



# SIRIO

Publicación de la Agrupación Astronómica de Málaga Sirio  
Revista de Divulgación Astronómica

Nº 20 Enero - Febrero - Marzo - Abril 2007

**Observación planetaria  
por aficionados**

**Observación de  
cúmulos**

**Un universo S3**

**Astronomía en la  
antigua Grecia**

**Astronoticias, cartas estelares,  
efemérides....**



## INFORMACIÓN DE INTERÉS

### Contacto:

	<b>Agrupación Astronómica de Málaga SIRIO</b> Centro Ciudadano Jack London, Pasaje Jack London s/n 29004 – MÁLAGA
	<a href="http://www.astrored.net/astromalaga">www.astrored.net/astromalaga</a> <a href="http://www.iespana.es/astrosirio">www.iespana.es/astrosirio</a> <a href="http://www.malagasirio.tk">www.malagasirio.tk</a>
	628 918 949
	FAX 9 5 2 2 4 74 2 1
	<a href="mailto:malagaastro@eresmas.com">malagaastro@eresmas.com</a>

Número de Registro de Asociaciones de la Junta de Andalucía: 5471, Sección 1ª  
Número de Registro de Asociaciones del Excmo. Ayuntamiento de Málaga: 1399 C.I.F. G92249952

### REUNIONES DE TRABAJO:

	Todos los <i>miércoles</i> no festivos de ⌚ 20'00 a ⌚ 22'00 horas en el local de la de la Agrupación sito en Centro Ciudadano Jack London, Pasaje Jack London s/n 29004 – MÁLAGA
	Revista elaborada por el Equipo de Redacción de la Agrupación Astronómica de Málaga SIRIO. Esta publicación se distribuye gratuitamente entre los Socios de SIRIO así como entre las Agrupaciones y las Entidades con las que Sirio mantiene relaciones institucionales.
<b><i>La Agrupación Astronómica de Málaga SIRIO, no comparte necesariamente las opiniones de los autores de los artículos o cartas publicados en SIRIO.</i></b>	

Colaboración :

D<sup>a</sup>. Carmen Sánchez Ballesteros (Profesora de Educación Secundaria).

## ENTIDADES CON LAS QUE COLABORA SIRIO

Minor Planet Center	Centro de Ciencia	Sociedad Observadores de Meteoros y Cometas de España
Parque de las Ciencias de Granada	Observación Solar	Spanish Fireball Network



# Observación planetaria por aficionados

Extraído de un artículo de  
Francisco A. Violat Bordanau

Para poder comenzar a trabajar con planetas he de dar por sentado que todos los lectores conocen el funcionamiento teórico del telescopio; es por ello que no me entretendré en explicar detenidamente cómo forma el objetivo la imagen del objeto a estudiar ni de qué manera el ocular amplía esta imagen, ofreciendo vistas de los objetos que son de nuestro interés. Del mismo modo no puedo explicar el manejo de la montura ecuatorial, la puesta en estación del telescopio ni otros trucos que sirven para mejorar la capacidad de nuestro telescopio, datos todos ellos que se pueden encontrar en otras obras. El lector interesado en todo ello podrá encontrarlo en mi obra "Guía del observador planetario" o en libros similares que abundan en el mercado nacional. Repasaré, no obstante, el aspecto que ofrecen los planetas en la visión por medio de pequeños o medianos telescopios, haciendo hincapié en aquellos puntos que, con posterioridad, van a sernos de utilidad en el estudio con CCD de los mismos.

## IMAGEN PLANETARIA

Cuando estudiamos los planetas con un telescopio, sea del tipo que sea, lo que hacemos es recolectar una pequeña parte de su luz y calor con nuestro telescopio: de ello se encarga el objetivo; así, con mi

modesto catadióptrico de 203 mm de abertura cuando apunto a la brillante estrella Sirio (en Can Mayor) llevo a mi ojo una energía próxima a  $1,3 \times 10^{-9}$  Julios/segundo que equivale a más de 3.290 millones de fotones de luz verde. Sabemos que a mayor abertura mayor cantidad de luz recolectamos, pero también tenemos una mayor capacidad para distinguir detalles finos en la imagen que estudiemos. Es por ello que un refractor de 60 mm y un reflector de 120 mm, ambos empleando 100 aumentos, no proporcionan imágenes igual de detalladas: en realidad el reflector proporciona imágenes con detalles más finos, salvo que la noche esté muy turbulenta o que su óptica no esté bien centrada. Todas las historias que corren sobre las ventajas de los refractores son, en general, de poca fiabilidad: es innegable que un instrumento de mayor abertura proporcionará, por fuerza, mayor resolución salvo que posea defectos en su naturaleza o se emplee en condiciones atmosféricas adversas.

Nadie en su sano juicio podrá decir (sin correr el riesgo de ser tachado de fantasioso) que ha visto el disco aparente del satélite joviano Ganimedes con un refractor de 60 mm, dado que su poder resolutivo teórico es de 2" y este astro nunca alcanza ese diámetro; por el contrario empleando un telescopio de 100 mm sí sería posible, en teoría, llegar



Telescopio reflector

a vislumbrarlo en las mejores oposiciones con buena estabilidad atmosférica. Con un instrumento de 150 mm se podría, sin mucho problema, ver en casi todas las oposiciones en tanto que el reflector de 200 mm lo muestra siempre que la atmósfera no esté excesivamente turbulenta y se trabaje con el aumento adecuado, desde un lugar con turbulencia reducida. Obsérvese que en estos dos párrafos he mencionado varias veces las palabras "turbulencia" y "atmósfera": ellas son nuestras mayores enemigas en la observación detallada de los planetas. La primera define el estado tembloroso de la imagen, ocasionado por efecto de la desigualdad en las masas y ⇨

capas de aire de la atmósfera de origen térmico (heterogeneidades en la densidad y la presión); la segunda define la capa de gases, siempre en movimiento, que rodea nuestro planeta y que en muchas ocasiones afecta bastante la observación.

