Durante el día, el sol calienta la superficie. Los minerales superficiales radian este calor de nuevo al espacio según un patrón característico de cada elemento. Así, minerales como silicatos, carbonatos, hidróxidos, sulfatos, óxidos y fosfatos presentan diferentes "colores" en



Comparación de la resolución en infrarrojo (IR) de la cámara TES y la nueva THEMIS a bordo de 2001 Mars Odyssey

el espectro infrarrojo, por lo que son fácilmente identificados y mapeados sobre la superficie planetaria. Este procedimiento ya se ha seguido en la Tierra con el instrumento TER en el satélite TERRA (*ver figura*).

Por otro lado, THEMIS también está obteniendo imágenes de 18 metros de resolución en cinco bandas espectrales del visible para determinar el registro geológico del posible pasado líquido del ambiente marciano. Se tomarán en total más de 15000 imágenes, cada una de 20 x 20 kilómetros de resolución. Además de para la caracterización de la superficie, las imágenes se usarán en conjunción a los mapas de minerales para seleccionar posibles lugares de aterrizaje de futuras misiones.

## GRS

El Espectrómetro de rayos gamma está midiendo la abundancia y distribución de alrededor de 20 elementos principales de la tabla periódica, como silicio, oxígeno, hierro, magnesio, potasio, aluminio, calcio, azufre y carbono. Sabiendo qué elementos están en la superficie o debajo de ella se tendrá información detallada sobre cómo ha cambiado la superficie marciana en el tiempo. Para determinarlo, el experimento usa un espectrómetro de rayos gamma y dos detectores de neutrones. Un estudio similar lo realizó la sonda Lunar Prospector en nuestro satélite.

Cuando los elementos químicos presentes en rocas y minerales son expuestos a rayos cósmicos (partículas cargadas y muy energéticas que provienen del espacio) se emiten unas partículas denominadas fotones gamma, que poseen unas energías muy concretas. El instrumento GRS buscará estos fotones gamma que provengan de elementos presentes en el suelo marciano. Midiéndolos, es posible calcular tanto la abundancia como la distribución de dichos elementos sobre la superficie marciana. También se estudiarán elementos que son radioactivos de forma natural, como potasio, uranio y torio. Los rayos cósmicos también liberan neu-

trones. El estudio de estos neutrones está siendo usado para calcular la cantidad de hidrógeno en Marte y, por tanto, inferir la presencia de agua. Los detectores de neutrones de GRS son sensibles a la concentración de hidrógeno en la parte superior de la superficie, obteniéndose medidas de la cantidad de hidrógeno que existe allí. Y como el hidrógeno está sobre todo presente en forma de agua congelada, el instrumento es capaz de medir directamente la cantidad de hielo permanente en la superficie y cómo cambia con las estaciones.

## MARIE

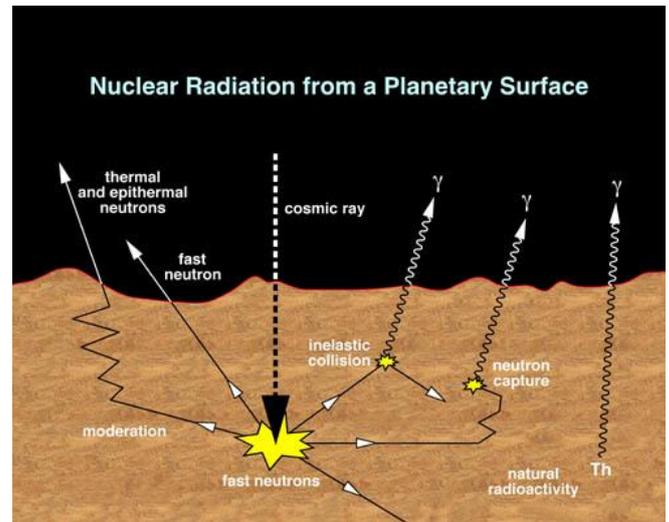
Está diseñado para caracterizar la radiación ambiente tanto en el camino a Marte como en la órbita marciana. Como la radiación espacial puede resultar un riesgo extremo para la tripulación de futuras misiones interplanetarias, este experimento intentará predecir con anticipación las dosis de radiación que serían experimentadas por futuros astronautas para ayudar a determinar los posibles efectos de la radiación marciana sobre los humanos. La radiación espacial proviene de rayos cósmicos emitidos por el Sol y también por estrellas lejanas, y puede provocar cáncer y causar daños al sistema nervioso central. Instrumentos similares se colocan en las lanzaderas espaciales y en la Estación Espacial Internacional, pero ninguno de ellos han salido fuera de magnetosfera terrestre, que bloquea y protege a nuestro planeta de esta radiación.

## La búsqueda del agua de Marte

Puede que Marte fuera una vez un lugar muy húmedo, como muchas de las observaciones sugieren, pero algunas de las pruebas son contradictorias y no forman conjuntamente un todo coherente. El interés por el agua marciana es simple: sin agua no puede existir la vida, tal y como nosotros la conocemos. Si han pasado 3500 millones de años desde que hubo agua, las posibilidades de encontrar vida son remotas. Pero si existiese agua hoy día, la vida podría estar resguardada en algún lugar protegido.

Marte es un desierto helado. Es demasiado frío como para que exista agua líquida en su superficie, y muy frío como para que llueva. Pero si alguna fuente de calor interno calentara el planeta lo suficiente como para que el hielo se derritiera, no se obtendría agua líquida, porque la atmósfera marciana es tan delgada que al calentarse el hielo pasa directamente a forma gaseosa. Pero tiene que haber habido agua en Marte por las huellas que ha dejado.

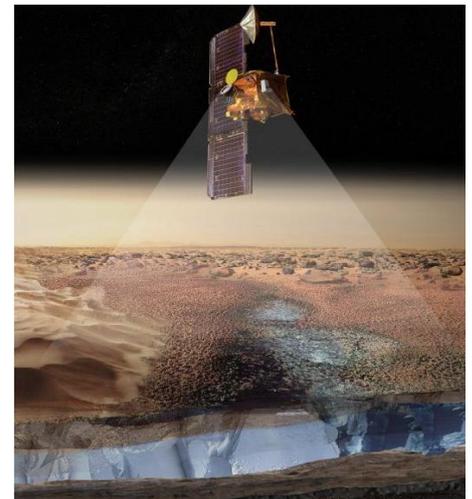
Tim Parker, científico del JPL, sugirió en 1989 que una vez existió un gigantesco océano que cubrió prácticamente todo el hemisferio norte marciano al analizar las imágenes de los Viking. Posteriormente, en 1991, Vic Baker propuso que el planeta podía pasar por ciclos, primero calentándose liberando agua subterránea y formando océanos, para luego enfriarse y absorber el océano de nuevo bajo la corteza. Tras los nuevos datos de la sonda MGS a finales de la década pasada, Jim Head y su equipo encontraron evidencias consistentes con el gigantesco océano en el hemisferio norte, como que el terreno bajo de estas zonas era más suave que el resto. Pero hoy por hoy no hay nada claro. Si había agua líquida, la atmósfera marciana debería ser mucho más densa. ¿Dónde ha ido a parar la atmósfera?

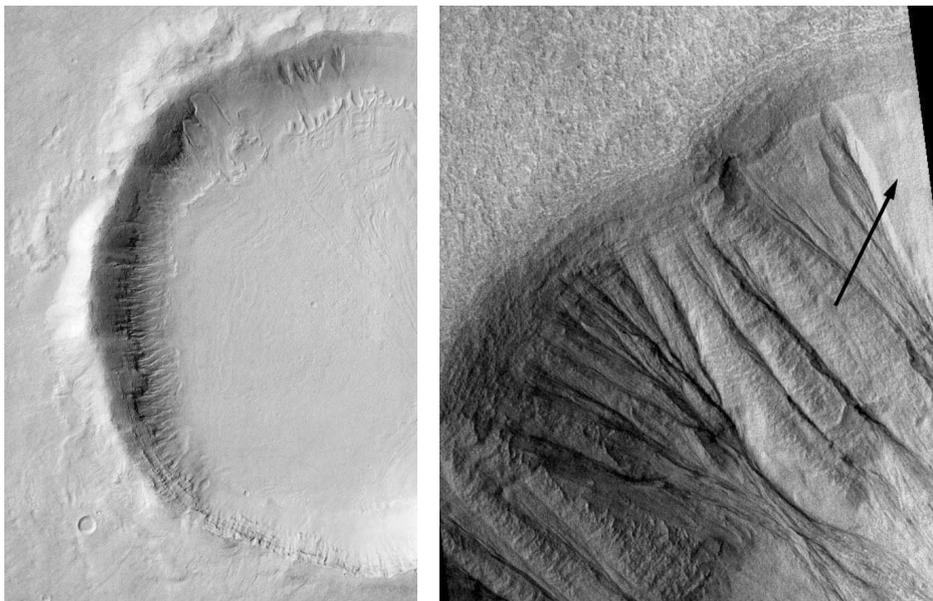


*Esquema de la radiación nuclear proveniente de una superficie planetaria. Por un lado, se produce la desintegración natural de átomos pesados, como uranio, potasio o Torio (Th). Por otro, los rayos cósmicos liberan neutrones rápidos al golpear el suelo que, al impactar con otros átomos menos pesados (como el hidrógeno), liberan fotones de energías muy concretas.*

También se viene sospechando que Marte podría haberse formado con la suficiente cantidad de agua como para que cubriese todo el globo con al menos 1.25 kilómetros de profundidad. A este resultado llegó un estudio del satélite FUSE (Far Ultraviolet Spectroscopy Explorer, Explorador Espectroscópico del Ultravioleta Lejano, situado a 760 km de la Tierra), que proporcionó las primeras detecciones de hidrógeno molecular en la atmósfera superior de Marte. También se usó la instrumentación a bordo del Hubble para determinar la cantidad de deuterio (hidrógeno pesado). Combinando ambos datos, se pueden sacar algunas pistas sobre la evolución del agua en el Planeta Rojo. Vladimir Krasnopolsky presentó en Science en noviembre de 2001 un modelado de la evolución atmosférica de Marte, deduciendo que la relación entre ambas abundancias representarían una pérdida de agua equivalente a un océano global de 30 metros de profundidad. Pero aún quedaría hoy día agua para un océano de 20 metros de profundidad. Extrapolando hacia atrás en el tiempo, este científico sugirió que Marte habría tenido agua para un océano de al menos 1.25 km de profundidad en sus comienzos.

*Imagen esquemática del uso del instrumento GRS a bordo de Mars Odyssey para encontrar hidrógeno (que sobre todo se localiza en la molécula de agua) en el subsuelo marciano.*





*(Izquierda) Imagen de la sonda 2001 Mars Odyssey mostrando uno de los cráteres más estudiados. En la ladera del cráter aparecen grandes barrancos y hondonadas que se sospecha han sido formados por el deshielo del agua congelada.*

*(Derecha) Detalle de la imagen anterior que muestra claramente los barrancos formados en el cráter por el deshielo.*

## ¿Agua hasta los tobillos?

La investigación continúa. El pasado sábado 15 de febrero, el científico Bill Feldman del Laboratorio Nacional de los Álamos (EE.UU.) publicó en la prestigiosa revista Nature el primer mapa global de la distribución de hidrógeno identificado por los instrumentos a bordo de la Mars Odyssey, y ofreció cotas mínimas de la cantidad total de agua almacenada cerca de la superficie de Marte. Según estos estudios, en Marte existiría agua para cubrir todo el planeta a una altura de unos 12 centímetros (la altura del tobillo aproximadamente). El estudio se ha basado en los datos obtenidos por los detectores de neutrones del instrumento GRS durante el último año. Los científicos presentaban público un mapa de color, basado en imágenes del planeta durante más de medio año marciano, por lo que se han podido observar ambos polos sin la obstrucción de los casquetes polares de dióxido de carbono congelado. Desde los 55° de latitud y hasta los polos, Marte posee grandes depósitos de tierra que son ricas en hielo de agua, que incluso llega a alcanzar el 50% de su composición. También se encuentran depósitos más cercanos al ecuador, pero éstos tienen sólo alrededor del 10% de agua, exceptuando dos grandes zonas que sí muestran grandes concentraciones de agua en el subsuelo.

La expectación ha sido tan grande que ha saltado a la prensa, e incluso el pasado viernes 21 de febrero, la página de la Imagen Astronómica del Día mostraba una fotografía de barrancos de Marte en donde se aportaba la evidencia de la reciente presencia de flujos de agua sobre el Planeta Rojo. Las imágenes en luz visible de la Mars Odyssey, combinadas con las imágenes de la Mars Global Surveyor (MGS), sugieren que el deshielo de la nieve puede ser una de las causas más probables de los numerosos barrancos erosionados que fueron documentados por primera vez en 2000 por MGS. Esta

sonda mostró decenas de lugares donde se aprecia que el agua ha estado escurriendo por las paredes de valles y cráteres, formando pequeños barrancos y hondonadas. Algunos científicos opinan que esto ha ocurrido muy recientemente, quizás en los últimos 10 años, pero otros creen que lo más probable es que se formaran durante los últimos 10 millones de años. Así, los barrancos marcianos fueron creados a partir del goteo de agua proveniente del deshielo de paquetes de nieve, y no por manantiales subterráneos o flujos presurizados, como se había estado sugiriendo anteriormente. El doctor Philip Christensen propone que los barrancos son excavados al derretirse el agua y fluir por debajo de los paquetes de hielo, donde está protegida de la rápida evaporación en la fina atmósfera del planeta.

Christensen examinó la imagen de un cráter de impacto en latitudes intermedias del hemisferio sur de Marte y observó barrancos erosionados en fría cara del cráter. Pegados a ellos encontró una zona de terreno que parecía ser un depósito de materiales volátiles, solamente observados en las zonas más frías. Precisamente, ahí es donde mejor se conservan este tipo de materiales, cuya composición principal parece ser nieve. En los lugares más cálidos, este fenómeno no se observa porque la nieve ya se ha volatilizado en la atmósfera. Además, estos barrancos son muy jóvenes. Esto, que al principio fue un problema, ha servido a Christensen a comprender mejor el mecanismo de formación de los barrancos, y porqué comienzan tan altos en el cráter: el deshielo de la nieve comienza primero por las zonas altas, donde incide mayor radiación, se acumula en zonas inferiores, y vuelve a fluir cuando comienza un período climático más caliente. Además de este cráter, el equipo de investigación ha encontrado en otras imágenes de la Mars Odyssey estructuras similares en otros muchos cráteres.

Sin embargo, una de las observaciones que perjudican la teoría del agua en Marte es que aún no se han encontrado evidencias claras de carbonatos. Este tipo de mineral se forma fácilmente cuando el agua líquida reacciona con el dióxido de carbono de la atmósfera. Si hubo agua en tiempos pretéritos, los carbonatos deberían ser detectables. Pero por otro lado el último análisis de los datos de Mars Odyssey sobre el casquete polar sur parece indicar que no sólo está formado de dióxido de carbono congelado, sino en gran parte por agua congelada. En realidad, sólo se detecta una capa superficial de dióxido de carbono y, bajo ella, una gran cantidad de hielo de agua. Y volvemos a la paradoja: ahora no hay suficiente dióxido de carbono para que Marte mantuviera un efecto invernadero eficaz y que mantuviera al planeta cálido al atrapar parte del calor reemitido, por lo que la vida en la superficie marciana sería más difícil de explicar. Otro de los grandes retos a cumplir por la 2001 Mars Odyssey es, en conclusión, encontrar o explicar la falta de dióxido de carbono y carbonatos en Marte, para conseguir encajar todo este enorme rompecabezas del misterio del agua, y de la vida, en el Planeta Rojo.

# Tránsito de Mercurio

Bella Espinar Frías  
[bella.espinar@psa.es](mailto:bella.espinar@psa.es)

¡Qué suerte tenemos! El sistema solar nos brindó el pasado 7 de mayo un acontecimiento muy bonito de observar: el tránsito de Mercurio a través del disco solar. Pero, ¿Qué es un tránsito?

Se llama “tránsito” al evento astronómico por el que, por la posición relativa que adquieren varios cuerpos celestes, desde la Tierra vemos pasar el menor de ellos por delante del otro. En este caso, es Mercurio quien pasará por delante del Sol, en un acontecimiento que será, para más de uno, la primera vez que vea este pequeñito planeta.

## ¿Cada cuánto tiempo ocurre?

Como bien sabemos, Mercurio es uno de los planetas interiores a la órbita terrestre y tarda en completar una vuelta alrededor del Sol unos 88 días. Como la Tierra tarda 365 días, Mercurio queda entre nosotros y el Sol, más o menos, cada cuatro meses. Sin embargo no ocurren tránsitos cada cuatro meses, ¿por qué? Es sencillo. Si la órbita de Mercurio estuviera en el mismo plano que la de la Tierra, entonces sí que observaríamos un tránsito tres veces al año. Pero como los planos en los que reposan ambas órbitas forman un ángulo de 7º, sólo hay dos puntos, llamados “nodos” en los que sí que se puede formar una línea recta perfecta con los tres cuerpos, una línea recta en la que sí se pueden alinear perfectamente el Sol, Mercurio y Tierra. Si nos alineamos con Mercurio en uno de esos nodos, entonces sí ocurrirá un tránsito.

La Tierra pasa por uno de estos nodos cada 8-9 de mayo y por el otro, cada 10-11 de noviembre, de modo que los tránsitos de Mercurio sólo pueden ocurrir en los días cercanos a una de esas fechas. Es decir, las posibilidades de tránsito ya quedan reducidas a dos por año. Pero es que, además, es necesario que Mercurio esté en conjunción inferior justamente en esos días. Todas estas condiciones ocurren unas trece veces cada siglo, y no son periódicas sino que la sucesión de intervalos es de 3, 7, 10 y 13 años. El tránsito de Mercurio anterior al del 7 de mayo ocurrió el 15 de noviembre de 1999, pero no fue visible desde España. Tampoco lo será el próximo, el del 8 de noviembre del 2006. Habrá que esperar hasta el 2016 para observar otro tránsito de Mercurio desde nuestra bonita ciudad de Córdoba.