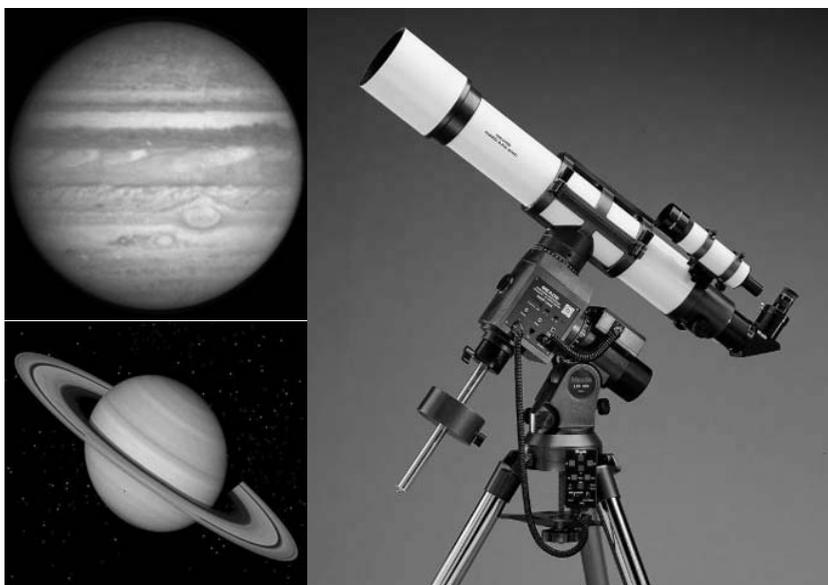
Hay personas que creen que un telescopio de calidad (por ejemplo un reflector de 200 mm de diámetro) proporciona una perfecta imagen aumentada digamos 150 veces: ello nos ofrecería un aspecto de Marte tal y como lo veríamos a, supongamos, 400.000 km en una oposición favorable; en esta imagen, como es de imaginar, los detalles y matices serán tan ricos que no habrá dificultad alguna en ver con absoluta claridad la superficie del planeta. Sin embargo cuando este observador mira por un telescopio de calidad lo que encuentra es otra cosa. En primer lugar nota que el planeta, incluso con 150 aumentos, es muy pequeño; además de ello la imagen no es nítida, sino que aparece borrosa y como temblona. Si se fija unos instantes podrá comprobar que el disco planetario oscila, se mueve y cambia de posición con el paso de los segundos, de manera aleatoria; todo ello en conjunto proporciona una imagen carente de estabilidad y detalles, en la que apenas si se divisan áreas claras y oscuras con poca deficiencia. Si continúa la observación comprobará que durante unos fugaces instantes la imagen se estabiliza y entonces el planeta aparece maravillosamente en todo su detalle, pero que de inmediato vuelve el "baile" y la imagen se emborrona de nuevo. Cambia de planeta; enfoca a Júpiter y aprecia un disco achatado, perlino, cruzado por dos bandas nubosas paralelas a su disco y tres o cuatro estrellitas a su alrededor, pero apenas algunos detalles nubosos

desvaídos en sus sistemas nubosos. Si todavía tiene paciencia quizá enfoque a Saturno y aprecie los anillos, pero la división de Cassini no la ve por ningún lado y todo el planeta carece de los detalles de interés que aparecen en los libros de astronomía.

Conclusión: el telescopio que compró por bueno es un trasto que sólo ofrece imágenes desenfocadas, borrosas y temblorosas sin interés alguno; estudiar en estas condiciones los planetas le parecerá imposible y decide que estos estudios le están vedados. Si unos años más tarde, después de haber estudiado nebulosas, galaxias o dobles,

tes de interés y Plutón sólo lo buscó, trabajosamente, una vez para decir a sus amigos que lo había visto.

El observador que piense que el telescopio es un instrumento que proporciona imágenes grandes y detalladas está equivocado: a lo más que se puede aspirar, en los lugares cotidianos de observación, es a emplear 200-250 aumentos en reflectores de 200-400 mm de apertura; rara vez se podrá pasar de 250 aumentos salvo en noches de muy buena estabilidad. Observaciones de estrellas dobles o múltiples con diferentes instrumentos me han mostrado (nunca está de más dedicarse a otros campos de la



cambia de instrumento y compra un gran reflector de 300 mm quizá vuelva a los planetas: con él observará que Marte aparece ahora mayor, aunque a gran aumento la imagen es más borrosa e inestable; que Júpiter es grandioso en tamaño pero que tampoco gana gran cosa, salvo ver algunas bandas más y unos detalles borrosos en sus bandas. Saturno es muy bello pero sólo distingue tres anillos y ningún detalle en los mismos; Urano y Neptuno son discos borrosos caren-

Astronomía...) que desde las inmediaciones de Cáceres (altitud: 478 m) el poder resolutivo de los telescopios medianos rara vez pasa de 1"; por el contrario observaciones realizadas desde el pueblecito cacereño de alta montaña de Piornal (altura: 1.270 m) han ofrecido imágenes de 0,8" en bastantes ocasiones. Está bien claro que los observadores que trabajen a orillas del mar dispondrán de menos ocasiones de efectuar dibujos o diseños de alta calidad, en tanto ⇒

que aquellos que trabajen desde lugares más altos podrán observar con mayor facilidad detalles menores, a condición de tener buenos cielos. Trabajar desde el centro de una ciudad en un piso, balcón o terraza, no es igual de fructífero que hacerlo desde el campo lejos de humos, luces y calefacciones domésticas. La diferencia es tan notable que rara vez desde una ciudad se ven los delicados detalles en la atmósfera de Júpiter o en la superficie de Marte; por descontado que la búsqueda de Plutón es imposible desde una ciudad si ésta es un poco grande y tiene muchas luces parásitas. En la observación planetaria de mediana calidad es imprescindible el empleo de buenos instrumentos, con sus sistemas ópticos perfectamente cuidados y centrados, con monturas de calidad (aunque sean sin motor) y en condiciones ambientales favorables; en este sentido lo más aconsejable es la instalación del telescopio en lugares llanos, alejados de edificios, luces o humos, en sitios en donde el suelo no favorezca la aparición de turbulencia térmica nocturna (piedras o tierra) y cuanto más elevado sobre el nivel del mar mejor. Es recomendable alejarse de las laderas de las montañas en las cuales la brisa produzca turbulencia, situarse sobre los lugares en los cuales la niebla tiende a formarse de noche y, en general, en ubicaciones que estén muy afectadas por la humedad nocturna o las corrientes de aire.

Trabajando en lugares aceptablemente buenos con un telescopio medianamente grande de 100-150 mm es visible la estructura nubosa de Júpiter con facilidad, aunque los detalles más finos sólo se divisan en unos instantes de calma total de la imagen. Empleando 250 aumentos podemos aspirar a ver el disco

aparente del satélite III Ganimedes o, con buenas imágenes, los de los otros tres satélites, aunque dibujar todos los detalles del planeta con sus matices será costoso. Saturno presenta menos detalles sobre el planeta pero más en los anillos: buenas imágenes de los mismos ofrecen la visión de los denominados A, B y C con las divisiones de Cassini (A-B) y la de Encke (en el A), algunos sub-anillos en el B e incluso la presencia de débiles detalles sobre los mismos. Con noches favorables durante las mejores oposiciones y empleando más de 250 aumentos se puede aspirar a divisar el diminuto disco del satélite VI Titán, aunque no siempre se consigue por la inestabilidad del aire.

Urano y Neptuno apenas son borrosos discos verdes o azulados, de bordes indefinidos que apenas si ofrecen algo de interés; con instrumentos de buena calidad y en noches muy favorables algunos aficionados han divisado vagos detalles nubosos en Urano; esto se debe más a la valía del observador que a la potencia del instrumento empleado. Plutón, finalmente, es un astro de aspecto estelar que sólo posee el interés anecdótico de llegar a divisarlo con el telescopio y seguirlo durante algunos días en cada oposición; las últimas experiencias realizadas por un grupo de observadores de este club en el verano de 1994, a 1.400 m de altura en el Puerto de Honduras (Cáceres) nos ha mostrado con un catadióptico de 114 mm de abertura astros de la 14ª magnitud: ¡lo suficiente como para buscar y divisar Plutón! En lugares a menor altura un reflector de 120 mm puede ofrecerlo también sobre cielos oscuros (en Luna Nueva) empleando oculares de medio aumento y buenas cartas

celestes; cada vez resulta más difícil encontrar lugares oscuros cercanos a las grandes ciudades, salvo que se viva en regiones muy afortunadas: Extremadura, Andalucía o La Mancha.

Los observadores más experimentados, dotados de grandes reflectores de 300-500 mm de abertura, en ocasiones han estudiado el movimiento de los más débiles satélites de Saturno, Urano o Neptuno, pequeños astros de la 13ª magnitud en adelante de difícil visión. Cuando ello no es posible estudian detenidamente los detalles superficiales de los sistemas nubosos de Júpiter y Saturno o los cambiantes detalles de la superficie de Marte y Venus. En general el estudio de los planetas no se puede realizar si no es a partir de telescopios de 75-80 mm de diámetro: los poseedores de instrumentos de 50-60 mm han intentado la observación de los planetas pero con muy limitados resultados a causa de la resolución y el aumento máximo. Un instrumento de 60 mm no proporciona más allá de 100-150 aumentos con un poder resolutorio de 2" en teoría, quizá algo menos si se tiene suerte: con estas condiciones está claro que no se podrán observar finos detalles sobre los planetas por el tamaño diminuto del mismo y por la escasa resolución del instrumento. Es verdad que Venus o Mercurio ofrecen sus fases y el disco aparente, pero no se aprecia detalle alguno sobre estos planetas; Marte ofrece sus continentes claros y sus mares oscuros, pero divisar algún canal es trabajoso y estudiar sus polos helados no es muy fructífero. Júpiter ofrece 4 bandas nubosas y cuatro satélites, pero los detalles sobre el planeta están muy limitados por el aumento y la resolución; Saturno ofrece la visión de dos ⇨

anillos y, en buenas noches, hasta tres, con algunas pequeñas lunetas, pero no se aprecian detalles de interés sobre el disco planetario. Finalmente Urano y Neptuno son discos desenfocados sin detalle alguno; Plutón está vedado para esta abertura.

Instrumentos de 75 a 100 mm sí permiten hacer observaciones medianamente detalladas: con un poder resolutorio de 1,5 a 1,2" teóricamente pueden ofrecer de 150 a 200 aumentos con buenos cielos; en estas condiciones los detalles son más numerosos y se aprecian algo mejor. Júpiter sigue mostrando 4 lunetas, 4 sistemas nubosos y algunos detalles en los mismos;



Saturno ofrece un número parecido de satélites pero ahora se distinguen mejor los anillos con sus divisiones, aunque el disco del planeta sólo muestra una banda más oscura. Urano y Neptuno se aprecian algo mejor y mayores pero todavía siguen sin ofrecer detalles en su desenfocado disco. Plutón sigue sin estar a nuestro alcance en tanto que Marte aparece ahora mayor y más definido, incluso podemos apreciar algunos detalles superficiales más finos y reparar en la presencia de algunos canales, sin olvidarnos de los cambios estacionales de los polos. Sólo cuando se superan los 120 mm de abertura las observacio-

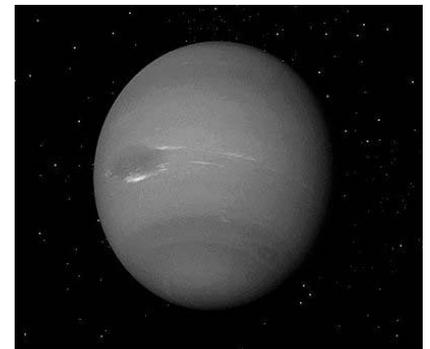


nes mejoran en calidad; los medios técnicos permiten fabricar con facilidad espejos objetivos de 120 a 400 o más milímetros de abertura sin excesivo problema: es por ello que muchos aficionados disponen de telescopios medianos con los cuales se inician en la observación y la continúan con buen provecho. Lentes con un diámetro superior a 100 mm son bastante caras y sólo asquibles a pocos bolsillos: no es de extrañar que la inmensa mayoría de los telescopios sean reflectores o catadióptricos; estos últimos alcanzan diámetros de 100-406 mm con focales de 1.500 a 4.000 mm que permiten realizar observaciones de alto aumento y fotografías de focales largas. Esta abertura (120 mm) nos pone al alcance pese a lo que se diga habitualmente (yo lo he comprobado) el lejano planeta Plutón a condición de trabajar en cielos negros y transparentes, sin Luna ni luces, con una buena carta estelar y mucha paciencia para consultarla, además de total adapta-



ción a la oscuridad empleando un telescopio motorizado.

Con instrumentos de diámetro superior a 200 mm estamos en disposición de estudiar en detalle la superficie del planeta Marte: se divisan los canales como finas prolongaciones de los detalles continentales o marinos, se aprecian tonalidades diferentes dentro de una misma zona o se ven con claridad los sistemas nubosos en el limbo. Júpiter muestra entre 4 y 6 (a veces más) sistemas nubosos casi paralelos, castaños u ocre, de los cuales parten detalles oscuros que se adentran en las vecinas zonas claras; hay algunos detalles ovales flotando entre las zonas oscuras y la imagen, en general, es bastante detallada



cuando lo permite nuestra atmósfera. Los cuatro satélites de este planeta ofrecen, a gran aumento, diminutos disquitos coloreados en cuyo interior es muy difícil percibir detalles: no obstante el astrónomo José Comas Solá llegó a ver las manchas superficiales de Ganimedes e Io con el gran refractor del Observatorio Fabra, en Barcelona, a inicios del siglo XX. Saturno es un globo ovalado, amarillento, cruzado por dos o tres bandas más claras u oscuras alternas; sólo en algunas ocasiones se aprecian detalles ovalados más claros y otros en el seno de estos sistemas nubosos. Los satélites son puntuales salvo Titán, que llega a ofrecer en noches ideales un diminuto disco ⇒

borroso naranja o rosado sin detalles; la joya del planeta es el conjunto de anillos, sobre los cuales podemos apreciar muchos detalles que apenas llegamos a plasmar en un dibujo. En ocasiones, se han avistado sobre los mismos detalles oscuros radiales, confirmados más tarde por las sondas espaciales, así como sub-divisiones en el seno de los anillos. Se pueden apreciar algunos satélites más bastante pequeños, aunque ya más próximos al planeta y a su resplandor.

Urano, visto a gran aumento, es un brumoso disco de bordes indefinidos y color amarillo-verdoso sobre el cual, en ocasiones, se han apreciado manchas más claras o bandas oscuras; sólo la insistencia, noche tras noche, podrá vencer la turbulencia del aire y ofrecer algunos vagos detalles. Desde lugares oscuros se pueden apreciar los dos pequeños satélites más alejados Titania y Oberón, minúsculas estrellitas de magnitud cercana a la 14ª que se sitúan alrededor del planeta, ora sobre el mismo ora bajo el mismo, a izquierda o derecha: sus órbitas giran tumbadas como el planeta. Los dos satélites siguientes son difíciles de avistar salvo que se disponga de telescopios medianos. Neptuno, más lejano, es más brumoso y sólo contadas veces se han llegado a apreciar detalles vagos sobre el mismo; desde lugares apropiados se aprecia su mayor satélite Tritón como un astro estelar muy débil de 13,5ª magnitud que se aleja del planeta casi una veintena de segundos de arco en una órbita elíptica. Plutón, por fin, es una débil estrellita tan apagada como Tritón, que sólo puede ser buscado a partir de reflectores de 120-150 mm en lugares oscuros y con la provechosa ayuda de muy buenos, detallados, mapas celestes. Al final veremos

una estrellita amarilla que no se diferencia gran cosa de sus vecinas; sólo el movimiento semanal nos indicará que se trata del distante, y reducido planeta gélido.