## ¿Qué se ve?

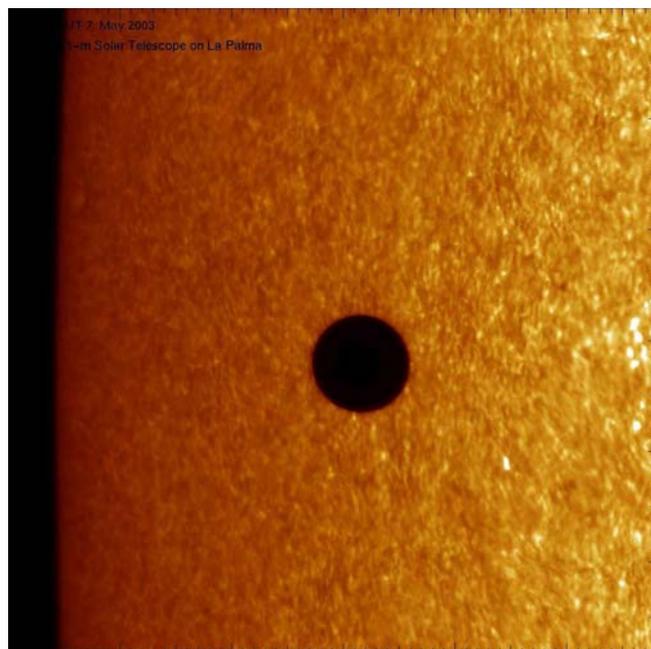
Mercurio tiene un diámetro unas tres veces menor que el de la Tierra y, debido a la distancia que nos separa de él, su diámetro aparente, el día 7 de mayo, será de tan sólo 11.9” ¡Hay manchas solares que son más grandes que ese diámetro! Lo que se verá será un puntito negro que se mueve dentro del disco solar lentamente, a lo largo de las más de cinco horas que durará el tránsito. Las manchas solares,

prácticamente, no habrán cambiado de posición en ese lapso de tiempo, por lo que no se confundirán fácilmente con el planeta. En la *figura 1* se muestra la trayectoria que siguió el planeta, así como la hora exacta de los distintos “contactos” para los observadores desde varias ciudades españolas. Para Córdoba capital, los datos se encuentran en la tabla del final del artículo y fueron calculados por nuestro socio Fco. Javier Rojano.

## ¿Qué son los “contactos”?

Los “contactos” que se definen en este tipo de eventos en los que un cuerpo pasa por delante de otro (como ocurre en los eclipses o cuando, por ejemplo, un satélite de Júpiter pasa por delante de su planeta), son una herramienta para describir el acontecimiento. Indican cuándo empieza el evento, cuándo termina y marcan también dos momentos intermedios. Vamos a explicarlos particularizándolos para este tránsito, aunque la idea es análoga para otros acontecimientos similares.

Antes de que empiece el tránsito, Mercurio va acercándose al disco solar, en este caso, por la parte superior del disco (aún no es visible a causa del brillo del Sol). Justo cuando alcanza al disco solar, cuando ambas siluetas son tangentes exteriores entre sí, es el momento que se define como primer contacto. Ocurrirá a las 7:17 horas (hora local) aunque, por cierto, no se pudo ver ya que aún no había amanecido. En los minutos siguientes, el pequeño círculo de Mercurio se va adentrando más y más en el disco solar, hasta que queda completamente introducido en éste. Éste es el segundo contacto, justo cuando ambas siluetas son tangentes interiores (7:17h). A partir de ahora ya se ve a Mercurio entero dentro del Sol y empieza a recorrer su camino en busca del borde oeste.



Como muestra la figura, Mercurio entró en el disco del Sol cerca del norte y apenas pasó por la zona superior del mismo, muy lejos del centro. La máxima penetración ocurrirá a las 9:52h y sólo habrá penetrado algo menos de la tercera parte del radio del disco Solar. Mercurio continuará su camino durante las siguientes dos horas y media hasta que alcanza el borde de salida, cuando llega al tercer contacto, que es la misma disposición relativa entre el disco solar y el de Mercurio que en el segundo contacto (contornos tangentes interiores) pero para los momentos de salida y no de entrada. A partir de ahora, Mercurio abandona poco a poco el "territorio" solar (igual que, en un atardecer, es el Sol el que desaparece en el horizonte) hasta que, a las 12:31 h se llega al cuarto contacto, último momento en el que están en contacto ambas siluetas. Se termina el tránsito.

**¿Con qué observar?**

Debido al pequeño tamaño aparente del planeta (150 veces menor que el tamaño aparente del Sol) se necesita algún instrumento de al menos diez aumentos para poder distinguir a Mercurio. Cualquier telescopio o unos prismáticos de unos 10x50 será suficiente. No se podrá observar a simple vista. **¡OJO! El instrumento más importante para observar el Sol es SIEMPRE una buena protección para nuestros ojos. Usar un filtro de calidad garantizada puede ser vital para evitar fatales accidentes que pueden provocar la ceguera instantánea.** Si no se dispone de un filtro para los prismáticos o para el telescopio, entonces se puede observar el evento por proyección, tal como se hizo en el eclipse de Sol de agosto de 1999 (Boletín Informativo nº 28, p.12). **El método de la proyección es el más seguro.** Aquellos que tuvieran un filtro H-alfa para la observación de protuberancias solares y observaran a Mercurio antes del primer contacto o después del cuarto, encontrarían sin duda una observación muy bonita, puesto que el planeta estaría atravesando el fondo de espículas y protuberancias solares. Como esta observación no está al alcance de todos los socios, estamos muy interesados en que alguien nos cuente cuál ha sido el método que ha utilizado y cómo le ha ido el intento, que el tránsito de Venus del 8 de junio de 2004 está a la vuelta de la esquina. ¡Animaos!

*(Izquierda) Espectacular imagen del tránsito de Mercurio obtenida por el Telescopio Solar Sueco (SST) de 1m en La Palma usando un filtro H-alfa, a las 10:25:09 TU.*

*(Abajo) Desgraciadamente, las nubes hicieron de las suyas en varios sitios. Ésta es la única imagen válida de las obtenidas desde la Facultad de Física de La Laguna (Tenerife) por un C8 con proyección ocular (26 mm) y filtro Mylar, por Ángel R. López*

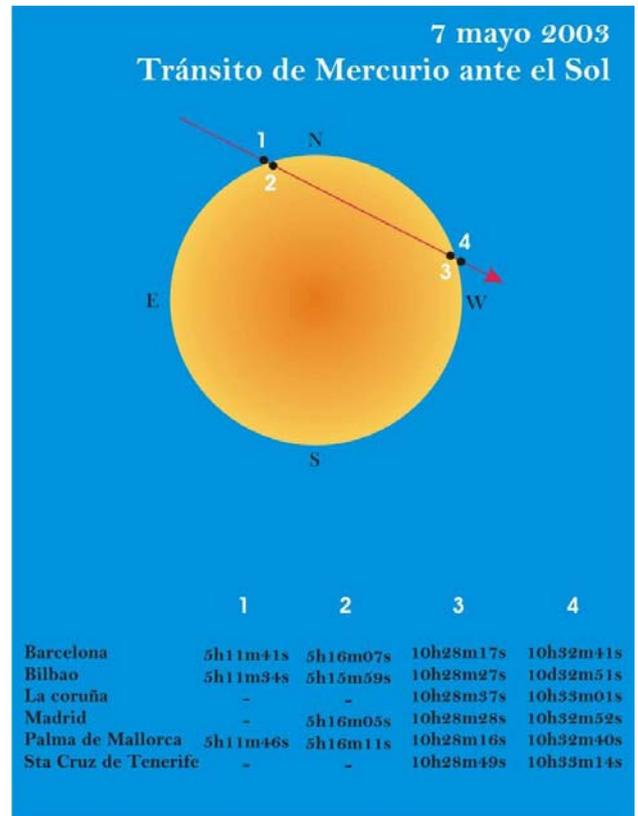
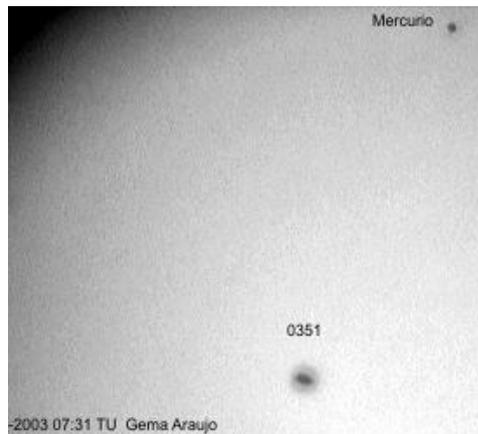


Figura 1. Gráfico del tránsito de Mercurio del pasado 7 de mayo, realizado por Mario Gaitano, señalando la hora local de cada contacto para seis ciudades españolas.



*(Arriba e Izquierda) Imágenes realizadas por Gema Araujo del Tránsito de Mercurio. La toma izquierda se realizó a las 7:31 TU; la superior a las 9:54 TU.*

*(Abajo) Tabla con los datos del Tránsito calculados para Córdoba capital, por Fco. Javier Rojano.*

	TU	P.A	Alt	Diff.
	h m s o	o	A	B
Primer Contacto	-	-	-	-
Segundo Contacto	-	-	-	-
Mínima Separación	7 52 58 333	29	-	-
Tercer Contacto	10 28 34 291	59	-1.9	0.2
Cuarto Contacto	10 32 58291	59	-1.9	0.2

# Cometas

No sólo un cometa se podrá observar a simple vista en 2004, sino dos cometas muy cercanos en el cielo angularmente, el **C/2002 T7 (LINEAR)** y el **C/2001 Q4 (NEAT)**. Además, se esperan que ambos sean muy brillantes, llegando incluso a alcanzar la magnitud 1. Sin embargo, no todo puede ser perfecto, puesto que C/2001 Q4 (NEAT) sólo será observable desde el hemisferio sur cerca en su momento de máximo brillo, reservándose el espectáculo de ver los dos cometas a la vez en el cielo sólo desde latitudes australes.

Pero algo es seguro: vamos a poder ir viendo crecer al cometa **C/2002 T7 (LINEAR)** en el cielo nocturno a lo largo de los próximos meses atravesando las constelaciones de Perseo y Piscis hasta que alcance su oposición el 23 de abril de 2004. Hemos de señalar que este cometa se está portando muy bien según las predicciones de magnitud (ver gráfico realizado por observaciones visuales del cometa por astrónomos españoles, en donde se incluye nuestro activo socio Rafael Benavides). Adjuntamos en estas páginas tanto los elementos orbitales (fundamentales para introducir en programas de planetario y conseguir una localización precisa de su posición en el tiempo) como las efemérides hasta mayo de 2004. Asimismo, también indicamos los elementos orbitales de C/2001 Q4 (NEAT), aunque se enviará a los socios detallada información sobre ambos cometas en una Ficha de Observación a principios de 2004. ¡Suerte con ellos!

Por otro lado, aunque ya se envió a los socios otra Ficha de Observación del cometa periódico **2P Encke**, también indicamos sus elementos orbitales.

## ELEMENTOS ORBITALES:

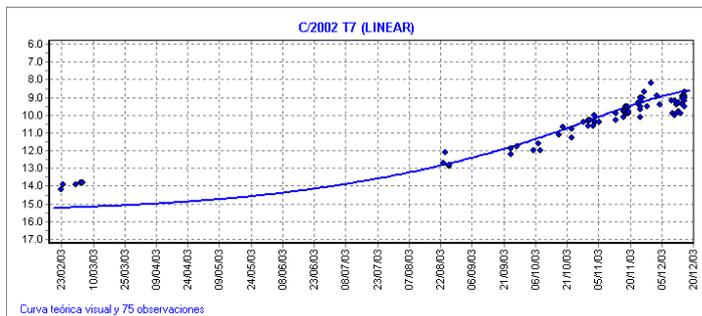
### C/2002 T7 (LINEAR)

Epoch 2004 Apr. 25.0 TT = JDT 2453120.5

T 2004 Apr. 23.0604 TT MPCM

q	0.614593	(2000.0)	P	Q	
z	-0.000845	Peri.	157.7366	+0.4344201	-0.8375908
	+/-0.000001	Node	94.8589	-0.8683658	-0.2918032
e	1.000519	Incl.	160.5833	-0.2392068	-0.4618361

From 2431 observations 2002 Oct. 12-2003 Dec. 8, mean residual 0".5



### C/2001 Q4 (NEAT)

Epoch 2004 June 4.0 TT = JDT 2453160.5

T 2004 May 15.9546 TT MPCM

q	0.961886	(2000.0)	P	Q	
z	-0.000782	Peri.	1.2074	-0.8651775	-0.0662338
	+/-0.000003	Node	210.2779	-0.4679539	-0.2496439
e	1.000752	Incl.	99.6421	-0.1802414	+0.9660699

From 220 observations 2001 Aug. 24-2003 Sept. 3, mean residual 0".7.

### 2P/Encke

Epoch 2003 Dec. 27.0 TT = JDT 2453000.5

T 2003 Dec. 29.8787 TT MPCM

q	0.338463	(2000.0)	P	Q	
n	0.2985546	Peri.	186.4990	-0.9449864	-0.3151803
a	2.217108	Node	334.5873	+0.3085524	-0.7700179
e	0.847340	Incl.	11.7696	+0.1086102	-0.5547376
P	3.30				

From 896 observations 1989-2003, mean residual 0".6.

Posible Observación de los Cometas Linear 2002 T7 y Neat 2001 Q4, el 20 de Mayo de 2004 a las 00hs T.U.



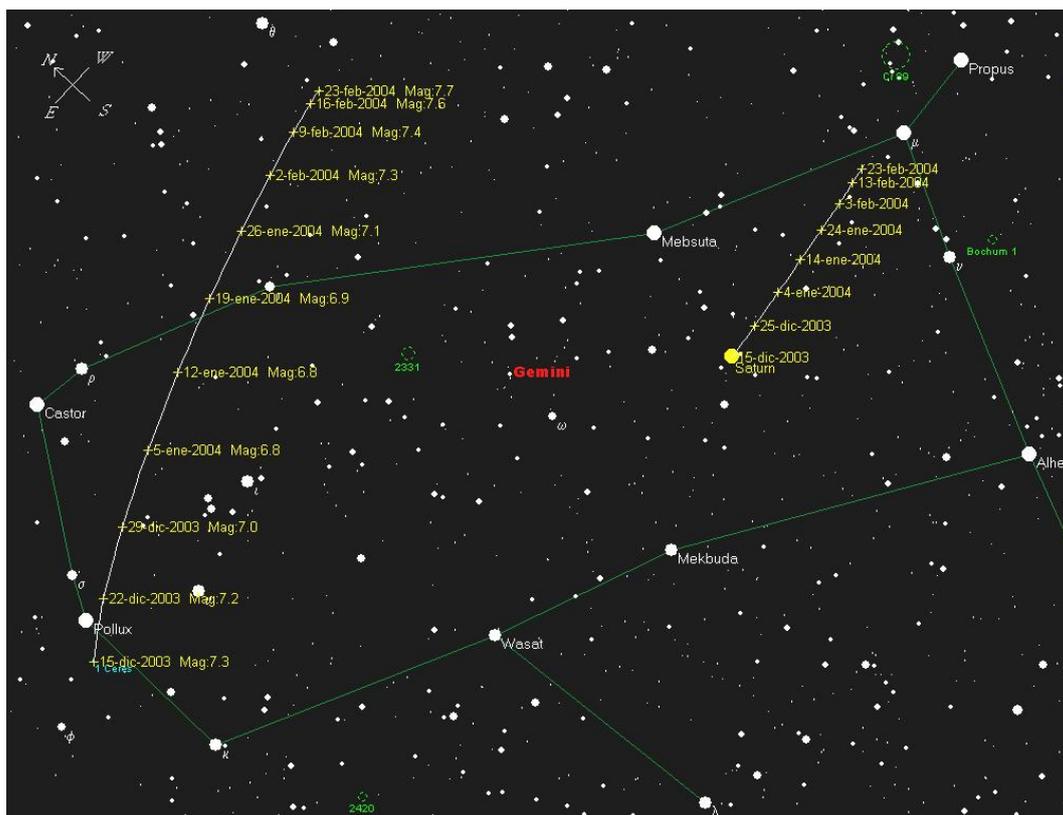
**EFEMÉRIDES cometa LINEAR C/2002 T7**

FECHA	TT	R. A. (2000)	Decl.	Delta	r	Elong.	Fase	m1
2003 12 07		02 40.38	+35 06.6	1.575	2.471	148.7	12.0	8.9
2003 12 12		02 19.30	+33 36.6	1.561	2.403	140.4	15.1	8.8
2003 12 17		01 59.59	+31 52.5	1.562	2.335	131.7	18.3	8.7
2003 12 22		01 41.68	+29 59.8	1.575	2.266	123.0	21.3	8.5
2003 12 27		01 25.81	+28 04.0	1.600	2.197	114.4	24.1	8.4
2004 01 01		01 12.01	+26 09.7	1.633	2.127	106.1	26.4	8.3
2004 01 06		01 00.17	+24 20.6	1.673	2.056	98.1	28.3	8.2
2004 01 11		00 50.12	+22 38.8	1.717	1.985	90.5	29.7	8.2
2004 01 16		00 41.67	+21 05.4	1.763	1.913	83.1	30.7	8.0
2004 01 21		00 34.60	+19 41.0	1.809	1.840	76.1	31.3	7.9
2004 01 26		00 28.73	+18 25.4	1.854	1.766	69.4	31.4	7.8
2004 01 31		00 23.85	+17 17.9	1.896	1.692	62.9	31.2	7.7
2004 02 05		00 19.80	+16 17.9	1.934	1.617	56.6	30.6	7.5
2004 02 10		00 16.43	+15 24.3	1.966	1.541	50.6	29.6	7.3
2004 02 15		00 13.61	+14 36.3	1.991	1.465	44.7	28.3	7.2
2004 02 20		00 11.22	+13 53.1	2.009	1.388	39.0	26.6	6.9
2004 02 25		00 09.15	+13 13.5	2.017	1.311	33.5	24.6	6.7
2004 03 01		00 07.31	+12 36.8	2.016	1.233	28.1	22.2	6.4
2004 03 06		00 05.60	+12 01.8	2.004	1.156	22.8	19.5	6.1
2004 03 11		00 03.96	+11 27.5	1.980	1.079	17.9	16.4	5.8
2004 03 16		00 02.30	+10 52.9	1.943	1.002	13.4	13.3	5.5
2004 03 21		00 00.58	+10 16.7	1.892	0.928	10.0	10.8	5.1
2004 03 26		23 58.77	+09 37.6	1.826	0.856	9.2	10.7	4.6
2004 03 31		23 56.86	+08 54.1	1.743	0.789	11.4	14.6	4.2
2004 04 05		23 54.95	+08 04.3	1.641	0.728	15.5	21.6	3.7
2004 04 10		23 53.26	+07 06.6	1.520	0.677	20.4	31.0	3.2
2004 04 15		23 52.23	+05 58.9	1.378	0.639	25.4	42.4	2.8
2004 04 20		23 52.62	+04 39.1	1.218	0.618	30.4	55.4	2.3
2004 04 25		23 55.71	+03 03.7	1.041	0.616	35.0	69.4	2.0
2004 04 30		00 03.62	+01 05.3	0.853	0.633	38.7	83.9	1.7
2004 05 05		00 20.45	-01 34.2	0.661	0.667	40.8	98.8	1.3
2004 05 10		00 55.86	-05 40.1	0.476	0.716	40.2	114.3	0.9
2004 05 15		02 16.57	-12 42.9	0.323	0.774	36.2	129.5	0.4
2004 05 20		05 02.51	-19 57.2	0.267	0.840	43.9	123.4	0.4
2004 05 25		07 33.50	-17 43.5	0.355	0.911	63.4	96.2	1.3
2004 05 30		08 44.10	-13 50.2	0.515	0.985	72.0	78.2	2.5

## Asteroides

### CERES a tiro de prismáticos

Durante los primeros meses de 2004 será muy fácil seguir al asteroide 1 Ceres, pasando su oposición en la constelación de Géminis y muy cerca del planeta Saturno. En la figura adjunta se puede observar el recorrido de ambos cuerpos entre el 15 de diciembre de 2003 y el 23 de febrero de 2004. Aunque su observación no es difícil, el mejor momento para localizar Ceres será la primera quincena de enero, cuando alcance una magnitud de 6.8. Debido a la cercanía que entonces tendremos al asteroide (escasos 265 millones de kilómetros), su movimiento a través del fondo del cielo será más evidente, permitiendo en noches sucesivas comprobar la correcta identificación de Ceres. Como anécdota, es bueno recordar que fue el primer asteroide identificado. Lo descubrió el astrónomo Piazzi la noche en que comenzaba el siglo XIX, el 1 de enero de 1801.