### METODOLOGÍA DE LAS OBSERVACIONES

La observación simple de los planetas puede ser fácil: incluso un refractor de 50 mm nos ofrece el disco de Júpiter, sus lunas y los anillos de Saturno. Ahora bien: mientras que la observación de los planetas, realizada por placer, es más o menos sencilla, el estudio serio y científico de los mismos requiere ya algunos conocimientos más profundos.

En primer lugar hay que conocer la orientación de la imagen visual que estamos observando; por lo general todos los telescopios astronómicos de calidad ofrecen la imagen invertida: de este modo tenemos el sur arriba y el norte abajo, el este a la derecha y el oeste a la izquierda. Los telescopios terrestres (para estudiar la fauna o ver acontecimientos deportivos) ofrecen imágenes derechas, con el norte arriba y el sur abajo, el oeste a la derecha y el este a la izquierda (como los prismáticos). Esto es fácil de comprobar visualizando durante el día cualquier paisaje lejano: si la imagen está invertida el telescopio es astronómico, si está derecha es antejo terrestre. Incluso los telescopios astronómicos emplean a veces prismas erectos para convertirlos en telescopios terrestres o facilitar la visión de astros situados en el cenit; el prisma erector ofrece una imagen diferente: el norte arriba, el sur abajo, el este a la derecha y el oeste a la izquierda. Mucha atención, pues, al tipo de telescopio que se emplea.

Además de la correcta orienta-

ción es interesante saber qué campo visual aparente captamos con cada ocular: de este modo se pueden hacer estimaciones sencillas de tamaños o separaciones angulares. El método más correcto para saber cuánto mide el campo abarcado es enfocar el telescopio a cualquier estrella medianamente brillante situada en el ecuador celeste (declinación 0º) y cronometrar el tiempo que emplea en atravesar el campo del ocular; multiplicando el resultado por 15 tenemos el valor buscado medido en segundos de arco. Para un astro situado en cualquier otra declinación la fórmula a aplicar será

$$D = 15 \cos d \times t$$

en donde **d** es la declinación de la estrella y **t** el tiempo medido en segundos.

Una vez conocido el campo que proporciona cada ocular estaremos en disposición de emplear esta información para determinar, de un modo fiable aunque sin mucha precisión, separaciones angulares o diámetros aparentes. Para la medición exacta de diámetros aparentes o separaciones entre astros el método más correcto es el empleo de un micrómetro: se trata de un ocular con dos hilos verticales, uno de los cuales es fijo y el otro susceptible de desplazarse alejándose o



acercándose al anterior mediante el giro de un tornillo micrométrico. Girando el tornillo y consultando en una escala sabemos cuál es la separación entre los hilos; naturalmente este modelo sólo se puede emplear en telescopios grandes por ser caro y de difícil manejo en pequeños instrumentos. El modelo más empleado es una pequeña pieza circular de vidrio, que se instala en el foco del ocular, sobre el cual se han grabado diminutas marcas paralelas: en el dibujo se aprecia el campo visual a través de este ocular micrométrico; conociendo la focal del telescopio y el aumento del ocular no es difícil saber qué separación tienen estas marcas, efectuando con ellas las mediciones. Este método es bastante preciso pero tampoco está exento de errores si se trabaja sin motor y el campo visual se desplaza constantemente.

Un último método consiste en emplear un ocular con un único hilo, construido por nosotros o cualquier ocular reticulado diseñado para el seguimiento fotográfico; en el diagrama se ve el empleo del mismo para la medición del diámetro aparente de Júpiter. En este caso el método para determinar separaciones o diámetros consiste en medir el tiempo transcurrido entre el instante en el cual el limbo Oeste del planeta toca el hilo y el limbo Este sale tras el hilo segundos después; esto se realiza con el motor parado: de este modo la Tierra, al girar, hace que los objetos se desplacen por el campo del ocular a una velocidad  $V$  que depende íntimamente de la declinación del objeto. Con el tiempo  $T$  cronometrado aplicando la fórmula anterior, estamos en disposición de conocer esta separación aparente medida en segundos de arco; lógicamente cuantas más mediciones se efectúen mayor es la precisión obtenida y menores serán los errores introducidos por el instrumental, la turbulencia o el retraso de la respuesta humano. La precisión conseguida puede aproximarse al poder resolutor del instrumento si se trabaja con gran aumento con pucritud y limpieza. Con este método es fácil determinar la separación aparente entre estrellas dobles no muy cerradas, la existente entre los satélites de Júpiter o Saturno al limbo planetario en sus mayores elongaciones orientales u occidentales, el diámetro aparente de un planeta o cualquier medida similar que nos interese.

El aspecto aparente de un planeta también requiere una serie de consideraciones antes de iniciar un estudio serio. Se define como disco aparente el aspecto no puntual (esto es, extendido o discoidal) que presenta la imagen de un planeta cuando se observa con un telescopio; dado que el telescopio aumenta el diámetro (y la superficie de cualquier cuerpo no puntual) a mayor número de aumentos mayor será el disco aparente del astro. Las estrellas con diámetros aparentes inferiores a  $0,05''$  no pueden verse como discos aunque empleemos los mayores telescopios terrestres con los mayores aumentos permisibles por la atmósfera; sólo con el empleo de interferómetros con una abertura adecuada puede determinarse con precisión este diámetro: los mayores planetas medidos alcanzan los  $0,045''$  en las estrellas gigantes más próximas.

El diámetro aparente planetario depende de dos factores fundamentales:

- el tamaño real que posee el cuerpo
- la distancia a la Tierra a la que se encuentre.

Cuanto mayor sea un cuerpo y

más próximo se sitúe mayor diámetro aparente presentará; a la inversa: cuanto más pequeño y más distante más diminuto será su disco. Los telescopios magnifican el diámetro aparente, pero con unas limitaciones impuestas por la turbulencia atmosférica y la abertura del instrumento: máximo aumento efectivo y resolución límite.

Con un refractor de 60 mm el aspecto de Marte, incluso con 150 aumentos, será el de una diminuta bolita anaranjada hasta en las mejores oposiciones; por el contrario un gran reflector de 300 mm, con 400 aumentos, ofrecerá un disco marciano bastante mayor en el cual será, lógicamente, más fácil percibir detalles y contrastes con los filtros adecuados si lo permite la turbulencia. Para poder calcular el diámetro aparente de cualquier astro -medido en segundos de arco- conociendo el tamaño verdadero y su distancia real a la Tierra, se puede aplicar la fórmula

$$D. a. = \text{atg} (d/D) \times 3.600''$$

en donde  $d$  es el diámetro real (en km) y  $D$  es la distancia a la Tierra, medida también en km. De esta manera podemos saber que el tamaño aparente de un satélite de Júpiter que mida 3.500 km, cuando se sitúa a 750 millones de km de la Tierra mide hasta  $0,96''$ ; de la misma manera se calculará que cuando el asteroide Ceres (de poco menos de 1.000 km de diámetro) se halla a 1,5832 UA de nuestro planeta (unos 236,8 millones de km) sólo subtende un disco de  $0,87''$ : teóricamente visible con mi cata-dióptrico en noches de muy buena estabilidad, aunque yo nunca lo he conseguido visualizar como disco.