# Meteoros

## Resultados Leónidas 2002 y 2003

Orlando Benítez Sánchez, SOMYCE

[benor@vodafone.es](mailto:benor@vodafone.es)

En los últimos años las Leónidas han centrado el interés de todos los observadores de meteoros. Las mayores tasas de actividad se esperaban para **2001 y 2002**, siendo este último año el de mayores expectativas para los observadores europeos. A pesar de la luna casi llena, las tasas observadas fueron muy altas. Esta actividad, que se manifestó en hasta 50 meteoros cada 5 minutos, no resultó tan evidente debido a que la relación poblacional de la lluvia fue alta, alrededor de 2.5 (esto es, por cada meteoro de magnitud 1 había 2.5 con magnitud 2, y así sucesivamente). Este factor, combinado con el hecho de que en muchos lugares de España no pudiese observarse por el mal tiempo (o este se presentase justo en el momento de máxima actividad), hicieron que el número de observadores españoles fuera menor del esperado: solo 15 astrónomos enviaron sus observaciones a SOMYCE (Sociedad de Meteoros y Cometas de España), registrándose un total de 1780 estrellas fugaces.



©2002 J.C. Casado & I. Graboleda

[www.skylook.net](http://www.skylook.net)

La mayor Tasa Horaria Cenital (THZ) encontrada, alrededor de las 04h 30min T.U. de la noche del 18 al 19 de noviembre de 2002, no superaba los 1100 meteoros a la hora, coincidiendo con las impresiones iniciales de todos los observadores. De esta forma, parece claro que las Leónidas de 2002 no han tenido la actividad esperada según los modelos propuestos.

No obstante, la concordancia de los resultados españoles con los ofrecidos por IMO (International Meteor Observers) es evidente. Sólo eliminando los tres últimos puntos de la curva de actividad del primer máximo de los resultados de IMO, ambas curvas son prácticamente idénticas. La semejanza no puede ser total ya que no han coincidido dos factores importantísimos como un gran número de observaciones, una menor duración temporal de los intervalos de observación (lo ideal hubiese sido observar a intervalos de un minuto, y no de 5 minutos como se prefirió hacer en España) y unos elevados factores de corrección por cielo cubierto que seguramente han infravalorado las tasas reales.

En la página web de SOMYCE puedes encontrar más detalles de este análisis:

[www.astrored.net/somyce](http://www.astrored.net/somyce)

Por otro lado, las **Leónidas de 2003** no han producido los picos de actividad esperada. La curva de actividad no muestra tendencias claras, sino más bien mucho ruido, siendo las tasas constantes y moderadas. Las observaciones disponibles sólo han mostrado un claro máximo en fecha 19.4 TU de noviembre de 2003: este máximo tuvo una amplitud de  $\pm 6$  horas, coincidiendo con la actividad prevista entre las 06h30 - 08h00 TU con el filamento de 15-revoluciones del cometa 55P/Tempel-Tuttle, eyectadas en 1533. No se han encontrado picos definidos entre las 6h30 y 8h UT., algo que predecían los cálculos teóricos de Asher, Lyytinen, Nissinen, McNaught, y Vaubaillon. Sin embargo, la gran duración de la amplitud del máximo del 19 de noviembre se puede atribuir a la superposición de ambos máximos, aunque por ahora los datos disponibles no son suficientes para confirmarlos. Por último, se encuentra un aumento de actividad el 13 de noviembre entre 12h UT y las 24h UT, coincidiendo con el encuentro predicho con el filamento de 1499 del Cometa 55P/Tempel-Tuttle.

*Espectacular imagen, composición de 30 tomas de 1 minuto de exposición tomadas a través de un "ojo de pez" alrededor de las 4 T.U. del 19 de noviembre de 2002 por Juan Carlos Casado e Isabel Graboleda desde el cabo de Creus. Se pueden contabilizar 70 leónidas provenientes del radiante, en la hoz de Leo. Fue la Imagen Astronómica del Día (APOD) del 27 de noviembre de 2002.*

# El Cielo a Simple Vista (I)

**Máximo Bustamante Calabria**

[galapn@yahoo.es](mailto:galapn@yahoo.es)

## 1. INTRODUCCIÓN

En muchas ocasiones he intentado imaginarme ese momento (si es que lo hubo) tan crucial para el ser humano como es la toma de conciencia de sí mismo. Es una suposición pensar que existió algún instante en el que un antepasado nuestro, de repente, se preguntó “cómo, quién, por qué soy”. De lo que parece no haber lugar a dudas es que esta es una cualidad que distingue al ser humano de otras especies que conviven en nuestro planeta, o eso creemos al menos.

Es posible que lo primero que hiciera nuestro lejano antepasado fuera mirarse sus manos, sus miembros... hasta donde permite la posición de los ojos. Y que ante la dificultad de encontrar respuestas con la parcial visión exterior de sí mismo, dirigiera su vista a su alrededor, buscando el reflejo de su existencia, su esfera, y los motivos de su lugar en ese entorno. ¿Cuándo enfocó la mirada al cielo nocturno? Puede que fuera al primer sitio donde la dirigió... y puestos a imaginar, puede que el deseo de acercarse a esas débiles luces titilantes fuera una de las motivaciones para erguirse. Y por no hablar del Sol: cuántas retinas acabarían a la brasa de su cegadora luz, intentando ver algo en su poderoso disco. En fin, el cielo nocturno, los astros y su aparente comportamiento, han sido un poderoso revulsivo para el desarrollo del pensamiento humano, siendo su observación una actividad tan antigua como el hombre.

Y donde la observación de los astros alcanzó una importancia crucial fue en el contexto de la sociedad neolítica: conforme la estructura social se hizo más compleja, y la actividad humana empezó a depender de los ciclos biológicos de las plantas utilizadas en la agricultura, la necesidad de medir el tiempo fue imperiosa. Y qué mejor “reloj” que los ciclos aparentemente perfectos de los astros. En el presente, aunque haya relojes nucleares, nuestro calendario está basado en los ciclos solar y lunar, y nuestra vida se rige por el Sol día a día. Y está probada la influencia de la Luna en los organismos vivos de la Tierra: hay crustáceos cuyo ciclo reproductivo está condicionado por Ella. Y es más, puede que el del hombre también lo estuviera en su momento, y si no, ¿qué razón subyace en el hecho de que coincida la duración del ciclo lunar con la del ciclo menstrual de la mujer?

Ya en el “Poema de Gilgamesh”, la epopeya escrita más antigua de la humanidad, encontramos referencias a las estrellas, como no podía ser de otra forma:

“El nombre de la montaña es Mashu.  
Cuando Gilgamesh llegó a las laderas de Mashu,  
encontró a los guardianes del sol naciente y del sol poniente.  
Sus cabezas rozan la base de los cielos.  
sus pechos tocan los infiernos:  
son los hombres-escorpiones, guardianes de las puertas del Sol:  
suscitan gran terror y quen los contempla muere.  
Su imponente majestad siembra el espanto en las montañas.  
Cuando el Sol se alza, cuando el Sol se pone, velan por él.”

[...]

Gilgamesh contestó:  
“He venido a causa de Ut-Napishtim, mi antepasado,  
que supo llegar hasta el consejo de los dioses y obtener la Vida.  
Sobre la muerte y sobre la vida quiero interrogarlo.”  
El hombre-escorpión tomó la palabra  
y dijo a Gilgamesh:  
“Jamás ningún mortal, oh Gilgamesh, lo ha logrado.  
Nadie ha viajado nunca por el sendero  
que se adentra doce leguas en la montaña.  
La oscuridad reina allí, no brilla ninguna luz.  
ni al salir el Sol ni al ocultarse.”

*Poema de Gilgamesh, Tablilla IX, columnas II y III.*

¿Dónde están tales alusiones?. La mención clara es al Sol, naturalmente, pero la imagen de esos terribles hombres-escorpión, la cita de esas montañas inaccesibles a las que ningún mortal puede acceder, el reino de los muertos, tienen su lugar en el cielo nocturno. De los hombres-escorpión aún nos queda uno: la constelación de Escorpio, que en la mitología babilónica correspondía al escorpión macho, mientras que el escorpión hembra era la actual constelación de Sagitario. ¿Y qué puertas guardan estas dos terribles criaturas?, ¿qué hay entre ellas? El corazón de la Vía Láctea. Para los babilonios, las nubes oscuras de esa zona eran ni más ni menos que las puertas al mundo de los muertos, al más allá, donde ningún mortal podía entrar, salvo Gilgamesh, pero porque éste era medio dios. Las referencias a los cielos no acaban ahí: el Poema de Gilgamesh, compilado hace más de cuatro mil años, está compuesto de doce tablas de arcilla, número que no es casual... corresponde a los doce signos astrológicos, que entonces tenían una correspondencia con las doce constelaciones zodiacales<sup>1</sup>. De hecho, el sistema astrológico del que aún hoy se habla nació en esta civilización. Los babilonios no tomaban decisión alguna sin antes mirar al cielo.

<sup>1</sup> Hoy no, ya veremos por qué.

En similares términos podemos hablar de la otra gran civilización, fascinante y misteriosa, que se desarrolló a orillas del Nilo. De lo encontrado en multitud de tumbas, se deduce que las estrellas estaban muy presentes en la vida cotidiana de los egipcios. El mundo era para ellos como una gran bandeja, por la que discurría el río renovador y dador de vida, el Nilo, bajo la bóveda celestial. En contraposición al cielo, se encontraba el inframundo, en el que el Sol se hundía cada tarde, para resucitar y volver a la vida con el amanecer siguiente. La muerte como transfiguración era el tema central de la vida egipcia. El mundo terrenal debía ser un reflejo del celestial, así como en correspondencia al Nilo terrestre existía un Nilo celeste: la Vía Láctea. Por eso, como en muchas otras civilizaciones, las grandes construcciones obedecían a parámetros astronómicos. Las pirámides, aparte de su hipotética función funeraria, se corresponden con la situación de ciertas estrellas respecto a la Vía Láctea: las tres pirámides de Gizeh están exactamente situadas respecto al río Nilo como lo están las tres estrellas del cinturón de Orión respecto al Nilo celestial, como si fueran una imagen especular respecto al horizonte. Y no sólo el cinturón, también el resto de la constelación tiene su correspondencia terrenal en otras pirámides, hoy en peor estado de conservación que las conocidas de Gizeh<sup>2</sup>. Osiris, una de las principales deidades del panteón egipcio, se correspondía con la actual Orión. Muy cerca de Osiris está Isis (Sirio), su esposa, que recuperó los trozos de su cuerpo, después de que fuera asesinado y descuartizado por su hermano, Set, y por artes mágicas lo resucitó para que le diera un hijo (Horus)<sup>3</sup>. En el cielo, el pene erecto de Osiris está dirigido a Isis (las tres estrellas del cinturón de Orión apuntan a Sirio). No es de extrañar que Isis-Sirio fuera asociada a la fertilidad y renovación de la vida, pues el momento del año en que esta estrella comienza a aparecer por el horizonte matutino coincide con el inicio de las inundaciones periódicas del Nilo, por lo que Isis-Sirio regía el ciclo de fertilidad del que dependía la existencia de Egipto.

Páginas y páginas podríamos dedicar a hablar de la visión del cosmos que tenían las civilizaciones antiguas: mayas, incas, aztecas, chinos, indios, las civilizaciones megalíticas de Europa, etc. Todas desarrollaron un calendario propio, complejísimo como es el caso de los mayas, basado en la minuciosa observación y medida de los astros, que se convertían en reguladores de la vida civil y religiosa de unas sociedades cada vez más complejas. Seguramente, la necesidad de medidas precisas desarrolló la matemática, que se especula fue muy avanzada en el caso de los egipcios, algo de lo que no se tienen evidencias escritas por desgracia, sino sólo una desconcertante precisión de sus pirámides que agudiza la imaginación de los estudiosos del tema. Se llega a decir que los conocimientos de los griegos provienen realmente del antiguo Egipto, saber que estaba en manos del poderoso clero de Amón, y cuyo testimonio se extinguió con él. Así, no podemos hablar de una ciencia desarrollada a partir de la observación de los astros, separada de la astrología y de las creencias religiosas, hasta los griegos, los padres de la filosofía, la física, la astronomía y, en definitiva, de la ciencia.

Frecuentemente oímos hablar sobre estrellas y constelaciones, y son familiares sus exóticos nombres: Casiopea, Andrómeda, Cefeo, Tauro, Sagitario, etc. Todas ellas con origen en la mitología griega. Los griegos fueron un claro ejemplo de convertir a los dioses en reflejo del hombre, más que al hombre en reflejo de los dioses: el panteón griego está repleto de cuernos, incestos, crímenes, raptos... vamos, igualito que en esos culebrones tan terrenales que son delicia de las siestas. Zeus era muy aficionado a los tejemanejes del resto de los dioses (por algo era el mandamás), y cuando algún dios, criatura o mortal hacía alguna hazaña digna de su agrado, no dudaba en situarlo en el cielo. De esta forma, el cielo griego, y el nuestro, pues somos herederos de la cultura grecorromana, está lleno de historias, líos amorosos, venganzas, peleas... ¡qué visión del firmamento tan poco trascendental! Corresponde con el enfoque que fueron desarrollando los griegos de los dioses, todo lo poderosos que se quiera, pero el Olimpo no dejaba de ser un palacio divino lleno de intrigas humanas. El aporte realmente importante de los griegos a la observación del cielo no fue de índole místico-religiosa, sino científica y filosófica, pues



*Orión alzándose por el horizonte Este, con las primeras luces del alba. Fotografía realizada con película Kodak Elitechrome de 800 ASA y 20 segundos de exposición sin seguimiento, desde Cerrillo Blanco (Beas de Segura), el 5 de Agosto de 2000, a las 3:45 T.U.*

<sup>2</sup> Esta teoría la desarrolló un egiptólogo, ingeniero y astrónomo aficionado, Robert Bauval, basándose en multitud de medidas y cálculos sobre las pirámides de Gizeh. Este autor llegó a cuestionar la función funeraria de las pirámides, y se granjeó por esta osadía el repudio de la egiptología academicista.

<sup>3</sup> El Faraón era identificado con el mismísimo Horus, hijo de Isis y de un resucitado Osiris, que triunfa sobre la muerte.

fueron los que empezaron a realizar observaciones, no con un fin civil-religioso, como hacían egipcios o babilonios, sino simplemente... por satisfacer el deseo de describir la naturaleza y buscar una explicación racional a lo que ocurre en ella.

Por eso, con los griegos vamos a comenzar a hablar de la observación del cielo a simple vista, de los movimientos aparentes de estrellas y planetas, de esferas, meridianos, eclíptica... en fin, todo ese maremagno de conceptos que de forma tan parca, quizás dándolo por sabido, explican los libros de astronomía. Como astrónomo aficionado, soy consciente de la dificultad de entender ideas cuya comprensión requiere una buena dosis de imaginación espacial, al tiempo que sé lo aburrido que resulta a veces leer sobre historia y filosofía. Como considero estos aspectos cruciales para entender la dimensión de la ciencia astronómica, mataremos dos pájaros de un tiro (perdón a ambos paseriformes por la frase hecha), e iremos viendo esas ideas conforme se fueron forjando en las mentes de los filósofos y eruditos de la antigüedad, situándonos en su forma de entender el cosmos, y cómo tantas observaciones minuciosas e intuiciones culminaron en la revolución que supuso la teoría de Copérnico.

## 2. EL MOVIMIENTO DE LOS ASTROS

¿Qué vemos al mirar al cielo en una noche transparente?... miles de estrellas, más o menos brillantes, de distintas tonalidades, más o menos titilantes. Lo mismo que vieron los egipcios, o los griegos. Por ejemplo, en agosto, a primeras horas de la noche, ya son visibles los dos escorpiones de los mitos babilónicos y, entre ellos, las puertas al más allá... el oculto corazón de nuestra galaxia. Es un espectáculo. Orión no podemos verlo: el escorpión y él se enzarzaron en tal pelea, que Zeus los puso en el cielo de forma que no pudieran encontrarse: completamente opuestos. Hoy sabemos que esas constelaciones son resultado de la perspectiva, que unas estrellas están más cerca... otras más lejos, y que las distancias son inmensas. Pero si nos olvidamos de eso por un instante... ¿qué impresión nos daría el firmamento?

Esperemos un rato... y comprobaremos que las estrellas se mueven, todas al unísono: salen por el Este, se ponen por el Oeste. Sólo hay una que parece que no se mueve: la **Estrella Polar**. De hecho, todas describen círculos concéntricos alrededor de ella. Si trazamos los círculos imaginarios que recorren las estrellas, comprobamos que son oblicuos al horizonte. El Sol y la Luna se mueven como las estrellas, aunque día tras día se aprecia en ellos un comportamiento diferente.

De este modo, podemos afirmar que parece existir una inmensa esfera que nos envuelve, estando nosotros en su centro. Y esta esfera da una vuelta completa en un día, con todas sus estrellas pegadas en su superficie interna. Esa es una explicación sencilla, pero evidente, y nuestro **modelo cosmológico** consistiría en una esfera que gira alrededor de nuestro mundo. No olvidemos que un modelo cosmológico tiene como función conformar el marco en el que se desarrollan las actividades del hom-

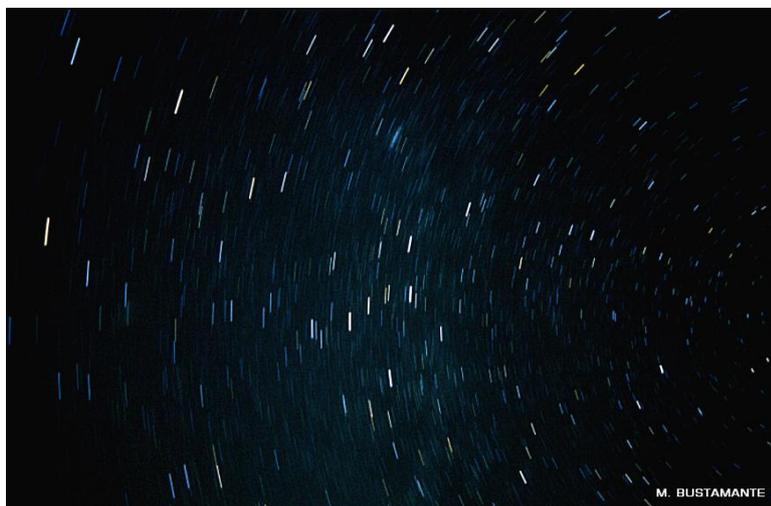
bre y, una vez que ofrece una visión del mundo psicológicamente satisfactoria, ha cumplido con su misión. Hasta prácticamente ayer, se creía en la **Esfera Celeste** como una realidad física

Si volvemos mañana, y pasado, y al otro día... a observar las estrellas, nos llevaremos un disgusto: ¡con lo bonito y perfecto que era nuestro modelo cosmológico!... algo no cuadra: hay unas estrellas que se mueven de forma errante (**planétes** en griego), y además, el **Sol** y la **Luna** presentan otros movimientos al mismo tiempo del que les confiere la esfera celeste. En concreto, el sol describe una circunferencia completa, de oeste a este, a lo largo de la esfera celeste en un año... y, vaya, los planetas también se mueven por esa misma circunferencia, unos más rápidos que otros. A simple vista podemos distinguir sin dificultad cinco planetas: Venus, Mercurio, Marte, Júpiter y Saturno, cada uno con sus peculiaridades. La Luna es más bailona: sube, baja, aunque en definitiva, también sigue esta circunferencia, y cuando la atraviesa, puede tener lugar algo terrible que rompe la divina armonía del nuestro universo-esfera: un **eclipse**, de Sol o de Luna, aunque ocurre raras veces, sobre todo el primero. Esta circunferencia que recorren Sol, planetas y Luna es la **Eclíptica**. ¿Cómo integramos estos hechos en nuestro incipiente modelo cosmológico?

Lo más sencillo es pensar que los planetas, el Sol y la Luna están sujetos a otras esferas interiores a la celeste, con su movimiento particular, impulsadas por la esfera celeste. Todas son concéntricas a la Tierra, que a su vez es otra esfera (algo que ya sabían los griegos). Este es el **Modelo Homocéntrico**, vigente desde el siglo IV a.C. hasta el siglo XVII de nuestra era, periodo en el sufrió diversas variaciones, aunque manteniendo la esencia. ¿Por qué el éxito de este modelo? Por su sencillez, y sobre todo, porque la curia romana lo encontró perfecto para situarlo en el marco teológico judeo-cristiano: el mundo, el hombre, centro de la creación, y todo movido por una esfera celeste, que a su vez es movida... por Dios, naturalmente.

*Zona de Casiopea y Perseo. Con película Kodak Elitechrome de 1600 ASA y 10 minutos de exposición sin seguimiento. 16-17 de Noviembre de 1999.*

*Pantano de San Rafael de Navallana (Córdoba).*



**Platón** fue el filósofo de la antigüedad que defendió el Universo Geocéntrico, pues la perfección que representa la esfera no la tiene ningún otro cuerpo geométrico, y el movimiento perfecto es el circular, al que aparentemente se ajustan todos los astros. Y es que la perfección, según él, es una característica intrínseca de los cuerpos celestes. **Aristóteles**, como buen discípulo, asumió el modelo de las Esferas, y su incuestionable autoridad, tanto en el mundo clásico como en la Europa medieval, hizo que muy pocos se atrevieran a discutir este modelo, aunque desde luego que los hubo.

**Leucipo** y **Demócrito**, ambos atomistas griegos, plantearon ya en el siglo V a.C. la idea de un Universo infinito, formado por átomos, al igual que la Tierra. Nada de cualidades especiales para los cuerpos celestes, y la Tierra perdía en esta visión su posición privilegiada de centro, pues no hay centro en lo infinito. Pero este modelo no explicaba los movimientos de los cuerpos celestes, y no tubo aceptación.

El privilegio terrestre de ser centro del Universo también fue abolido en el modelo de **Pitágoras**: según él, el centro lo ocupaba lo que llamó "Altar de Zeus", y todo giraba en torno a él. Aunque la Tierra adquiría igualdad con el resto de los cuerpos, se mantuvo en este modelo la idea de la Esfera Celeste.

En el siglo IV a. C., **Heráclides de Ponto** propuso que el movimiento de los cuerpos se explica igual de bien si consideramos que es la Tierra la que tiene un movimiento de rotación, y no la Esfera Celeste, que sería fija. "¡Qué cosa más disparatada!"... —exclamarían muchos— "entonces, si tiramos una piedra al aire, tendría que caer unos metros más atrás, pues el suelo se ha movido mientras tanto, cosa que no ocurre, naturalmente" La burla que tubo que soportar el hombre no debió ser pequeña.

Pero de los filósofos opuestos al Universo de las Esferas, destacó uno que se atrevió a ir lejos en el intento de explicar los movimientos celestes: **Aristarco de Samos**. Este filósofo del siglo III a. C. planteó ni más ni menos que el **Sistema Heliocéntrico**, que muchos siglos después le costaría un disgusto a Galileo. El Sol como centro del sistema, que hoy nos parece tan evidente, no fue aceptado, simplemente por la sencillez inicial de los modelos geocéntricos.

En el desarrollo de una teoría científica existe un aspecto a considerar: la **economía conceptual**. Esto implica que el modelo cosmológico ideal debe ser capaz de explicar la realidad, pero de una forma sencilla. Por eso, entre los griegos tuvo tanta aceptación el modelo de las esferas, incluso entre los de más autoridad, como Platón y Aristóteles. Pero el Universo de las esferas se empezó a encontrar con diversos problemas que sólo era capaz de responder a costa de complicar enormemente el modelo. El quebradero de cabeza lo ofrecían los dichosos planetas, con sus extraños movimientos.

La primera cuestión a resolver era la razón del diferente tiempo que tardaba cada planeta en completar su movimiento por la eclíptica: Mercurio, un año; Venus, también un año; Marte, 687 días; Júpiter, 12 años y

Saturno, 29 años. **Vitrubio** (siglo I a. C), propuso la existencia de un elemento, el éter, responsable de transmitir el movimiento de la esfera celeste al resto de las esferas, de forma que, a modo de engranajes, haría que el movimiento de cada una fuese diferente.

Pero antes de Vitrubio, en el siglo IV a. C., **Eudoxo de Cnidos**, elaboró un sistema que para explicar las irregularidades que cometen los planetas en su movimiento por la eclíptica: los **movimientos de retroceso** (ver figura 2). Tras observaciones continuadas, veríamos que los planetas se desplazan lentamente por la eclíptica hacia el Este (al contrario que el movimiento diario, que es hacia el oeste), pero en breves intervalos (cuestión de días) "retroceden", para luego volver a recuperar el movimiento "normal". Mercurio lo hace cada 116 días, Venus cada 584 días, Marte cada 780 días, Júpiter cada 399 días y Saturno cada 377 días.



*Modelo Homocéntrico. En esta ilustración del siglo XV se puede apreciar la estrecha relación entre la astronomía de la época, la religión y la astrología. (Fuente: Atlas de Astronomía)*

¿Cómo explicó esto Eudoxo? Se imaginó un sistema de esferas concéntricas engranadas, girando con distintos ejes, como un gran mecanismo. Para explicar los movimientos del Sol y de la Luna necesitó tres esferas para cada uno. Júpiter y Saturno requerían un total de ocho, y Mercurio, Venus y Marte, cinco esferas por barba... en total, contando las esferas celeste y terrestre: ¡31 esferas! No es ya tan sencillo y bonito el modelo de las esferas. Sería como una cebolla con 31 capas, en cuyo corazón estaría la Tierra, y cada capa con su movimiento y eje de rotación propios. Los planetas, el Sol y la Luna estarían insertos entre las capas, como cojinetes, de modo que su movimiento sería el resultado del que le transmitan sus correspondientes esferas.

Y a pesar de tanta complicación, no se explican los cambios de brillo, que son especialmente acusados en Marte. Esto sólo se podría entender admitiendo cambios en la distancia del astro... pero si se mueven en esferas concéntricas, no hay lugar para esa posibilidad.

Admitir la posibilidad de cambios de distancia llevó a **Apolonio e Hiparco**<sup>4</sup> (siglos III-II a. C.) a plantear un sistema basado en **Epíclidos** y **Deferentes**. Para entendernos: en vez de imaginar a los planetas en el seno de esferas móviles, los imaginaron realizando una combinación de movimientos circulares. Esto complicó aún más el sistema cosmológico, y no se lograba explicar satisfactoriamente lo observado.

Pero la cumbre de la complicación, de la complejidad, de la falta de funcionalidad de un modelo científico, vino de mano de la exhaustiva revisión del sistema geocéntrico que realizó **Ptolomeo** (siglo II de nuestra era). La astronomía ptolemaica alcanzó un grado de complejidad matemática enorme, introduciendo en el modelo de los epíclidos y deferentes elementos como *Epíclidos Menores*, *Excéntricas* y *Ecuantes*, artificios geométricos destinados a ajustar como sea el modelo geocéntrico a las mediciones. El modelo ptolemaico estaba caracterizado por una falta de *economía conceptual*.

La Edad Media fue una época de pocos cambios en la visión del Universo. En Europa todo giraba alrededor de la filosofía aristotélica, que como hemos visto adoptó el sistema de las Esferas Homocéntricas. A esto hay que sumar el entusiasmo con el que recibió la Iglesia Católica este modelo, al complementarse con lo recogido en la Biblia, por lo que íbamos a tener esferas para rato. Las únicas aportaciones importantes a la astronomía medieval fueron de origen árabe, que combinaron la matemática y astronomía india con la ciencia griega. La multitud de observaciones propició la invención del astrolabio y la confección de tablas astronómicas, como las Tablas Alfonsíes<sup>5</sup>. Al-Andalus jugó un papel fundamental en estos aspectos, siendo, junto con Bizancio, el puente por donde penetró en Europa el conocimiento de la antigüedad. Gracias a ellos podemos hablar ahora de Aristóteles.

No sería hasta el Renacimiento, cuando el saber saliera de los muros de los monasterios (y Dios perdiera un poquito el papel de centro de la vida humana), cuando se volviera a retomar la discusión sobre la validez del sistema homocéntrico. Naturalmente, estos científicos y filósofos no surgieron en España, que para esta época era paladín de Roma y adalid de la fe católica (papel que los reyes se tomaron demasiado en serio), surgieron en países y ciudades con más proyección comercial, de visión más práctica, como eran los estados que formaban parte de la actual Italia y los países del Báltico.

El astrónomo que forjó la revolución científica que tendría lugar fue **Nicolás Copérnico** (1453-1543), que en su obra, *"Sobre la Revolución de las Esferas Celestes"*, propone que es la Tierra, al igual que el resto de los planetas, la que gira alrededor del Sol, inmóvil y en el centro. Mediante este modelo se podían explicar los movimientos de los planetas, así como el cambio de brillo de Marte, de forma más sencilla que el anquilosado y complejo sistema geocéntrico de esferas y epíclidos. Veamos cómo.

Según podemos observar cualquier noche, todos los astros (también el Sol y la Luna), se mueven al unísono de Este a Oeste describiendo una circunferencia en aproximadamente 24 horas. La explicación en el modelo heliocéntrico pasa por considerar que es la Tierra la que rota, y no la es-

fera de las "estrellas fijas". A nosotros, que nos movemos inmersos en la Tierra, nos da la sensación de que son el resto de los cuerpos los que se mueven, al igual que, cuando nuestro tren comienza a salir de la estación, nos puede por un momento dar la sensación de que es el de la vía contigua el que se mueve, aunque esté parado. En el sistema heliocéntrico, todos los movimientos se explican considerando los **movimientos relativos**.

Así, el recorrido del Sol por la Eclíptica de Oeste a Este, que realiza en un año, es una sensación nuestra, que junto con la Tierra y la Luna, damos una vuelta a su alrededor en un año. El Sol está fijo, pero a nosotros nos da la sensación de que se mueve respecto a las estrellas del fondo porque somos precisamente nosotros los que nos movemos respecto a él.

Y lo mismo sucede con los planetas, salvo que aquí la cosa se complica un poquito, pues los planetas se mueven también alrededor del Sol, de forma que el movimiento aparente resultante es efecto de la combinación de su movimiento propio con el movimiento relativo debido a que nosotros nos movemos al mismo tiempo con la Tierra... ¡qué lío!

Así también se explica que Mercurio y Venus sean astros que sólo se ven en el cielo matutino o vespertino, ya que se mueven en posiciones internas al recorrido de la Tierra (pues están más cerca del Sol): son **planetas interiores**. El resto son **planetas exteriores**, y pueden verse en cualquier momento de la noche. Cuando la Tierra en su recorrido adelanta, por ejemplo, a Marte (pues Marte se mueve algo más despacio que la Tierra) se produce el efecto visual del **movimiento retrógrado**. Aparentemente, el planeta "se frena" en su trayectoria por la eclíptica, para invertir el sentido de su movimiento, y recuperarlo después, describiendo una especie de bucle. Es un efecto de perspectiva. Y, por supuesto, son explicables los cambios de luminosidad tan acusados de Marte, pues hay momentos en que está muy cerca de la Tierra, y momentos en que está muy lejos. Hablemos de las **posiciones relativas** de los planetas.

Un planeta exterior se encuentra en **conjunción** cuando está alineado con la Tierra y el Sol, pero en su posición más lejana a la Tierra, es decir, con el Sol por medio. El mismo planeta está en **oposición** cuando está alineado con la Tierra y el Sol, pero en su posición más cercana a la Tierra (la Tierra está entre el Sol y el planeta). Diremos que está en **cuadratura** cuando la línea imaginaria que lo une con la Tierra forme un ángulo de 90° con la línea que une la Tierra con el Sol, o lo que es lo mismo, cuando esté el planeta a 90° del Sol en la eclíptica. El **ángulo de fase** es la distancia angular aparente del planeta al Sol. Al ángulo de fase de los planetas interiores se le denomina **elongación**. La **elongación máxima** es la distancia angular aparente máxima a la que se aleja un planeta interior del Sol (ver *figura*).

A pesar de lo coherente del sistema heliocéntrico, Copérnico no llegó a publicar nada, pues no estaba el

<sup>4</sup> Hiparco descubrió el movimiento de precesión de los equinoccios.

<sup>5</sup> Los nombres actuales de la mayoría de las estrellas son de origen árabe, y fueron puestos por astrónomos cordobeses.

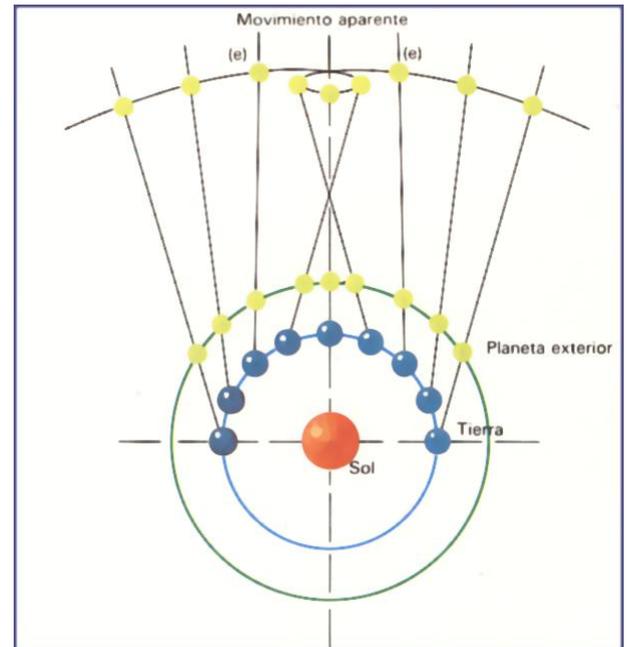
horno para bollos: la inquisición estaba muy quisquillosa con tantas herejías y discrepancias en el seno de la Iglesia, y por nada te colocaban una candela bajo los pies. “*La salud es lo primero*”, pensaría Copérnico.

**Giordano Bruno** fue muy valiente, no sólo defendiendo el sistema heliocéntrico, sino planteando la infinitud y homogeneidad del Universo. Llegó a identificar la figura de Dios con la del mismo Universo, planteando que las estrellas fijas no eran más que otros soles, con sus planetas, y por qué no, sus mundos habitados... “*¡Hasta aquí podíamos llegar!*” diría más de un clérigo escandalizado. Lo cierto es que estas ideas fueron demasiado revolucionarias para ser aceptadas en esa época, cuando la Reforma de Lutero asestó un golpe mortal a la Curia Romana. Además, Bruno era todo un erudito con cierto tufillo a brujo, y su corta vida transcurrió entre huidas y nobles protectores. Ni católicos, ni Luteranos, ni Anglicanos, y mucho menos Calvinistas, aceptaron sus proverbial intuición. Cuando no tuvo quien le protegiera, acabó con la lumbre bajo los pies, allá por el 1600<sup>6</sup>.

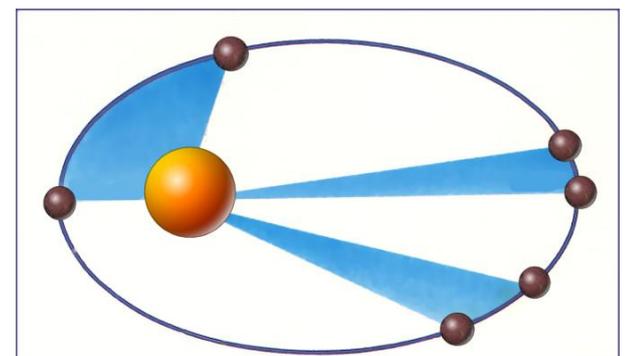
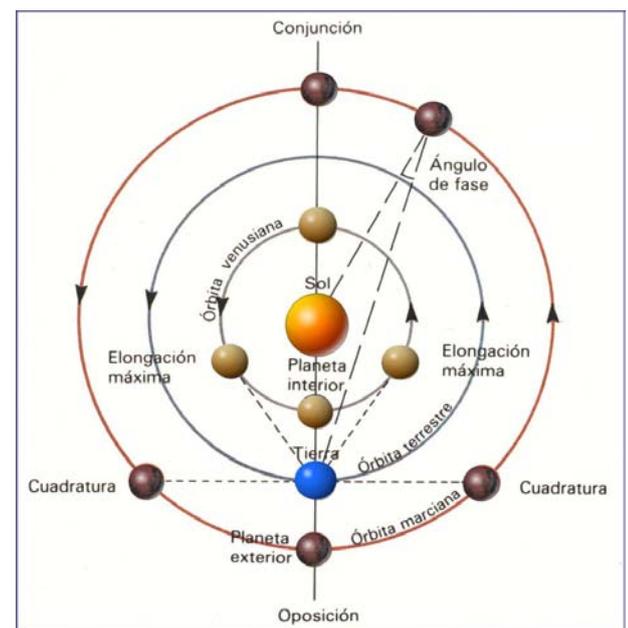
Pero por fin llegó **Galileo Galilei** (1564-1642), el primer hombre al que se le ocurrió utilizar un anteojito para mirar al cielo, y entre otras cosas, lo dirigió a Júpiter. ¿Qué esperaba ver Galileo en el momento de asomarse por el ocular de su telescopio? No lo sabemos, quizás ya lo suponía: en Júpiter vio un Sistema Solar en miniatura. Cojamos unos prismáticos con cierto aumento: ya con unos prismáticos nos damos cuenta de que los planetas son muy diferentes a las estrellas: no son puntuales, sino que presentan un disco. En Venus hasta se pueden apreciar fases como las de la Luna. Júpiter tiene una peculiaridad: va acompañado de cuatro astros débiles, que siempre están en línea con él. Galileo estudió estos cuerpos, y descubrió que orbitan alrededor de Júpiter, como la Luna alrededor de la Tierra. Así que, los planetas no son muy diferentes a la Tierra... parecen esféricos, algunos tienen fases, y Júpiter está acompañado de cuatro Lunas. ¿Qué sentido tenía entonces mantener a la Tierra en una posición de privilegio en el Universo? ¿Qué sentido tenía pensar que la Tierra está hecha de unos elementos diferentes a los planetas, cuando son tan parecidos? Incluso el Sol, el astro más divinizado, presenta manchas en su superficie. Galileo inició la unificación de la física que más adelante culminaría Isaac Newton con su *Gravitación Universal*. Y Galileo no se calló, defendiendo el sistema propuesto por Copérnico, con fehacientes pruebas observacionales. Y todos sabemos la historia, así que no la repetiré.