Como sabemos que el poder resolutor del ojo normal es de  $60''$  para poder ver cualquiera de estos dos cuerpos como un disco nece- →

sitaríamos que la ecuación

$$D. a. \times \text{Aumento} = 60''$$

se cumpla, con lo cual en el primer caso necesitaríamos un aumento de 63 veces y 69 en el segundo. Sólo personas de vista aguda verían, con estos aumentos, un diminuto disco aparente; por lo general sólo cuando los diámetros alcanzan los 4 minutos de arco (240'') se percibe un disco como no puntual trabajando la vista con mayor comodidad: es por ello que la ecuación anterior ha de modificarse de este modo

$$D. a. \times \text{Aumento} = 240''$$

En este caso para ver los astros de los ejemplos como discos necesitaríamos ahora 250 y 276 aumentos respectivamente; en estos ejemplos he supuesto que el poder resolutivo que consigue el telescopio está siempre por debajo de 1'', lo cual se logra sólo empleando instrumentos con una abertura superior a 120 mm de diámetro y condiciones atmosféricas ideales: ello explica que sea tan difícil para un instrumento de aficionado mostrar habitualmente el disco aparente de los satélites de Júpiter o la luna mayor de Saturno. Por lo general la turbulencia del aire se suele mantener en torno a 1-2'' durante largo rato y emborrona estos minúsculos discos aparentes salvo en raros instantes; los grandes telescopios profesionales, situados en lugares de alta montaña, tienen en ocasiones serias dificultades para bajar de 0,5'': así se explica que las mejores mediciones de Plutón arrojen errores apreciables o que el diámetro de Ceres se conociese con bastante error hasta hace pocos años.

Como norma general se calcula que el máximo aumento teórico de un telescopio es el diámetro de su objetivo (en mm) multiplicado por un número que oscila entre 2,5 en

los instrumentos de hasta 100 mm y 1,5 en los de diámetro mayor: sólo con una buena óptica se podrá aplicar el factor de ampliación 2,5 en pequeños instrumentos, poco afectados por la turbulencia de hasta 2''; por el contrario los instrumentos con un diámetro superior a 150-200 mm ya se ven afectados por la turbulencia de 2'' con lo cual el aumento máximo tiende a ser, como mucho, 2 veces su abertura. La explicación es sencilla: si tenemos una turbulencia de 1'', un refractor de 75 mm (poder resolutivo: 1,6'') se verá poco afectado dado que no puede apreciar detalles tan minúsculos, pero un reflector de 200 mm (poder resolutivo: 0,6'') notará muchísimo la turbulencia al poder apreciar detalles menores. Así mientras el refractor podrá emplear hasta 190 aumentos (75 x 2,5) sin notar mucho el efecto de la turbulencia (que prácticamente cae fuera de la resolución de su ojo), el reflector si emplea ya 260 aumentos (200 x 1,3) nota perfectamente la molestia de la turbulencia, porque ésta cae dentro de la resolución de su ojo a ese aumento. A mayores aberturas el efecto se nota más, paliándose al aumentar la altura sobre el suelo como en las observaciones de alta montaña. La diferencia es notoria; es por ello que habitualmente se trabaja con 300 a 400 aumentos como mucho con telescopios de aficionado desde lugares cotidianos. En lugares de alta montaña y con instrumentos de calidad se pueden alcanzar 500, 800 e incluso 1.200 aumentos (como en el observatorio Pic de Midi con el telescopio de 1 m de abertura), pero son casos excepcionales; trabajar con 400 aumentos es ya difícil en condiciones habituales y muchas veces no se puede aplicar tanta ampliación sin conseguir degradar apreciablemente la

imagen.

Con estos aumentos es fácil calcular qué diámetro aparente, visto a través del ocular, presentará cualquier planeta: bastará multiplicar el diámetro aparente del astro (en segundos de arco) por el aumento. De este modo cuando Mercurio subtiende un diámetro de 7'' y lo observamos con 100 aumentos su tamaño aparente es

$$T. a. = 7'' \times 100 = 700''$$

o lo que es lo mismo, unos 11,66 minutos de arco; de la misma manera cuando estudio el planeta Marte (de 25'') con 200 aumentos el tamaño aparente será de 500'' (83') equivalentes a casi 2,6 veces el diámetro aparente de la Luna Llena. Se comprende que para ver grande un cuerpo de poco diámetro se necesiten aumentos elevados, en tanto que cuerpos tan extensos como los anillos de Saturno o el disco de Júpiter pueden estudiarse bastante bien con 100-150 aumentos. Urano y Neptuno se aprecian ya como disco de contornos indefinidos con más de 100 aumentos. Pero si bien: con grandes aumentos se ve apreciablemente el disco aparente de los cuerpos que posean un diminuto disco, no es posible sobrepasar el límite físico que nos viene impuesto por la resolución del instrumento ni por la turbulencia local. En el primer caso nunca podremos ver el disco aparente de Ganimedes con un refractor de 60 mm por muchos aumentos que empleemos, en tanto que en el segundo si la noche es de alta turbulencia incluso con el mejor telescopio de 400 mm apenas veríamos en Marte más que un manchón oscilante y tembloroso. Ambos son barreras infranqueables en la observación visual.

En los últimos años, después de que ha dejado de ser un secreto militar, se está poniendo de moda ⇨

entre los aficionados más profesionales o serios el empleo de oculares dotados de óptica adaptativa: se trata de un instrumento electrónico equipado con una lente capaz de acomodarse o adaptarse a las irregularidades ópticas causadas por la turbulencia del aire; en este caso si se observa Marte en una noche turbulenta la imagen parece congelada o, al menos, no oscila de una manera tan apreciable. Está especialmente recomendada para la fotografía de planetas a gran aumento aunque apenas supone ventaja, de momento, en la observación visual de estrellas o astros de magnitud superior a la 2ª (como Urano o un asteroide débil), aunque las siempre esperadas mejoras tecnológicas sin duda nos reservan sorpresas en este campo. La calidad de imagen mejora notablemente sobre todo en la captura de los detalles más difíciles (satélites débiles de Saturno) o delicados (estructura fina de Júpiter).

### LOS PRIMEROS TRABAJOS

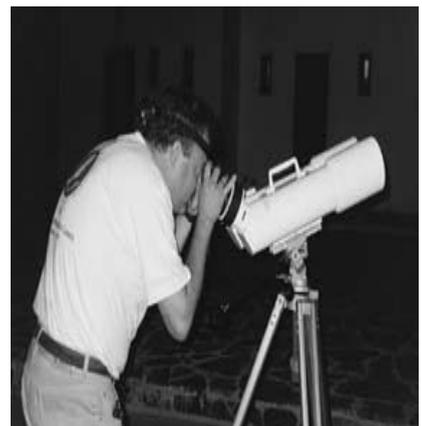
Ya he comentado en profundidad qué instrumentos podemos emplear en la observación planetaria, qué resolución teórica se logra con los telescopios, cuál puede ser el máximo aumento útil empleado y qué tamaño aparente pueden llegar a presentar los planetas en el ocular de gran aumento. Queda ahora describir las primeras observaciones.

Por lo general, un aficionado a los estudios planetarios inicia su andadura con unos pequeños prismáticos de 7 x 50 ó 10 x 50, con los cuales puede seguir el movimiento diario de los planetas rápidos (Mercurio, Venus o Marte), el movimiento lento de los planetas más lejanos (Júpiter y Saturno) y el pequeño desplazamiento sobre el

fondo estrellado de los planetas Urano y Neptuno, bien visible al cabo de unas semanas de modo similar al de los asteroides. En estos casos los aumentos del instrumento no son suficientes para mostrar el tamaño aparente de ninguno de estos planetas (salvo Júpiter en sus mayores oposiciones, los anillos de Saturno y las fases de Venus en raras ocasiones) por lo cual es imprescindible que sepamos diferenciarlos de estrellas de similar brillo o magnitud. Por lo general consultando un mapa celeste se nota, de inmediato, qué "estrella" sobra en el cielo o falta en el mapa; un cuidadoso examen del cielo y de la carta nos indica dónde se sitúan Urano, Neptuno o los asteroides brillantes: el seguimiento en dos o tres días nos confirma si en realidad son ellos. Pero los prismáticos, aunque permiten vistas amplias a bajo aumento del cielo, no son instrumentos muy indicados para un estudio serio de los planetas; es cierto que permiten distinguir el color de los mismos, al compararlos con estrellas conocidas, o captar el movimiento cambiante día a día, pero no hacer estudios delicados. Sólo cuando empleemos prismáticos de 15-20 aumentos, a veces más (sobre todo los que poseen ocular con zoom) estamos en disposición de contemplar y seguir las evoluciones de los cuatro mayores satélites de Júpiter: incluso con unos gemelos de 7 aumentos podemos llegar a percibir los dos más exteriores en sus mayores elongaciones, aunque un estudio cómodo sólo se puede efectuar con un instrumento de 50-60 mm de diámetro y con más de 10 aumentos. En el mercado han aparecido ya unos prismáticos gigantes (llamados también de guardacostas o vigilantes de playa) de 150 mm de diámetro, aunque los aumentos rara

vez pasan de 20: incluso con ellos es poco lo que se puede observar en las cercanías de los planetas salvo los satélites de Júpiter y los más brillantes de Saturno. Los prismáticos son instrumentos que permiten un inicio cómodo de la observación del cielo, pero con ello no podemos pasar a los trabajos de mayor calidad: se impone cambiar a un instrumento óptico de mayor tamaño. Es hora de comprar un telescopio.

El consejo de un amigo experimentado o el de cualquier entidad astronómica nos evitará errores y engaños: comprar sólo aquel telescopio, de diámetro mediano, que esté equipado con una montura ecuatorial estable, que disponga de una óptica conocida y que, en general, tenga las características apropiadas para trabajar seriamente con el mismo. Es recomendable no bajar de 75 mm en el diámetro del objetivo, aunque un reflector de 100 mm es ya suficiente para efectuar los primeros trabajos serios; los aventureros prefieren comenzar con reflectores de 150 a 200 mm de abertura aunque, si no tienen experiencia previa, podrán encontrarse con algunos problemas de fácil solución en el empleo de los tambores graduados de la montura, la búsqueda con oculares de alto aumento o el seguimiento de objetos débiles por coordenadas.



Una montura ecuatorial (alemana o de horquilla) permite el empleo de motor de seguimiento; un telescopio buscador de mediana abertura (de 50 a 75 mm de diámetro) nos asegura encontrar fácilmente objetos débiles y un trípode (o columna) estable es garantía de buenas observaciones durante todo el tiempo; el empleo de oculares malos, baratos o de baja calidad con una óptica buena impide o dificulta hacer observaciones de calidad: óptica buena reclama y necesita oculares buenos: si son de campo amplio podremos observar o fotografiar de un modo más cómodo.

En el estudio de cometas, asteroides o astros de bajo brillo (nebulosas y galaxias sobre todo) es recomendable un instrumento de focal corta (inferior a f: 8) del tipo denominado cazacometas; por el contrario para el estudio planetario o lunar

una relación igual o superior a f: 10 asegura imágenes no demasiado luminosas y unos aumentos bastante mayores. En el primer modelo el campo visual abarcado en el campo del ocular de menor aumento será mayor que en el segundo: algo muy deseable en la obtención de fotografías celestes. La cámara fotográfica acoplada al telescopio (de manera rígida: rechacemos, cuando se pueda, el montaje chapucero o mediocre salvo que nuestro sistema sea el único posible) permite y asegura la captura fotográfica de aquellos astros que nos interesen; en general un film de 100 a 200 ASA, con exposiciones de 1 segundo, ya captura estrellas débiles; dependiendo del diámetro y la focal del telescopio incluso exposiciones más cortas capturan todavía estrellas brillantes o satélites planetarios sin error. Cuando se dispone de motor

las exposiciones pueden subir algunos segundos, lo que asegura la búsqueda fotográfica de astros cuyo brillo esté por encima de la 6ª magnitud sin problemas.

Los planetas (salvo siempre el anómalo Plutón) presentan brillos entre altos (Venus, Marte, Mercurio, Júpiter y Saturno) y medianos (Urano y Neptuno) lo que es fácil de captar con exposiciones de 1 segundo en un reflector de 100 mm de diámetro. En este caso sólo se plasma el brillo del planeta, no su diámetro aparente; para obtener diámetros planetarios mínimamente reconocibles necesitamos focales superiores a 2 ó 3 metros según el diámetro aparente del astro y su distancia a la Tierra, ampliación con ocular además de técnicas algo más depuradas: seguimiento perfecto, óptica buena y condiciones de trabajo adecuadas. ■





# Astronomía en la antigua Grecia

Recopilado por Paco Medina



En Grecia comenzó a desarrollarse lo que ahora conocemos como astronomía occidental. En los primeros tiempos de la historia de Grecia se consideraba que la tierra era un disco en cuyo centro se hallaba el Olimpo y en torno suyo el Okeanos, el mar universal. Las observaciones astronómicas tenían como fin primordial servir como guía para los agricultores por lo que se trabajó intensamente en el diseño de un calendario que fuera útil para estas actividades.

La Odisea de Homero ya se refiere a constelaciones como la Osa Mayor y Orión, y describe cómo las estrellas pueden servir de guía en la navegación. La obra "Los trabajos y los días" de Hesíodo informa sobre las constelaciones que salen antes del amanecer en diferentes épocas del año, para indicar el momento oportuna para arar, sembrar y recolectar.

Las aportaciones científicas más importantes se asocian

con los nombres de los filósofos Tales de Mileto y Pitágoras, pero no se conserva ninguno de sus escritos. La leyenda de que Tales predijo un eclipse total de Sol el 28 de mayo de 585 a .C., parece ser apócrifa.

Hacia el año 450 a .C., los griegos comenzaron un fructífero estudio de los movimientos planetarios. Filolao (siglo V a.C.), discípulo de Pitágoras, creía que la Tierra, el Sol, la Luna y los planetas giraban todos alrededor de un fuego central oculto por una 'contratierra' interpuesta. De acuerdo con su teoría, la revolución de la Tierra alrededor del fuego cada 24 horas explicaba los movimientos diarios del Sol y de las estrellas.

El más original de los antiguos observadores de los cielos fue otro griego, Aristarco de Samos. Creía que los movimientos celestes se podían explicar mediante la hipótesis de que la Tierra gira sobre su eje una vez cada 24 horas y que junto con los demás planetas gira en torno al Sol.