Al tiempo que Galileo, **Johannes Kepler** (1571-1630) estableció, basándose en las observaciones realizadas por **Tycho Brahe** (1546-1601), las tres leyes que llevan su nombre, abandonando la idea de los movimientos circulares uniformes, y estableciendo que los planetas siguen **órbitas elípticas** con el Sol en uno de sus focos. Mediante sus leyes explicó el comportamiento y movimiento de los planetas y satélites, y también de los **cometas**, esos extraños cuerpos que aparecían de vez en cuando sin previo aviso, sembrando el pavor entre las gentes. Así, se pudo predecir el regreso de alguno de ellos y se sentaron las bases para la primera teoría física de carácter universal, la **gravitación**, publicada en 1687 por **Isaac Newton**. Desde entonces, el cielo se rige por las mismas leyes que la Tierra y deja de ser la morada de los dioses.

*La Segunda Ley de Kepler: “el movimiento del planeta en su órbita es con una velocidad tal que la línea que lo une al Sol barre áreas iguales en tiempos iguales”. De este modo, el movimiento lineal de los planetas no se puede considerar uniforme, ya que todos siguen trayectorias elípticas, de mayor o menor excentricidad (Ley Primera). La Tercera Ley de Kepler establece la relación entre la mayor distancia del planeta al Sol en su órbita y el tiempo que tarda en recorrerla:  $a^3 / t^2 = cte$ .*



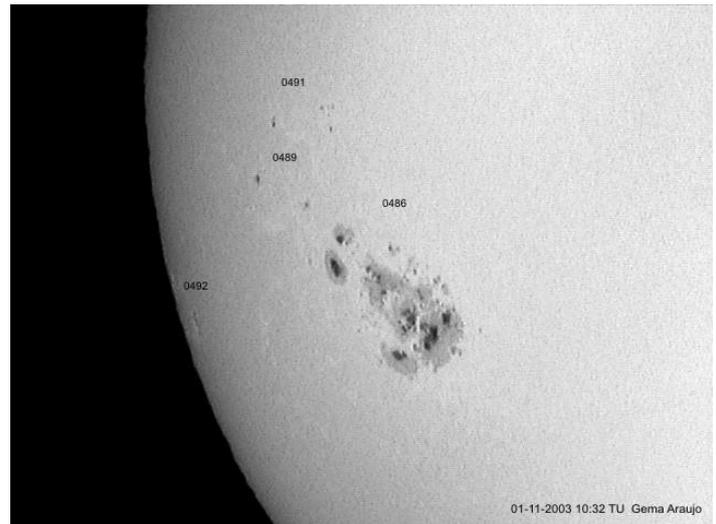
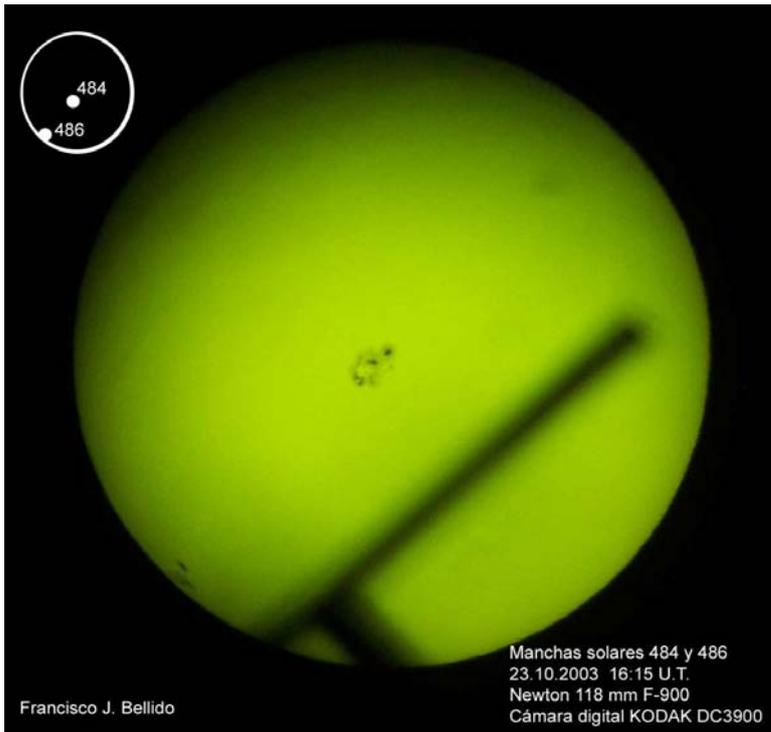
(Arriba) Explicación del movimiento de retroceso de un planeta exterior en el modelo heliocéntrico  
(Abajo) Órbitas y posiciones relativas de un planeta exterior y uno interior respecto a la Tierra y al Sol  
(Fuente: Atlas de Astronomía).



<sup>6</sup> A finales del siglo XIX se construyó una estatua en su honor y el Papa de turno, León XIII, ayunó una jornada en protesta.

# El Cuaderno del Observador

**Coordina:** **Lola Morales**  
[lolamr@mat.uab.es](mailto:lolamr@mat.uab.es)



Dedicamos la sección de este número a observaciones del Sol y del eclipse de luna del 16 de mayo de 2003. *Arriba, izquierda:* curiosa fotografía del Sol, mostrando las enormes manchas solares 484 y 486, el 23 de octubre de 2003, realizada por **Francisco J. Bellido** (A.A. Montilla "Mizar") a través de un Newton 118mm a F-900 y usando una cámara digital Kodak DC3900 (algo que se está poniendo de moda). La "silueta" es un tendedero de una casa próxima, el Sol ya estaba poniéndose.

*Arriba derecha:* nuestra compañera **Gema Araujo** (Badajoz) es una asidua observadora del Sol. Esta imagen se tomó a través de un refractor de 80mm (f/11,4) sin seguimiento, filtro solar Baader D 5.0, filtro IR y WebCam Philips ToUcam Pro a foco primario, el pasado 1 de noviembre. Para más imágenes, no dudar en consultar su página:

<http://astrosurf.com/obsolar>

*Medio:* secuencia de imágenes del eclipse de luna del pasado 16 de mayo por **Rafael Molina** e **Isaac Gutiérrez** usando una cámara digital acoplada al telescopio. Se hicieron junto al embalse de San Rafael de Navallana (junto a Alcolea).

*Abajo:* secuencia del eclipse de luna del 16 de mayo realizadas por Ángel R. López y Rosa Domínguez, usando una cámara FINEPIX 202A acoplada al ocular del telescopio, un Meade LX200. Desgraciadamente, el caprichoso tiempo de La Laguna (Tenerife) impidió completar la salida del eclipse.



# Astrofísica para aficionados: ¿Cómo medir estrellas?

José Manuel  
Ramos Bolaños

¿Podría un simple y corriente aficionado a la Astronomía, con conocimientos científicos elementales, aprovecharse del enorme caudal de logros conseguido por los astrofísicos en los últimos 150 años para averiguar por su cuenta los principales parámetros físicos de las estrellas y no quedar como un tonto o un intruso ante propios y extraños? En mi opinión, la de un modesto aficionado que descubrió este extraordinario mundo a mitad de los años noventa y no cesa desde entonces, como un drogadicto o un enamorado, de buscar y rebuscar, de estudiar, aprender y compartir este luminoso objeto de deseos, creo que ello es posible, y por eso me atrevo a escribir unas cuantas páginas para que puedan servir de guía a aquellos aficionados curiosos que quieran saber de las estrellas algo más que sus coordenadas, la constelación que las alberga, sus magnitudes aparentes o los relatos míticos, legendarios o anecdóticos relacionados con las mismas.

Siendo esto así, ¿de qué elementos mínimos deberíamos disponer para empezar a practicar Astrofísica elemental? Realmente, de muy pocos: Espectro completo de la estrella, la distancia a la estrella, tabla o diagrama que relacione Índice de Color y Temperatura, tabla o diagrama que relacione Luminosidad y Masa y una pequeña colección de fórmulas nada complicadas, amén de una simple calculadora científica de bolsillo. Con todo este bagaje un aficionado puede llegar a conocer los siguientes parámetros:

- magnitudes absolutas, luminosidad, radio y masa de la estrella
- densidad media, aceleración gravitatoria en superficie, velocidad de escape
- tiempo potencial de vida antes de convertirse en Gigante Roja
- límite de la "Zona Habitable", esto es, a qué distancia de la estrella debería encontrarse un planeta habitable como el nuestro, así como los distintos aspectos de la estrella vistos desde ese hipotético planeta
- las condiciones físicas en el interior de la estrella (temperatura, densidad, presión, fuente principal de energía etc.)
- las condiciones físicas de su Fotosfera (temperatura, altura, densidad, presión)

Todos estos parámetros se refieren exclusivamente a las estrellas de la Secuencia Principal, es decir, aquellas estrellas que, como nuestro Sol, brillan gracias a la transformación de Hidrógeno en Helio en su corazón y tienen una composición química similar (H = 70%; He = 28%; resto = 2%), De ahí la importancia de que la información espectral sea completa e incluya la Clase de Luminosidad (simbolizada con números romanos, según el sistema MKK del observatorio de Yerkes, Chicago; re-

cordemos que para la Secuencia Principal este número es el V).

Tomemos una estrella, por ejemplo, **SIRIO** (alpha del Can Mayor). Sus datos son los siguientes:

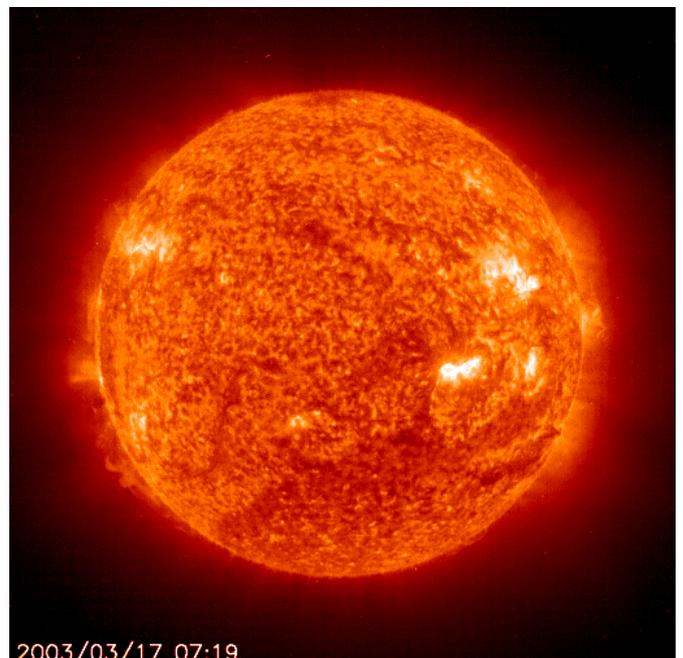
- a) coordenadas: AR: 06h 45m 09s Dec: 16° 42' 58"
- b) espectro: A 1 V
- c) índice de color B - V : + 0,01
- d) magnitud aparente (m): - 1,46
- e) distancia: paralaje ( $\pi''$ ): 0,375  
pársec (pc): 2,67 (= 8,7 años-luz)

## PRIMERA PARTE: LOS PARÁMETROS BÁSICOS

### 1. MAGNITUDES ABSOLUTAS

Como cualquier aficionado sabe, la Magnitud absoluta de una estrella equivale a su magnitud aparente si estuviera a **10 pársec (pc)** de distancia de un observador. Recordemos que 1 pc = 206265 Unidades Astronómicas ó 3,26157 años-luz.

La Magnitud Absoluta, a diferencia de la Magnitud Aparente (que es su brillo visto desde la Tierra), es una medida de su brillo real o intrínseco. Si la Magnitud Absoluta la deducimos de la Magnitud Aparente midiéndola con un filtro V, se denomina **Magnitud Absoluta Visual ( $M_V$ )**; si consideramos todas las longitudes de onda electromagnética se denomina **Magnitud Absoluta Bolométrica ( $M_{bol}$ )**; en este último caso se necesita hacer una corrección, puesto que nuestra atmósfera no deja pasar todas las longitudes de onda; esta corrección es complicada de efectuar y se hace teóricamente.



B - V	T	CB	B - V	T	CB	B - V	T	CB	B - V	T	CB
-0,31	31.900	-3,34	0,00	10.800	-0,40	0,50	6.320	-0,04	1,30	4.160	-0,90
-0,30	30.000	-3,17	0,03	10.200	-0,32	0,53	6.200	-0,05	1,41	3.920	-1,20
-0,26	24.200	-2,50	0,06	9.730	-0,25	0,60	5.920	-0,06	1,48	3.680	-1,48
-0,24	22.100	-2,23	0,09	9.260	-0,20	0,63	5.780	-0,07	1,52	3.500	-1,76
-0,20	18.800	-1,77	0,15	8.620	-0,15	0,68	5.610	-0,10	1,55	3.360	-2,03
-0,16	16.400	-1,39	0,20	8.190	-0,12	0,72	5.490	-0,15	1,56	3.230	-2,31
-0,14	15.400	-1,21	0,33	7.240	-0,08	0,81	5.240	-0,10	1,61	3.120	-2,62
-0,12	14.500	-1,04	0,38	6.930	-0,06	0,92	4.780	-0,25	1,73	3.050	-3,21
-0,09	13.400	-0,85	0,45	6.540	-0,04	0,98	4.590	-0,35	1,80	2.940	-3,46
-0,06	12.400	-0,66	0,47	6.450	-0,04	1,15	4.410	-0,65	1,91	2.640	-4,10

Tabla 1. Índice de color B - V, temperatura efectiva y corrección bolométrica para la Secuencia Principal.

Pues bien, para hallar las Magnitudes Absolutas emplearemos las siguientes ecuaciones:

$$M_V = m + 5 + 5 \log \pi'' \quad (1)$$

$$M_V = m + 5 - 5 \log pc \quad (2)$$

$$M_{bol} = M_V + CB \quad (3)$$

donde  $\pi''$  es el paralaje (en segundos de arco),  $pc$  es la distancia a la estrella (en parsecs) y  $CB$  es la **Corrección Bolométrica**, propiedad que está asociada a la Temperatura Efectiva o Superficial de la estrella, y como ya se dijo antes, se calcula teóricamente. Aquí empezamos a tropezar con las discrepancias entre los diferentes autores: no todos utilizan la misma correlación entre Temperatura, Índice de Color B-V y Corrección Bolométrica. En este trabajo he seguido los datos proporcionados por Martín V. ZOMBECK "Hand-book of Space Astronomy and Astrophysics" Cambridge University Press, 2º ed., pág 68-70.

Consultando la *Tabla 1* vemos que la Corrección Bolométrica para el Índice de Color de Sirio (= 0,01) es de - 0,37. Así, pues, ¿cuáles son las Magnitudes Absolutas de Sirio? Cogemos la calculadora, pulsamos en las teclas correspondientes y nos sale lo siguiente:

$$M_V = -1,46 + 5 + 5 \cdot \log 0,375 = +1,41$$

$$M_{bol} = 1,41 + (-0,37) = +1,04$$

## 2. LUMINOSIDADES

La LUMINOSIDAD es el flujo de energía radiado por la estrella en todas direcciones y su símbolo es  $L$ . Como con tantos otros parámetros estelares es mucho más fácil y comprensible comparar la Luminosidad de las estrellas utilizando a nuestro Sol como unidad estándar de medida. Este irradia por segundo

$$3,826 * 10^{26} W$$

y se simboliza como  $L^\odot$ . Por tanto, es más cómodo decir que la estrella A tiene una  $L = 2,35 L^\odot$  que  $8,991 * 10^{26} W$  (con tanto número "astronómico" nuestra mente corre el riesgo de perderse). Para averiguar la Luminosidad de cualquier estrella emplearemos una u otra de las siguientes fórmulas, según qué tipo de Luminosidad estamos buscando, la Visual o la Bolométrica:

$$a) \text{ Visual: } L / L^\odot = 2,512^{(4,83 - M_V)} \quad (4)$$

$$b) \text{ Bolométrica. } L / L^\odot = 2,512^{(4,75 - M_{bol})} \quad (5)$$

donde 4,83 y 4,75 son  $M_V$  y  $M_{bol}$  (respectivamente) del Sol. Como es más fácil emplear logaritmos, las anteriores ecuaciones quedan así:

$$a) \text{ Visual: } \log(L / L^\odot) = 0,4 (4,83 - M_V) \quad (6)$$

$$b) \text{ Bolométrica: } \log(L / L^\odot) = 0,4 (4,75 - M_{bol}) \quad (7)$$

que aplicadas al caso de Sirio nos dan, respectivamente:

$$\log(L/L^\odot) \text{ (Visual)} = 1,368 \text{ cuyo antilogaritmo} = \mathbf{23,33}$$

$$\log(L/L^\odot) \text{ (Bolométrica)} = 1,484 \text{ con antilog} = \mathbf{30,47}$$

Dicho de otra manera, la potencia energética visual de Sirio supera a la del Sol en 23,33 veces y la potencia bolométrica (más real) en 30,47 veces.

## 3. TEMPERATURA SUPERFICIAL

Es un parámetro clave en el estudio de las estrellas y, al igual que ocurre con la Masa, es uno de los valores que menos varían en cualquier clase de estrella (de unos 2.500 K a unos 50.000 K). Hay muchas formas de medirla, por ejemplo, por la energía total emitida, por su emisión en una única frecuencia, por la velocidad media de sus partículas, por los niveles de excitación de los electrones en los átomos o por el grado de ionización. Cada uno de estas temperaturas tiene su propio nombre y sus propios métodos de determinación. Las más usuales son las dos siguientes:

La **Temperatura Efectiva ( $T_{ef}$ )**, que se define como la que tendría un Cuerpo Negro con la misma luminosidad total de la estrella, ya que ésta se comporta casi exactamente como un Cuerpo Negro. Ver la fórmula de Stefan-Boltzmann en el apartado siguiente, dedicado al Radio.