Esta explicación fue rechazada por la mayoría de los filósofos griegos que contemplaban a la Tierra como un globo inmóvil alrededor del cual giran los ligeros objetos celestes. Esta teoría, conocida como sistema geocéntrico, permaneció inalterada unos 2.000 años. Sus bases eran:

- Los Planetas, el Sol, la Luna y las Estrellas se mueven en orbitas

circulares perfectas.

-La velocidad de los Planetas, el Sol, la Luna y las estrellas son perfectamente uniformes.

- La Tierra se encuentra en el centro exacto del movimiento de los cuerpos celestes.

Bajo estos principios Eudoxo (408 - 355 a .C) fue el primero en concebir el universo como un conjunto de 27 esferas concéntricas que rodean la tierra, la cual a su vez también era una esfera. Platón y uno de sus más adelantados alumnos Aristóteles (384 - 322 a .C.) mantuvieron el sistema ideado por Eudoxo agregándole no menos de cincuenta y cinco esferas en cuyo centro se encontraba la Tierra inmóvil.

Pero el centro de la vida intelectual y científica se trasladó de Atenas a Alejandría, ciudad fundada por Alejandro Magno y modelada según el ideal griego. ■





# Observación de cúmulos

por Francisco A. Violat Bordanau

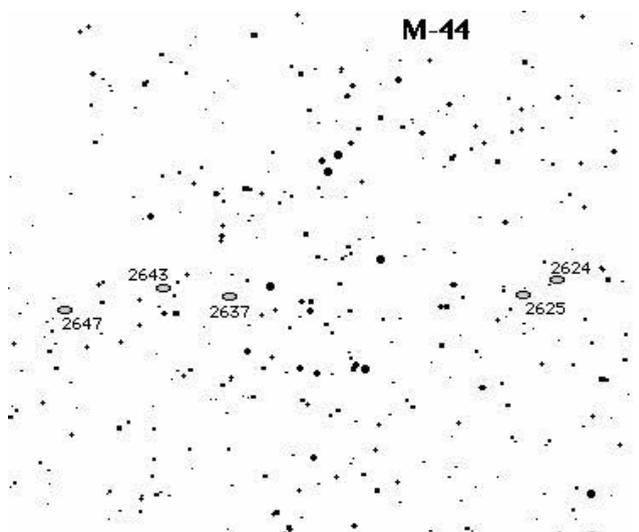
Los agrupamientos de estrellas que han nacido de la misma masa de gas o polvo y que, en la actualidad, aparecen todavía unidas con diferentes formas, masas y tamaños, se denominan "cúmulos estelares" en castellano, "amas" en francés y "cluster" en inglés. Según la masa inicial del gas progenitor (en ocasiones también polvo), a partir del cual han nacido estos astros, se formarán dos tipos diferentes de cúmulos estelares:

- El cúmulo abierto (open cluster, en inglés), formado por apenas medio millar o menos estrellas, cercanas unas a otras pero perfectamente discernibles pueden tomar cualquier forma incluso casi la globular (aunque con astros dispersos) y no es raro que en ellos aún queden restos del gas y el polvo del cual han nacido; ejemplos bien estudiados son M-45 "Pléyades", M-44 "Pesebre" y otros por el estilo.

- El cúmulo globular (globular cluster, en inglés), formado al menos por un millar o más de estrellas (en algunos casos hasta medio millón), bastante próximas en el espacio, todas ellas unidas por la gravitación y que presenta la forma de un globo o esfera, en donde es difícil ver las estrellas apelotonadas en el centro pero se pueden contar y estudiar todas las de la periferia, sobre todo con aumentos medianos o altos. El globular típico mide 75-100 años luz de diámetro, tiene una masa de 100.000 soles, una luminosidad absoluta de magnitud -7 a -9 y un espectro de tipo F5; la edad promedio es de 10-12 mil millones de años e incluso más en ciertos casos.

Mientras la masa de los cúmulos abiertos es de 10 a 500 masas solares o incluso menos, los cúmulos globulares tienen casi todos más de 4.000-10.000 masas solares e incluso más (500.000 masas solares en algunos casos); otras características que los hacen reconocibles es, aparte de su forma esférica, el que carecen de gases alrededor, que la metalicidad de sus componentes sea baja y que presente astros de una edad muy

avanzada. Pero la característica más destacada es que se distribuyen alrededor de una galaxia formando como un "halo" en su parte exterior; desde nuestro punto de vista solar los cúmulos globulares parecen agolparse en la constelación de Escorpión, Sagitario y Ofiuco: precisamente alrededor del núcleo de la Galaxia. Una característica de los globulares es la presencia de un tipo especial de variables, denominadas RR Lyrae, que abundan en ellos ( incluso 200 catalogadas en M-3!).



CUMULOS ABIERTOS. Desde nuestro punto de vista solar si miramos la Galaxia veremos que los cúmulos abiertos se concentran precisamente en dirección al plano (Ecuador galáctico), ya que son aglomeraciones de estrellas situadas en los brazos próximos al Sol, estando ausentes en ciertas direcciones perpendiculares a este plano que son "agujeros" por los cuales vemos las lejanías del Universo (Ursa Major, Leo, Virgo...); por ello es fácil encontrarlos en constelaciones por las cuales discurre la parte más densa de la Vía Láctea (Cisne, Escorpión, Sagitario, Cochero...)⇒

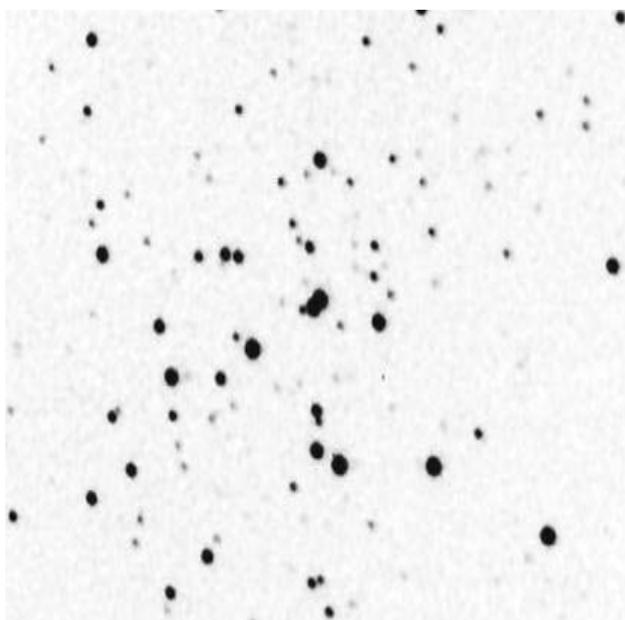
como grupitos de estrellas; sin embargo en la zona de Dorado-Mesa aparece un aglomeramiento de cúmulos abiertos, que son los que pertenecen a la Nube Mayor de Magallanes, mientras que en la constelación de Tucán aparecen los que forman parte de la Nube Menor de Magallanes

Los cúmulos abiertos son fácilmente visibles con instrumentos de aficionados algunos con tamaños elevados (330' las Hyades, 275' el de Coma Berenice - Mel 111- ó 110' las Pléyades), aunque no faltan aquellos -muy raros- que apenas si llegan al minuto de arco (pertenecientes a nuestra Galaxia: los de otras galaxias pueden ser incluso menores); la mayoría son todos resolubles con instrumentos de aficionados al no tener una excesiva aglomeración de sus astros ni estar muy distantes.