La **Temperatura de Color**, que se hace comparando el espectro de la estrella en un intervalo particular de onda con el de un Cuerpo Negro. Es menos precisa que la anterior, pero tiene la ventaja de que se calcula fácilmente a partir del **Índice de Color** estándar. El Índice de Color más utilizado es el **B - V**, que establece la diferencia entre las magnitudes aparentes medidas por

medio de un filtro azul (B) y un filtro amarillo-verdoso (V). Los valores del Índice de Color fluctúan entre  $-0,5$  (estrellas muy calientes y de color azul) y  $+2$  (estrellas más frías y de color rojo) (ver *Tabla 1*).

Como ya se dijo anteriormente, no existe unanimidad entre los diversos autores a la hora de correlacionar Índice de Color y Temperatura, ni tampoco existe una fórmula que dé cuenta exacta de la misma. Buscando aquí y allá he encontrado una serie de fórmulas, que ponen de manifiesto estas discrepancias.

$$\text{Thor Olson : } T = 1000 + \frac{5000}{0,5 + (B - V)}$$

$$\text{Dale E. Gery : } T = \frac{8540}{0,865 + (B - V)}$$

$$\text{Larry Bogan : } \log T = \frac{14,551 - (B - V)}{3,684} \quad (\text{con } T < 9160)$$

$$\text{Vorontsov-Veliamínov: } T = \frac{7200}{0,64 + (B - V)}$$

Otro procedimiento muy empleado es aquel que atribuye a una Clase Espectral una determinada temperatura, aunque hay que decir que algunos autores no hacen discriminación en las Clases de Luminosidad y dan la misma temperatura para toda clase de estrellas. En la *Tabla 2* se muestra cómo diferentes autores dan distinta temperatura a una misma clase espectral (para la Secuencia Principal).

*Tabla 2. Temperaturas efectivas ( $T_{ef}$ ) para estrellas de la Secuencia Principal, según varios autores.*

Clase Espectral	Zombeck	Tokunaga	Kurucz	V. Surdin	Nordley	D. Irizarry	
<b>O</b>	5	38.000	38.000	38.000	38.000	44.500	45.000
<b>B</b>	0	30.000	29.700	27.000	32.000	30.000	29.900
	3	18.800	19.000	16.000	17.000	18.700	18.900
	5	16.400	15.400	14.000	15.000	15.400	15.450
	8	13.400	11.800	12.000	12.500	11.900	10.700
<b>A</b>	0	10.800	9.480	10.000	9.500	9.520	9.470
	2	9.730	8.810	9.000	9.000	8.970	8.870
	5	8.620	8.160	8.500	8.700	8.200	8.170
	7	8.190	7.930	8.000	8.100	7.850	7.810
<b>F</b>	0	7.240	7.020	7.500	7.400	7.200	7.100
	2	6.930	6.750	7.000	7.100	6.890	6.800
	5	6.540	6.530	6.500	6.400	6.440	6.500
	8	6.200	6.160		6.100	6.200	6.150
<b>G</b>	0	5.920	5.930	6.000	5.900	6.030	5.950
	2	5.780	5.830		5.800	5.860	5.800
	5	5.610	5.680		5.600	5.770	5.710
	6		5.620	5.500			5.650
	8	5.490			5.300	5.570	5.520
<b>K</b>	0	5.240	5.240		5.100	5.250	5.190
	2	4.780	5.010	5.250	4.830	5.080	4.900
	5		4.340	4.250	4.370	4.350	4.320
	7	4.410	4.040	4.000		4.060	4.040
	8				3.900		3.980
<b>M</b>	0	3.920	3.800	3.750	3.670	3.850	3.870
	1	3.680	3.680			3.850	3.870
	2	3.500	3.530	3.500	3.400	3.580	3.600
	5	3.120	3.030			3.240	3.250
	6		2.850			3.050	3.220
	8	2.660				2.640	2.620

¿Cuál es, entonces, la Temperatura Superficial de SIRIO? Si utilizamos el Índice de Color B-V, ya sea según Zombeck o según las fórmulas anteriores, las temperaturas resultantes son 8.852, 9.760, 9.625, 10.804, 11.076. Si utilizamos las Clases Espectrales: 9.150, 9.230, 9.250, 9.500 y 10.265. La media de todas ellas es 9.430. Estas diferencias son importantes, porque la Temperatura interviene en otros muchos parámetros y depende de la que se escoja para que se obtenga uno u otro resultado. Como en el caso de la Corrección Bolométrica he optado por los datos de Zombeck para el Índice de Color: **10.625 K**.

#### 4. EL RADIO

Con excepción de unas pocas estrellas, para las que mediante un aparato llamado *interferómetro* se puede medir su diámetro angular, el procedimiento más habitual es el de deducir su tamaño a partir de la Luminosidad y la Temperatura Superficial, según la **ley de Stefan-Boltzmann**, que dice: la potencia de emisión energética es proporcional a la superficie y a la temperatura elevada a la cuarta potencia, es decir,

$$L / L^{\circ} = \text{área (esfera)} * \sigma * T^4 = 4\pi R^2 \sigma T^4 \quad (8)$$

Esta ecuación queda más asequible si dividimos la expresión por las cantidades correspondientes al Sol. De este modo se cancelan las constantes ( $4, \pi, \sigma$ ):

$$\frac{L}{L^{\circ}} = \frac{4\pi R^2 \sigma T^4}{4\pi R^{\circ 2} \sigma T^{\circ 4}} = \frac{R^2}{R^{\circ 2}} \frac{T^4}{T^{\circ 4}}$$

y, como  $L^{\circ} = 1$ ,  $R^{\circ} = 1$ ,  $T^{\circ} = 5.780$ ,  $L = R^2 \left(\frac{T}{5780}\right)^4$ ,

despejando el Radio, tenemos:

$$R = \sqrt{L} \left(\frac{5780}{T}\right)^2 \quad (9)$$

o con logaritmos decimales:

$$\log(R/R^{\circ}) = 0,5 \log(L/L^{\circ}) + 2 \log\left(\frac{5780}{T}\right) \quad (10)$$

¿Cuál es la Temperatura efectiva de Sirio? Como su índice de Color = 0,01 y  $T = 10.625$  K, su Radio será:

$$\log R = 0,5 \log 30,47 + 2 \log (5780/10625) = 0,213$$

cuyo antilogaritmo equivale a **1,63**. SIRIO, pues, tiene un Radio que supera al del Sol en 1,63 veces. Si se quiere averiguar su tamaño en Km, no hay más que multiplicar por el valor del radio solar ( $R^{\circ} = 696.000$  km). Este es el radio para una Temperatura de 10.625. Si modificamos la Temperatura y dejamos constante la Luminosidad, lógicamente a menor Temperatura se incrementa el Radio:

$$\text{para } T_{ef} = 11.075 \rightarrow R = 1,50$$

$$\text{para } T_{ef} = 10.265 \rightarrow R = 1,75$$

$$\text{para } T_{ef} = 9.500 \rightarrow R = 2,04$$

$$\text{para } T_{ef} = 8.850 \rightarrow R = 2,35$$

## 5. LA MASA

La Masa es el parámetro físico más importante de una estrella. Es el que menos varía con el tiempo y el que determina todas las propiedades estructurales de la estrella. Es muy complicado de conocer en estrellas solitarias, pero no así en estrellas binarias. Sin embargo, desde hace casi un siglo se ha podido establecer una relación empírica entre Masa y Luminosidad para las estrellas de la Secuencia Principal, de tal manera que

$$L = M^n$$

La variable  $n$  es el resultado de cálculos de modelos estelares que tienen en cuenta muchos elementos, tales como la densidad central de la estrella, la temperatura de su horno nuclear, el peso molecular medio por partícula, la opacidad del gas en su interior etc. Por lo tanto, el valor de  $n$  es diferente para estrellas de distinta Masa.

Si antes se dijo que no existía unanimidad entre los diversos autores a propósito de la relación entre Índice de Color (B - V) y Temperatura Efectiva, en el caso de la Relación Masa-Luminosidad el problema resulta francamente engoroso para los aficionados, pues la disparidad de criterio entre los profesionales llega a ser frustrante para los simples "mortales" como nosotros. Después de consultar todo tipo de manuales, diccionarios, revistas y artículos, después de navegar semanas enteras por las aguas de Internet, el dichoso valor de la variable  $n$  se muestra bastante esquivo. La horquilla de valores de  $n$  se extiende desde 2 a 5, siendo el tramo de 3 a 4 el más frecuentemente empleado en la literatura consultada, por lo que muchos autores utilizan el promedio 3,5. Por lo general, los valores más bajos de  $n$  se encuentran en los extremos de la Secuencia Principal (clases espectrales M y O), y los valores más altos en la zona media (clases espectrales K a F).

Pues bien, si en lo referente a la Temperatura efectiva opté por seguir los datos del Diccionario editado por ZOMBECK, lo mismo hice con la Relación Masa-Luminosidad (páginas 71-73). Construí un diagrama con dichos datos, siendo el resultado el indicado en la *Tabla 3*.

*Tabla 3. Índice  $n$  derivado para las luminosidades (L/L<sup>o</sup>) y masas (M/M<sup>o</sup>) indicadas.*

L/L <sup>o</sup>	M/M <sup>o</sup>	$n$	L/L <sup>o</sup>	M/M <sup>o</sup>	$n$	L/L <sup>o</sup>	M/M <sup>o</sup>	$n$
0,001	0,092	<b>2,90</b>	1	1	---	1.000	6,34	<b>3,74</b>
0,003	0,148	<b>3,04</b>	3	1,316	<b>4,00</b>	3.000	8,70	<b>3,70</b>
0,005	0,185	<b>3,14</b>	5	1,495	<b>4,00</b>	5.000	10,06	<b>3,69</b>
0,007	0,214	<b>3,22</b>	7	1,626	<b>4,00</b>	7.000	11,09	<b>3,68</b>
0,009	0,238	<b>3,28</b>	9	1,732	<b>4,00</b>	9.000	11,95	<b>3,67</b>
0,01	0,248	<b>3,30</b>	10	1,778	<b>4,00</b>	10.000	12,38	<b>3,66</b>
0,03	0,386	<b>3,68</b>	30	2,340	<b>4,00</b>	30.000	17,11	<b>3,63</b>
0,05	0,460	<b>3,86</b>	50	2,672	<b>3,98</b>	50.000	19,86	<b>3,62</b>
0,07	0,509	<b>3,94</b>	70	2,939	<b>3,94</b>	70.000	22,17	<b>3,60</b>
0,09	0,546	<b>3,98</b>	90	3,170	<b>3,90</b>	90.000	23,78	<b>3,60</b>
0,1	0,562	<b>4,00</b>	100	3,267	<b>3,89</b>	100.000	24,70	<b>3,59</b>
0,3	0,740	<b>4,00</b>	300	4,47	<b>3,81</b>	300.000	34,55	<b>3,56</b>
0,5	0,841	<b>4,00</b>	500	5,17	<b>3,78</b>	500.000	41,59	<b>3,52</b>
0,7	0,915	<b>4,00</b>	700	5,71	<b>3,76</b>	700.000	47,82	<b>3,48</b>
0,9	0,974	<b>4,00</b>	900	6,16	<b>3,74</b>	900.000	57,75	<b>3,38</b>

Para SIRIO (L = 30,47) aplicamos  $n = 4$ ; luego, su Masa es  $M = \sqrt[4]{30,47} = 2,349$  (si se quiere saber cuántos kilogramos son, hay que multiplicar por el valor de la Masa del Sol:  $1,9891 \cdot 10^{30}$  kg). Con la Masa y el Radio podemos deducir los próximos tres parámetros.

## 6. DENSIDAD MEDIA

La Densidad Media ( $\tilde{\rho}$ ) de una estrella se obtiene dividiendo su Masa por el Volumen que ocupa:

$$\tilde{\rho} = \frac{M}{V} = \frac{M}{\pi R^3 \frac{4}{3}} = \frac{3M}{4\pi R^3}$$

Aplicada al Sol, nos da  $1.410 \text{ kg/m}^3$ . Podemos reescribir la ecuación tomando al Sol como unidad de referencia:

$$\tilde{\rho} = 1.410 \text{ M/R}^3 \text{ (en kg / m}^3\text{)} \quad (11)$$

Por tanto, cuanto más grande es el radio de una estrella, tanto menor es su densidad. Para SIRIO (M = 2,35 y R = 1,634) la densidad promedio es poco más de la mitad que la solar: **759 kg/m<sup>3</sup>**.

## 7. ACELERACIÓN GRAVITATORIA EN SUPERFICIE

Hallaremos este parámetro aplicando la famosa ecuación de Isaac Newton:

$$g = GM/R^2 \quad (12)$$

donde G es la constante Universal de la Gravitación ( $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 / \text{kg}^2$ ). En nuestro planeta, el valor de  $g = 9,8 \text{ m / s}^2$ , en el Sol =  $274 \text{ m / s}^2$ . Volvemos a tomar al sol como patrón de referencia y la fórmula queda como sigue:

$$g \text{ (estrellas)} = 274 \text{ M/R}^2 \text{ (en m / s}^2\text{)} \quad (13)$$

de donde se deduce que cuanto mayor es una estrella menor es su aceleración gravitatoria superficial. En el caso de la estrella SIRIO apenas llega al 90% de nuestro Sol:  $g \text{ (SIRIO)} = 241 \text{ m / s}^2$ .

## 8. VELOCIDAD DE ESCAPE

Se entiende por Velocidad de Escape o Velocidad Parabólica la velocidad mínima que ha de adquirir una masa para poder escapar de la atracción superficial de un astro. Dicha velocidad viene dada por la ecuación

$$V_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}} \quad (14)$$

Para nuestro planeta la Velocidad de escape es de  $11,2 \text{ km / s}$  y para el Sol es de  $619 \text{ km / s}$ . Con esta última referencia volvemos a reescribir la fórmula anterior:

$$V_e = 619 \sqrt{\frac{M}{R}} \text{ (en km / s)} \quad (15)$$

y para SIRIO = **742 km / s**.

# Oculares de gran campo

Fco. Javier Rojano Aguilera  
[irojano@wanadoo.es](mailto:irojano@wanadoo.es)

## Gestiones y características

Desde la adquisición de mi último telescopio, siempre he intentado mejorar la calidad de mis observaciones. Para ello utilizaba filtros de color para la observación de planetas y unos oculares Ultima, aunque apreciaba que cuando trabajaba a altos aumentos el campo se empequeñecía demasiado. Después de barajar varias posibilidades, observé que lo mejor para combinar con este telescopio y tras hacer unas cuantas consultas era dar el salto y utilizar oculares de calidad superior a los que tenía.

En la elección debían recaer dos factores, que eran la mayor calidad óptica posible y un campo amplio. Los únicos oculares que satisfacían estos requisitos eran los gran angulares y los Ultra Gran Angulares. Los primeros de campo aparente de 65° y precio más reducido y los segundos de 82° de campo aparente y mayor precio. Las marcas a elegir eran Meade y los Nagler de Televue. Lo peor el precio. Los más baratos rondaban los 250 € y los más caros eran los Nagler de Televue que andaban los 500 €.

La decisión recayó al final en los Nagler de Televue, ya que tuve la oportunidad de probar uno de ellos en el RETA del año pasado. Junto con mi telescopio me daban un campo amplio. Lo peor como dije era el precio, aunque allí mismo en el RETA encontré la solución, y era que una compañera (nuestra compañera Africa, de Galicia), los compró en USA por la mitad de precio aproximadamente. Lo peor era que no exportaban directamente a Europa, por lo que gracias a un amigo los mandé a su casa y el me los remitió a España (es este un factor a tener muy en cuenta si alguien quiere adquirir alguno de estos productos a USA). El resultado es que pude adquirir dos por el precio de uno aquí en España.

Hice las gestiones para que me enviaran dos Nagler, uno de 13mm y otro de 9mm, ambos de tipo 6, ya que los hay de tipo 4 y 5 (bajo consejo de África), siendo estos los de diseño más moderno y reciente. Poseen 82° de campo aparente, grupo de 7 lentes y una distancia de relieve ocular de 12mm, por lo que no hay que acercar el ojo demasiado para observar la imagen, haciendo de la observación muy cómoda. Con el de 13mm conseguía 156 aumentos en un campo de 32', y con el de 9mm obtengo 226 aumentos y un campo de 22'. Asimismo poseen la correspondiente rosca para

Tipo	Modelo #	Longitud focal (mm)	Tamaño Portaoc. (pulgadas)	Campo Aparente (grados)	Pupila salida (mm)
Nagler 5	EN5-31.0	31	2"	82	19
Nagler 5	EN5-26.0	26	2"	82	16
Nagler 4	EN4-22.0	22	2"	82	19
Nagler 5	EN5-20.0	20	2"	82	12
Nagler 4	EN4-17.0	17	2"	82	17
Nagler 5	EN5-16.0	16	1¼"	82	10
<b>Nagler 6</b>	<b>EN6-13.0</b>	<b>13</b>	<b>1¼"</b>	<b>82</b>	<b>12</b>
Nagler 4	EN4-12.0	12	2" y 1¼"	82	17
Nagler 6	EN6-11.0	11	1¼"	82	12
<b>Nagler 6</b>	<b>EN6-09.0</b>	<b>9</b>	<b>1¼"</b>	<b>82</b>	<b>12</b>
Nagler 6	EN6-07.0	7	1¼"	82	12
Nagler 6	EN6-05.0	5	1¼"	82	12
Nagler	ENA-04.8	4.8	1¼"	82	7
Nagler 6	EN6-03.5	3.5	1¼"	82	12
Nagler 6	EN6-02.5	2.5	1¼"	82	12
Nagler	ENA-07.0	7	1¼"	82	10



colocar filtros de color o antipolución. La lente de ambos oculares son de un tamaño apreciable por lo que la observación se hace muy cómoda. La comparé con el Ultima de 12,5 y el de 7,5 y el de este último es mucho más pequeño.

## Observando con un Nagler

Y llegó la hora de la verdad. La primera noche de observación la Luna estaba en algo menos de creciente y había planetas a la vista. La noche acompañaba y era bastante buena. También tenía algunos globulares para probar si daban tanto campo como daban en la publicidad. ¿Resultado? Son la leche. Como dije más arriba el Nagler de 13mm me daba 156X y medio grado de campo por lo ¡podía observar la Luna entera y a 156X!, por lo menos en teoría debía ser así. En la práctica fue así. La imagen era espectacular, nítida, contrastada y clara. La Luna entera y a 156 aumentos. Así cualquiera se aficiona a observar la luna.

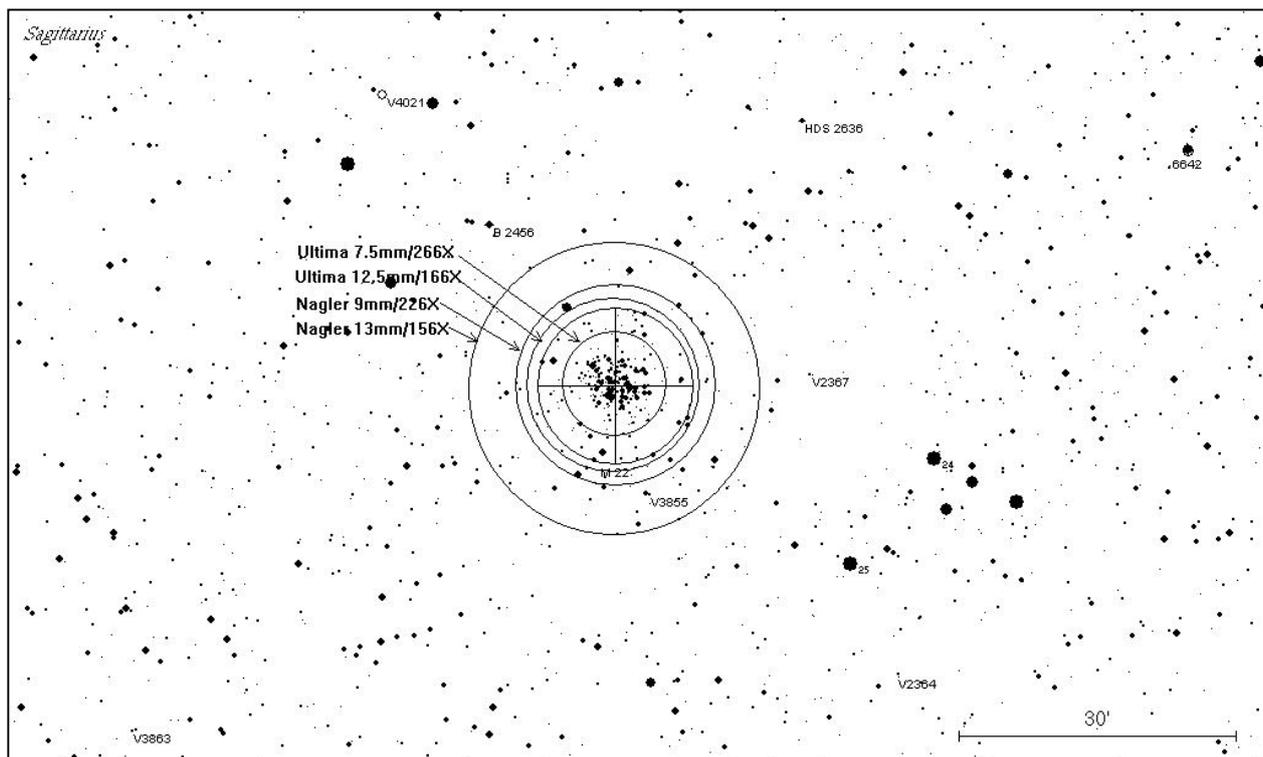
Después el siguiente objetivo fue Saturno y su luna Titán. Probé con el 13mm y en la imagen se apreciaba claramente la división de Casini y su luna Titán. Después pasé al de 9mm. Esto eran 226X. La imagen mejoró bastante, mucho más detallada ya que pasaba del aumento resolvente en mi telescopio (sabéis que el aumento resolvente es tantos aumentos como abertura en milímetros tenga el telescopio, en mi caso son 200mm de abertura, y por tanto son 200X). Asimismo se apreciaban claramente las bandas ecuatoriales norte y Sur. La añadí un filtro de color para mejorar la imagen, y mejoró algo. La imagen era sensacional. Después pasé a Júpiter y sucedió igual. La imagen era mucho mejor y con más campo que con los Ultima. Ya estoy deseando acoplarle una barlow para observarlos a 300X y ver que pasa.

La prueba de fuego venía con los cúmulos globulares, escogí como ejemplo a M22, ya que con los otros oculares los resolvía pero "sólo" se veía el cúmulo y poco más, nada del resto del campo estelar. Al colocarle los oculares nagler la cosa cambió completamente. Como se puede ver en el mapa adjunto los dos círculos más pequeños corresponden a los oculares Ultima y los dos más grandes a los nagler de 9 y 13mm respetivamente. El campo real de visión es de 11' para el ultima de 7,5mm y de 19' para el de 12,5mm. Para los nagler es de 22' para el de 9mm y de 32' para el de 13mm (ya el nagler de 9mm tiene más campo que el Ultima de 12,5mm, a pesar de la mayor focal de este último). Como puede observarse con el nagler de 13mm se obtiene mayor aumento con la consiguiente mayor resolución y además puede observarse todo el cúmulo sin mayor problema. El ultima da algo menos de campo pero sin embargo estamos trabajando con 80X menos, lo cual en los cúmulos

globulares se nota. Con el nagler de 9mm es con el que se consiguen mejores vistas de los globulares, ya que proporciona un aumento aceptable para resolverlos y sin embargo nos sigue ofreciendo un campo amplio. Igual sucedió con nebulosas planetarias. La imagen de M27 era realmente impresionante y con un campo amplísimo, lo cual beneficia a las búsquedas, sobre todo si nos estamos moviendo en la región de la Vía Láctea

Lo último que quedaba por probar era con las galaxias. Estuve observando M104, M51, M65 y 66, M81 y 82, etc. Lo mejor vino cuando busqué M65 y 66. Según mis cálculos ambas debían coger en el mismo campo, y efectivamente así fue. La noche acompañó y era bastante transparente, y pude disfrutar observando las dos galaxias en el mismo campo (nunca había observado a dos galaxias en el mismo campo). Ahora que viene de nuevo la primavera y la época de galaxias, ya estoy deseando de probar de nuevo, ya que en Virgo hay varios grupos de galaxias que cogen en el mismo campo. En fin, que el día del estreno fue como estrenar telescopio nuevo, con los nuevos oculares cobró una nueva dimensión en la observación.

Para finalizar se los recomiendo a cualquiera que esté buscando oculares de calidad y no tema gastarse algo de dinero, aunque eso sí, que los compre en USA, ya que aquí en España necesitamos un sueldo para comprar uno. Yo lo veo como una pequeña inversión, ya que aunque el gasto inicial es grande, debemos pensar que tenemos oculares para toda la vida, ya que por menos de 600 € podemos hacernos con dos de estas pequeñas maravillas, y de verdad que las observaciones cobrarán otra dimensión.



# ESPACIO

**Coordina: Dámaso Chicharro**

[0612824@alumnos.ciencias.uma.es](mailto:0612824@alumnos.ciencias.uma.es)

## CAUSAS DEL DESASTRE DEL COLUMBIA

El trágico accidente del transbordador espacial Columbia el 1 de febrero de 2003, en el que murieron siete astronautas, ha sido tema de portada no sólo del mundo de la exploración espacial, sino de toda la sociedad en general. Desde el momento del accidente se ha intentado dar una explicación correcta a la causa del desastre. El 26 de agosto se presentó el resultado de la exhaustiva investigación sobre el accidente. El informe señalaba que la causa técnica de la desintegración del Columbia fue el daño causado al escudo térmico, durante el despegue el Cabo Cañaveral, por el desprendimiento de un trozo de espuma aislante del tanque de combustible, que impactó a gran velocidad bajo el ala izquierda.

Una de las novedades del informe es que, por primera vez, responsabiliza a la NASA de la causa "política" del accidente. Al parecer, hay que buscarla en la propia "cultura" de la agencia espacial, en sus deficiencias organizativas y de autocontrol que desembocaron en un grave déficit de seguridad y el fracaso de los sistemas internos de alarma. La NASA ha ido reduciendo el presupuesto dedicado a los transbordadores espaciales durante los últimos 10 años hasta un 40%, destinándolo a otros departamentos y favoreciendo la subcontratación por parte de empresas privadas del programa de transbordadores.

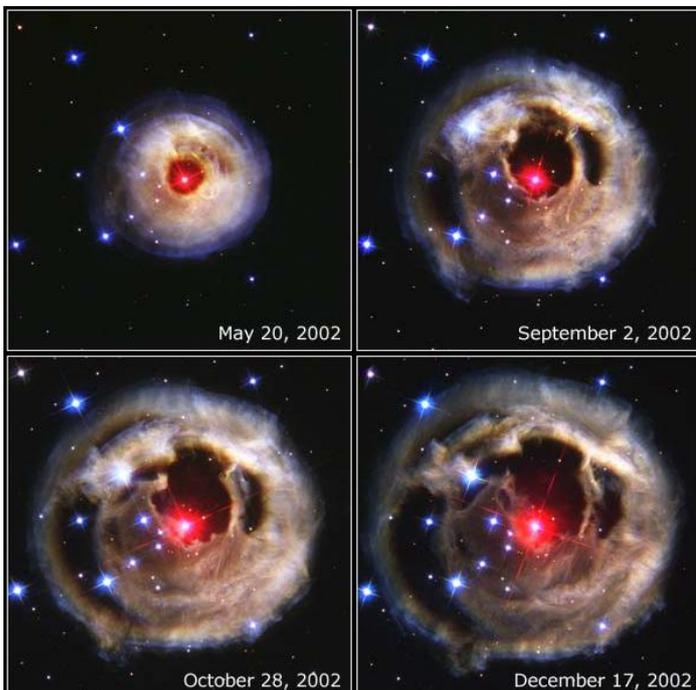
Otra de las revelaciones fue que, de haber identificado a tiempo la NASA la gravedad del problema del transbordador, se podría haber intentado el rescate de la tripulación. Podría haberse lanzado el "shuttle" Atlantis con dos pilotos y dos astronautas entrenados para el paseo espacial. Éstos habrían ayudado a transferir a la nave de rescate a los siete tripulantes del Columbia y todos hubieran regresado a la Tierra. El transbordador dañado hubiera podido seguir en órbita o teledirigido a la Tierra para que cayera sobre el océano Pacífico.



La NASA tiene previsto para el 11 de marzo de 2004 la vuelta al espacio de sus transbordadores, tras la puesta en práctica de numerosas recomendaciones para evitar que se repitan tragedias como la del Columbia. Sin embargo, esta fecha tentativa todavía puede ser modificada si la agencia espacial estadounidense no logra cumplir los objetivos de seguridad que se ha fijado.

## Eco de Luz en V838 del Unicornio

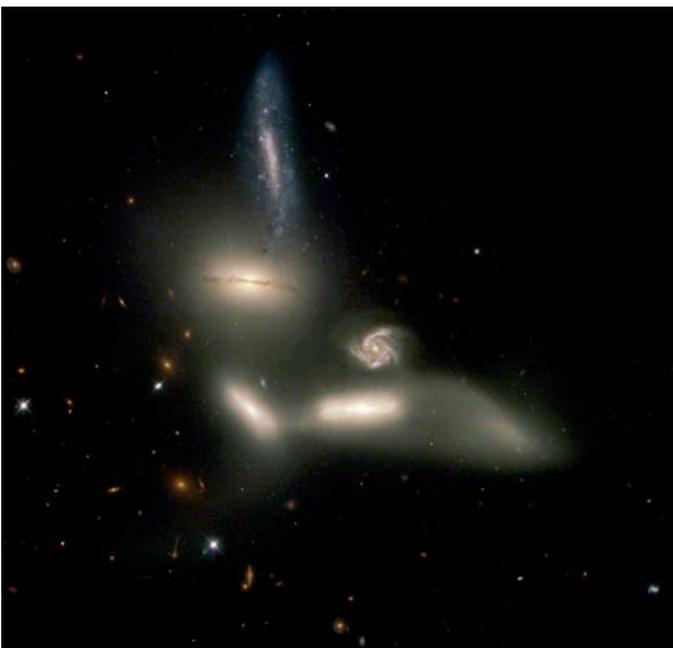
En enero de 2002, esta estrella se convirtió en la más brillante de la Vía Láctea, al ser unas 600 000 veces más luminosa que nuestro Sol. Poco a poco, los astrofísicos han podido ir conociendo qué es lo que sucedió en esta estrella, V838 Monocerotis. Según los estudios, esta estrella (localizada a 20 000 años luz de nuestro planeta) experimentó una brusca explosión, convirtiéndose en una nova, aunque no de las de tipo ordinario. Lo más espectacular del suceso es que la explosión ha servido de "rayo de luz", que ha ido iluminando las oscuras capas de material (polvo sobre todo) que rodean a la estrella. De esta forma, las imágenes del HST nos proporcionan una idea muy detallada de la estructura tridimensional de la envoltura que rodea a V838, además de su tamaño: como cada segundo la luz de la explosión inicial recorre 300 000 km, es posible determinar la distancia recorrida. Eso sí, hay que tener en cuenta que la luz que vemos proveniente de la envoltura es luz reflejada por el polvo y gas de la misma, llega con un tiempo de retraso con respecto al momento de la explosión original.





### M 104 por HST

Esta imagen de la archi-conocida "Galaxia del Sombrero", M 104, obtenida por el Telescopio Espacial Hubble es realmente espectacular. No en vano, M 104 es una de las galaxias más fotográficas y fotografiadas del cielo, brillando con magnitud 8 justo en la frontera entre Virgo y Corvus. En la imagen se aprecia claramente el brillante bulbo de la galaxia, destacando sobre él la gruesa silueta oscura del disco espiral. Desde la Tierra, el disco se encuentra casi de canto con la visual, justo 6° por encima. M 104 pertenece al cúmulo de galaxias de Virgo, siendo uno de los miembros más masivos del grupo, con una masa equivalente a 800 mil millones de soles. Se encuentra a una distancia de 28 millones de años luz, alcanzando un tamaño de 50 000 años luz. La nueva imagen del HST también resuelve el rico sistema de cúmulos globulares, que se estima son unos 2000 (10 veces más que nuestra Vía Láctea).



### Sexteto de Seyfert

El sexteto de Seyfert es uno de los grupos compactos de galaxias más estudiados del cielo. Se sitúa en la constelación de Serpens, a 190 millones de años luz. La nueva imagen del Telescopio Espacial Hubble (HST) revela claramente las interacciones que parece que se suceden entre las seis galaxias que constituyen el Sexteto de Seyfert y que previsiblemente harán que todo el sistema se fusione en una única y gigantesca galaxia. Sin embargo, en realidad sólo cuatro de ellas participan en esta danza cósmica. La pequeña espiral que se observa de cara es un objeto de fondo, localizada unas cinco veces más lejos que el resto del grupo. Y el sexto miembro no es una galaxia, sino una larga "cola de marea" (abajo derecha), formada por estrellas y gases liberados por la interacción. Para imaginarnos la densidad del sistema, podemos pensar que ocupa una tercera parte de nuestra Galaxia, sólo unos 100 000 años luz. El tamaño de cada galaxia es de 35 000 años luz. Tres de ellas (la galaxia elíptica, segunda desde arriba, y las dos espirales inferiores) son las más afectadas por la interacción gravitatoria. Sin embargo, al contrario de lo que sucede normalmente en las interacciones entre galaxias, el Sexteto de Seyfert no muestra indicios de alta formación estelar, ni las regiones azules características de los supercúmulos de estrellas masivas que suelen originarse por las fuertes interacciones de marea entre galaxias.

### ¿El nuevo Señor de los Anillos?

Posiblemente, tu primer golpe de vista sobre la imagen te ha engañado: no es el planeta Saturno: obviamente los telescopios de 8.2m VLT del Observatorio Sur Europeo (ESO) en Chile no serían tan famosos si dieran una imagen así de Saturno, superada por cualquier astrónomo aficionado. Pero la cosa cambia si decimos que se trata del planeta Urano y que, además, está observado en longitudes de onda del infrarrojo cercano (colores más rojos que nuestro "rojo").

Aunque William Herschel descubrió Urano en 1781, sus anillos no se detectaron hasta 1977 cuando se observó la ocultación de una estrella por el disco del planeta, parpadeando ésta justo antes de la entrada y después de la salida, deduciéndose entonces nueve anillos. La sonda Voyager 2 detectó dos más en 1986. Ahora, gracias a la potencia del VLT y a su cámara en infrarrojo cercano se pueden divisar desde Tierra.

Además de los anillos, se pueden identificar siete satélites en esta imagen. Los cinco más brillantes son, de la esquina superior izquierda a la inferior derecha, Titania, Umbriel, Miranda, Ariel y Oberón. Las otras dos lunas visibles en la imagen son Portia, en el límite superior izquierdo del anillo, y Puck, debajo derecha del anillo. Urano tiene 21 satélites en total.



# { Colón y Columbia }

**Víctor R. Ruiz**  
[rvr@infoastro.com](mailto:rvr@infoastro.com)

El transbordador espacial Columbia debe su nombre a un barco que, capitaneado por Robert Gray, en 1792 se internó por vez primera en un gran río, que ahora lleva su nombre. Con este barco y este capitán, los estadounidenses dieron su primera vuelta al mundo. El nombre de *Columbia*, es la personificación femenina de su país y, obviamente, es derivado de *Cristobal Colón*.

Cristobal Colón fue ese loco al que se le ocurrió circunnavegar el mundo en dirección contraria a la que establecían los cánones. Colón fue ese pelmazo que empeñó años en convencer a alguien para que subvencionara un viaje imposible. Colón fue ese mentiroso que descontaba millas recorridas a su tripulación. Colón fue ese irresponsable que abandonó a parte de sus hombres para justificar el regreso. Colón fue ese terco que empeñó sus cuatro expediciones en encontrar un paso al otro lado de las nuevas tierras.

Colón era un enamorado del mar y no estaba interesado en la tierra firme. Ayer, como hoy, los cronistas, los clérigos, los panaderos, los herreros, los zapateros, los granjeros se pudieron preguntar por qué Isabel la Católica malgastaba el dinero de la Corona en hacer feliz a un pobre infeliz. ¿Acaso no existían problemas más acuciantes en Castilla?

En nuestros días, la aventura de Colón se cuenta como uno de los grandes hitos de la Humanidad. Se relatan minuciosamente sus expediciones, y las tantas otras (y los tantos otros) que le siguieron. Su *descubrimiento* cambió el rumbo de la Historia. Nadie se pregunta si valía la pena. Ahora, quinientos años después, la hazaña se contempla con perspectiva.

Por el contrario, hoy, como ayer, son muchos los que se preguntan si vale la pena el dinero invertido en la exploración espacial. ¿Acaso no hay gente muriendo de hambre en África? O de frío en EEUU. Pero dentro de 500 años, los mismos que nos separan de Colón, ¿verán que la inversión realizada en la conquista del espacio era un desperdicio de dinero? ¿O quizás nadie planteará esa cuestión por obvia y absurda?

Ayer me quejaba por la insuficiente cobertura informativa en España del desastre del Columbia. Puedo aceptar que el público español no esté suficientemente sensibilizado, como el estadounidense, acerca de la exploración espacial. Sin embargo, sí espero de los periodistas que sepan valorar los acontecimientos en su justa medida. Temo que me decepcionan. El accidente del Columbia va a obligar a los políticos estadounidenses, europeos y rusos a replantearse la exploración espacial tripulada. Se nos plantean preguntas importantes. ¿Vale la pena correr el riesgo? ¿Existen soluciones más seguras, aunque cuesten más? ¿Vale la pena una estación espacial poco versátil? ¿Qué queremos hacer en el espacio? Estamos, por tanto, en un punto de inflexión. Pero este acontecimiento no merece igual interés que problemas tan *históricos* como los devaneos varios de famosetes y futbolistas.

Desde que el último estadounidense volvió de la Luna, estamos inmersos en la Edad Media Espacial. Los cohetes no son más potentes que el Saturno V, los seres humanos no han hecho nada que no hicieran durante la década de los 70, y las sondas espaciales, tras su *Gran Tour* de los 80, son más bonitas, más rápidas y más baratas, pero ya han trazado el mapa del Sistema Solar.

Tras el desastre del *Challenger*, los ingenieros de la NASA construyeron un nuevo transbordador, reforzaron la seguridad en el resto de unidades activas y continuaron con su plan de vuelos tripulados, sin mayores cambios. Originalmente contruidos para poner en órbita satélites con un coste menor que los cohetes, fracasaron ese objetivo. Así que se apuesta por la construcción de una Estación Espacial Internacional en la que los transbordadores son protagonistas claves. Ahora, el enorme gasto realizado en la ISS, justifica por sí misma la existencia de los transbordadores y arrastran a la NASA a una espiral presupuestaria de difícil salida.

Por tanto, la disyuntiva a la que se enfrenta en estos momentos la administración norteamericana es, o cerrar el programa tripulado, dado que los objetivos actuales no justifican el enorme costo humano, o realizar una apuesta más fuerte, más segura y con más recursos. La *tercería vía* sería continuar como si nada hubiera pasado, pero esa carta ya la jugaron con el *Challenger*.

Si la NASA cancela su programa tripulado, la Estación Espacial quedaría gravemente herida. Es posible que el resto de países, especialmente europeos y rusos, quisieran continuar, pero no es probable que los estadounidenses estén dispuestos ceder el liderazgo en ese terreno (aunque me temo que, justo en ese terreno, nunca lo han tenido).

Si el presidente o el congreso estadounidense decidiera darle un impulso a su programa espacial, caben varias posibilidades. La menos optimista es que anunciaran un proyecto a corto plazo para reemplazar a los transbordadores por vehículos menos peligrosos. La más optimista, embarcarse seriamente en la conquista de Marte, en un plazo de 10-15 años.

El físico Robert Park y el astrofísico real Marten Rees opinan que el retorno científico que ofrecen las sondas es mucho mayor que el realizado por los vuelos espaciales tripulados. Ciertamente es que la NASA vende a los transbordadores y la estación espacial como laboratorios científicos. Y cierto es que en realidad buena parte de sus proyectos están destinados a subvencionar de forma más o menos encubierta a las industrias aeronáuticas estadounidenses, con poco margen para la innovación. En ese sentido, es reprochable que pongan en peligro vidas humanas para tal retorno científico y tecnológico. El precio es excesivo.

Al contrario, sí me parece justificada, de sobra, la exploración espacial tripulada. No por el retorno científico, ni el tecnológico. Pisar la Luna en condiciones tan precarias fue sin duda un acto temerario. Tan temerario como viajar a las Indias por el Occidente. Pero el eco de la voz de Armstrong aún resuena con intensidad en nuestra sociedad y su pisada aún está fresca en nuestras memorias. Tan intensa como la hazaña de Colón; tan fresca, como su desembarco en San Salvador.

Mis máximos respetos a las víctimas del Columbia. Pasarán a la Historia. Y ahora, nosotros, los que quedamos vivos, preguntémonos ¿queremos hacerla? ¶



# Estrellas Dobles

Rafael Benavides Palencia  
[rafaelbenpal@terra.es](mailto:rafaelbenpal@terra.es)

## ALULA AUSTRALIS

La mayor parte de los sistemas físicos que podemos observar los aficionados se encuentran realmente bastante alejadas una estrella de otra, por lo cual el periodo que emplean en una revolución completa alrededor del centro de masas suele ser de cientos o miles de años. Sólo algunos casos en los que esta distancia es mucho menor, gracias a su cercanía, pueden ser admirados a lo largo de todo su periodo en un tiempo relativamente corto; por este motivo podemos advertir el cambio de sus principales parámetros año tras año con relativa facilidad.

Este es el caso de la estrella Xi de la Osa Mayor, nombrada por los árabes como Alula Australis. Se encuentra situada en la parte Sur de la constelación brillando con una magnitud aparente de 4, en la posición 11 h. 18 min. 11 seg. + 31° 31' 45".

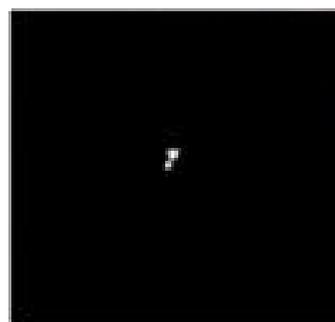
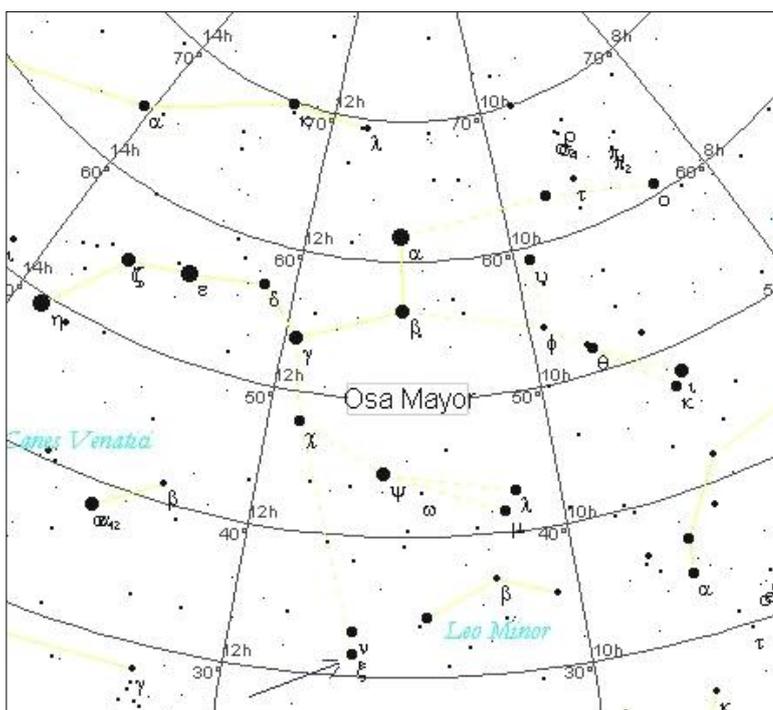
Esta conocida estrella doble fue descubierta en 1780 por Sir William Friedrich Wilhelm Herschel y sus parámetros fueron medidos con gran exactitud en 1826 por el gran especialista en dobles Friedrich Georg Wilhelm Struve. Fue incluida en su catálogo como Struve 1523. El primer modelo orbital de este sistema fue propuesto por Félix Savary muy poco tiempo después, en el año 1828, aplicando las leyes de la gravitación universal enunciadas por Newton.

Visualmente se observa como dos estrellas amarillentas de magnitudes 4,3 y 4,8 separadas por unos 2 segundos de arco, al alcance por tanto de un pequeño refractor de 75 mm. La imagen adjunta se obtuvo con una videocámara convencional a través de un refractor de 12 cm.

Según *The Bright Star Catalogue* en su quinta edición revisada de 1991, su paralaje dinámica es de 0,120 arcosegundos de arco, que equivale a una distancia de 8,3 pársecs o 27,16 años-luz. Debido a su extrema cercanía se conoce con bastante precisión la naturaleza física de cada una de sus componentes.

La primaria es una estrella amarillenta que se encuentra en la Secuencia Principal de espectro F8.5-G0 con 1,05 masa solar, un radio solar de 0,97 y una luminosidad solar de 1,1. Presenta una metalicidad y una baja actividad cromosférica muy parecidas a la de nuestro Sol. La estrella es sospechosa de presentar algún tipo de variabilidad y está catalogada en el *New Suspected Variable* como NSV 5165 con una amplitud de sólo 0,03 magnitudes en el rango de variación. Análisis astrométricos y espectrométricos revelan una compañera denominada Ab con un periodo de 1,83 años a una distancia promedio de 0,45 UA y una masa solar de 0,4.

La secundaria es también una estrella amarillenta situada en la Secuencia Principal con un espectro G0-G5, su fotosfera es más fría en unos 200 °K. Su masa es de 0,9 con un radio solar de 0,91 y una luminosidad solar de 0,67. Tiene una metalicidad alrededor del 76% de la principal y un contenido en litio mucho menor debido a que presenta una actividad cromosférica considerable y éste es destruido. Debido también a su rápida rotación, puede haber perdido alrededor del 10% de su masa original. Por precisas mediciones de su velocidad radial ha sido detectada una perturbación causada por un cuerpo que bien pudiese ser una Enana Roja situada a tan solo 0,06 UA en una órbita circular con un periodo de cuatro días; al menos tiene una masa 37 veces mayor a la de Júpiter. Basándose en las proporciones de masa y elementos orbitales de Bb, debido a que existe un déficit en la masa total del sistema, se ha propuesto la existencia de otro cuerpo que gira también en torno a B con un periodo menor o igual a 1 año. En este caso sería una Enana Roja presumiblemente situada en plena Secuencia Principal de 0,5 masas solares, aunque debemos señalar que este último cuerpo no ha sido plenamente confirmado.



(Izquierda) Mapa de localización de Xi (ξ) Ursa Majoris (Alula Australis)

(Derecha) Imagen de la estrella realizada por el autor a través de un refractor de 12 cm y usando una videocámara convencional acoplada al ocular.

ESTRELLA	A	B	Ab	Bb	Bc
Magnitud V	4,33	4,80	--	--	--
Masa Solar	1,05	0,9	0,4	0,037	>0,5 ?
Radio solar	0,97	0,91	0,45 ?	--	--
Luminosidad solar	1,05	0,67	0,1	--	--
Espectro	F 8.5 – G0 V	G0 – G5 V	M 3 ?	K tardío	K2-K3 V?
Temperatura fotosfera	5860 °K	5650 °K	3360 °K	4000 °K	4600 °K
Temperatura Núcleo	14.800.000 °K	14.500.000 °K	11.500.000 °K	--	--

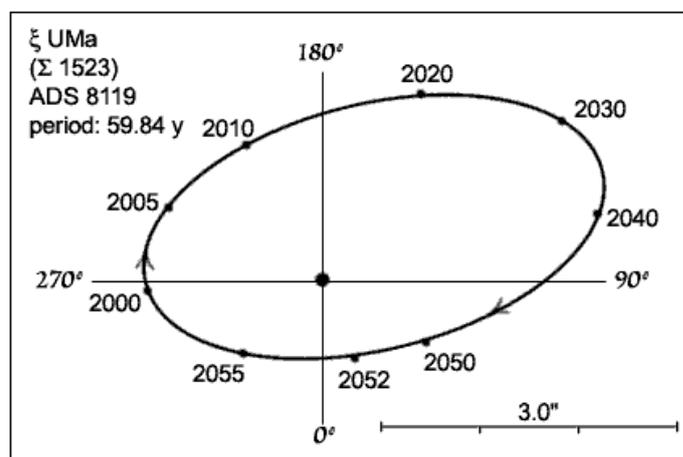
Tabla 1: Propiedades físicas de Xi Ursa Majoris

Las componentes principales, como podemos comprobar, son estrellas de tipo solar y obtienen su energía principalmente mediante la reacción protón-protón debido a la temperatura que alcanzan en su núcleo.

Nosotros sólo podemos ver las dos estrellas principales. El periodo orbital es de 59.9 años en una órbita elíptica, con una distancia que oscila entre 12.5 UA y 39.9 UA de la principal. Mason en 1995 y Heintz en 1996 han refinado esta órbita recientemente con una excelente precisión.

Evidentemente, el grado de fiabilidad de la órbita es casi total. Podemos apreciar la evolución del movimiento y la cómoda distancia asequible a casi cualquier instrumento. El ángulo de posición cambia de forma especialmente rápida en pocos meses. Las efemérides según el modelo de Mason para el 1 de Enero y el 1 de Julio de los siguientes años e adjuntan en la *Tabla 2*.

El 16 de Junio de 2002 a través de un refractor de 120 mm y mediante MicroGuide a unos 500x estimé una distancia de 1"9 y un A.P. de 259°8 en un promedio de 5



medidas. Las efemérides para esa fecha calculaban una distancia de 1"83 y un A.P. de 260°25, por lo que los errores en la medición son de 0"07 y 0°45. Una vez más, comprobamos la fiabilidad de este ocular de medida.

En definitiva, se trata de un cercano sistema estelar múltiple, donde con un mínimo de rigurosidad, todos podemos advertir la evolución de la órbita año tras año.

Más información en <http://www.solstation.com/>

AÑO	Distancia	Ángulo Posición	AÑO	Distancia	Ángulo Posición
2003,0	1"81	257°4	2006,5	1"69	235°92
2003,5	1"80	254°52	2007,0	1"67	232°56
2004,0	1"78	251°58	2007,5	1"65	229°14
2004,5	1"77	248°59	2008,0	1"64	225°65
2005,0	1"75	245°53	2008,5	1"62	222°10
2005,5	1"73	242°40	2009,0	1"61	218°50
2006,0	1"71	239°20	2009,5	1"61	214°87

Tabla 2



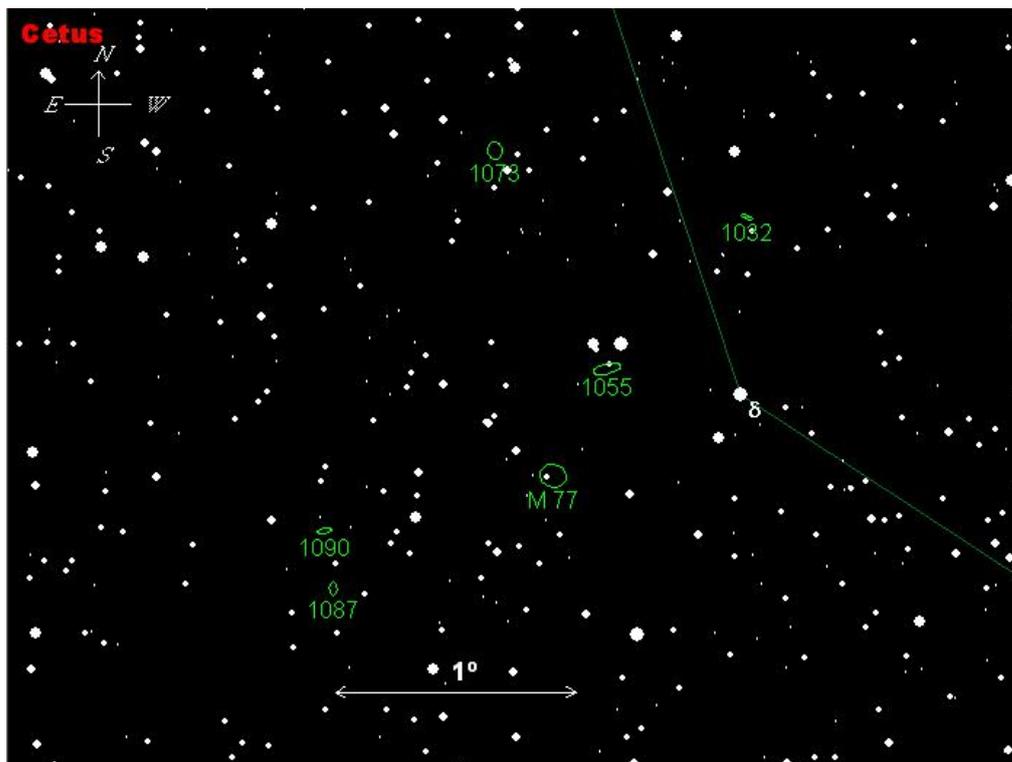
## El grupo de galaxias de M 77

Ángel R. López Sánchez  
[angelrls@wanadoo.es](mailto:angelrls@wanadoo.es)

M77 (NGC 1068) es una brillante galaxia espiral en la constelación de Cetus (La Ballena). Situada a unos 15 millones de años luz de la Vía Láctea, está clasificada como espiral Sb, aunque también se ha debatido de que su núcleo es muy activo al poseer mucha formación estelar, clasificándose también como galaxia Seyfert. Se trata de un objeto relativamente sencillo de observar incluso con aperturas pequeñas. Su magnitud conjunta es de 9.7, aunque puede parecer algo más débil porque su magnitud superficial es de 10.8 mag/arcseg<sup>2</sup> (magnitudes por segundo de arco al cuadrado), ocupando un tamaño de unos 7'. Aún no poseyendo un sistema *go-to* para mover el telescopio, no es difícil encontrar M77 justo en el ecuador celeste (A.R. 2h 42 m 41s, Dec 0° 0' 48"), a 52' en dirección SE de la brillante estrella  $\delta$  Ceti (mag. 4.06). El brillante núcleo de la galaxia puede llegar a percibirse con unos prismáticos 10 x 80 en una noche oscura. Un telescopio de 100 mm nos revelará una estructura ovalada, muy cerca de una estrellita de 9.5. Sin embargo, para

conseguir apreciar los brazos espirales de M 77 hay que recurrir a mayores telescopios.

Un objeto un poco más complicado de observar es NGC 1055, otra galaxia espiral situada a 34' al este de  $\delta$  Ceti. Del tipo SBb y localizada a 14 millones de años luz, alcanza una magnitud de 10.6, pero se trata de un objeto alargado (tamaño 7.6' x 3') porque el disco de la galaxia se encuentra casi de canto con respecto a la visual del cielo. Observaciones profundas de NGC 1055 revelan el disco de polvo oscuro, similar al encontrado en otras galaxias de perfil, como en la famosa Galaxia del Sombrero (M 104). Por este motivo, se la conoce como "la Galaxia del Sombrero de Cetus". NGC 1055 también posee fuerte formación estelar, siendo detectada por el satélite IRAS en longitudes de onda del infrarrojo medio y lejano, recibiendo el acrónimo de IRAS 02391+0013.



Estas dos galaxias son las más brillantes de Cetus, pero en la misma zona existen otras 4 accesibles a telescopios de mediana apertura: NGC 1087 y NGC 1090 (de magnitudes 11.5 y 12.6, respectivamente, y separadas por escasos 15', por lo que pueden observarse a la vez con un mismo ocular), NGC 1073 (de magnitud 11.5) y NGC 1032 (de magnitud 12.7). Todas estas galaxias se encuentran asociadas físicamente (el grupo galaxias de M 77) formando un grupo de galaxias muy joven, puesto que se observa una alta formación estelar en sus componentes.

Mapa de localización de M 77 y el resto de galaxias de su grupo.

Tabla con las principales características de las galaxias cercanas a M 77

OBJETO	TIPO	A.R. (J2000.0)	DEC.	MAGNITUD	TAMAÑO	DISTANCIA
M 77 – NGC 1068	Sb, Seyfert	2h 42 m 41s	+ 0° 00' 48"	9.7	7'	15 M. años luz
NGC 1055	SBb, de perfil	02h 41m 45s	+ 0° 26' 31"	10.6	7.6' x 3'	14 M. años luz
NGC 1087	SBc anillada, H II	02h 46m 25s	- 0° 29' 59"	11.5	4' x 2.3'	20 M. años luz
NGC 1073	SBc, H II	02h 43m 40s	+ 1° 22' 32"	11.5	5' x 4.3'	16 M. años luz
NGC 1090	SBbc, H II	02h 46m 34s	- 0° 14' 54"	12.6	4' x 2'	37 M. años luz
NGC 1032	S0 ó Sa tardía, H II	02h 39m 24s	+ 1° 05' 36"	12.7	3.4' x 1'	36 M. años luz