Por lo general están a distancias no muy elevadas (el 80% inferiores a los 5.000 pc: menos de 15.000 años-luz), salvo raras excepciones que llegan a distar hasta 12.000 pc; entre los cúmulos más próximos se encuentran las Hyades (46 pc), Mel 111 (80 pc), M-45 (125 pc), M-44 (160 pc), M-39 (270 pc) aunque otros suben a 600 pc (M-6), 660 pc (M-23), 800 pc (M-67), 1.200 pc (M-18), 1.250 pc (M-29), 1.600 pc (M-52), 1.720 pc (M-11) ó incluso 2.600 (M-103) sólo por citar a los más conocidos de los aficionados.

El número de astros componentes va desde los 4 a 6 para los más pobres y sube, en algunos casos, a las 200 (M-67) e incluso 300 (NGC 7789) o 500 (M-67) , aunque por lo general se mantiene en torno a las 20-100 en la mayoría de los casos.

De sus espectros estelares se deduce una edad de 1



millón de años para los más recientes (como IC 1848) y 6.300 millones de años los más ancianos (NGC 6791), aunque son contados los cúmulos que llegan de los 1.000 millones de años (como M-67): con esa edad la rotación de la Galaxia habría tenido tiempo de dispersar todos sus componentes y sólo muy pocos han sobrevivido, como tales, hasta nuestros días.

Si nos atenemos a sus espectros, la gama conocida oscila entre la OB para los más calientes y raramente posteriores (F2 para el viejo NGC 188), perteneciendo la inmensa mayoría a los tres primeros tipos espectrales.

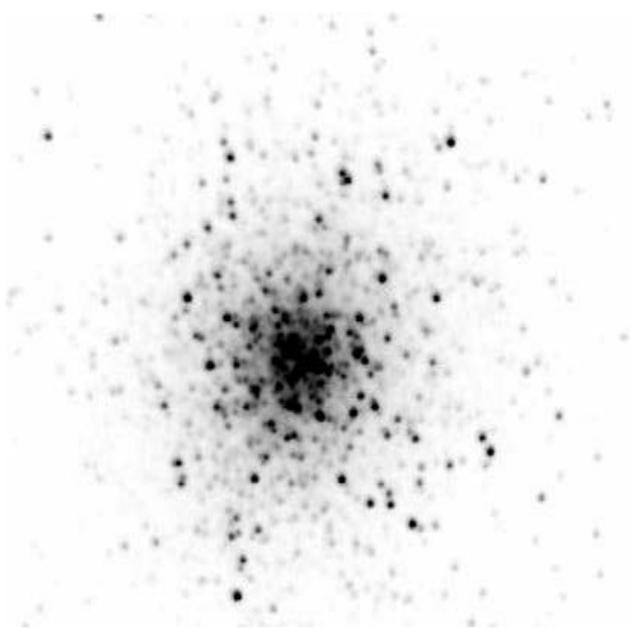
Con un telescopio de aficionado son aglomeraciones dispersas de estrellas, en algunos casos de diversos colores y brillos, fácilmente resueltas incluso a bajo aumento; con una CCD sencilla es fácil estudiar la disposición de sus componentes, medir las estrellas binarias o múltiples e incluso determinar el color propio de las estrellas con el empleo de filtros de color.

Pero hay cúmulos abiertos que guardan sorpresas curiosas: por ejemplo en el seno de M-44 encontramos cinco galaxias NGC y otras varias UGC hasta totalizar 9, la más brillante de las cuales (NGC 2624) es de magnitud 14,5 que con un tamaño de 48x42" es una nubecilla vaporosa bien visible con un reflector de 8-10 pulgadas de abertura. El resto de las galaxias va de la magnitud 15 en adelante, siendo fáciles de capturar con una CCD sencillita; este cúmulo dista unos 200-250 millones de años-luz de la Tierra y se encuentra, como es normal, "detrás" de M-44. Un caso curioso es el de M-46, situado a 5.400 años-luz, sobre el cual proyectada delante (dado que dista sólo a 2.930 años-luz) vemos una nebulosa planetaria denominada NGC 2438 que, por perspectiva, está "dentro" del mismo junto al resto de estrellitas.

Otros cúmulos sirven para que el aficionado pueda calibrar sus instrumentos, como ocurre con M-67 cuyos astros, perfectamente estudiados, sirven de "patrón" de referencia, en las observaciones fotoeléctricas o CCD para calibrar los filtros y los instrumentos. Y otros más, como M-45 o M-35, contienen bastantes binarias o múltiples como para que cualquier CCD, acoplada a cualquier telescopio, permita un estudio serio de sus componentes, sin olvidarnos de las variables.

Dado que todas las estrellas componentes del cúmulo han nacido con la misma composición química y se encuentran casi a la misma distancia, la variedad de brillos y espectros se debe únicamente a su masa: no es raro que en ciertos cúmulos (como M-11, en Scu) encontremos una estrella brillante, que destaca sobre las demás del grupo, mientras que en otros como NGC ⇒

2362 (CMa) encontramos una gigante azul (Tau CMa, magnitud 4,4 y tipo espectral O9) rodeada de hasta 60 débiles componente, distantes 5.100 años-luz. En otros casos las estrellas son casi idénticas y están envueltas en gas y polvo del cual han nacido (M-78, M-16, M-45 o M-42), quedando en algunos casos totalmente envueltas en los jirones de gas, que resultan por ello iluminados (el Trapecio, en el seno de M-42). En suma, una gran variedad de objetos para realizar con ellos los más variados estudios visuales, fotográficos o CCD.



**CUMULOS GLOBULARES:** a través de un telescopio mediano aparecen como conglomerados esféricos de astros hormigueantes, de color amarillo, ambarino o incluso anaranjado, con tamaños reales que oscilan entre los 50-100 años luz. Visualmente se concentran en las constelaciones de Escorpión, Sagitario, Ofiuco aunque se encuentran algunos en constelaciones vecinas: Libra, Acuario, Capricornio, Flecha, Aguila, Lira, Hércules o Lince. Incluso en la Osa Mayor, casi libre de estrellas o cúmulos que facilitan la visión del lejano Universo, se localiza el distante Palomar 4.

Los que han sido catalogados hasta el momento en nuestra Galaxia y aparecen reseñados en el Sky Catalogue (vol. II) apenas son 138, aunque si pudiésemos ver nuestra Galaxia desde fuera (como sí podemos hacer con otras, como las Nubes de Magallanes, por ejemplo) este número se vería ampliado.

La distancia hasta ellos es elevada: los más próximos distan 2.100 Pc (M-4), 3.100 (M-22), 4.600 pc (47 Tuc) y 5.200 (Omega Cen) que, precisamente por eso, aparecen bastante amplios y fácilmente resolubles en astros;

a partir de ahí los podemos encontrar a distancias crecientes: 8.300 pc (M-80), 13.300 (M-79), 18.200 (M-75) o incluso 34.700 (NGC 7006) o 93.100 (NGC 2419).

Sus espectros son avanzados (F y G); el más brillante (magnitud 3,65) es Omega Centauri y el más débil (16 magnitud) es el denominado AM-1.

El tamaño aparente sólo es elevado en el caso de los más próximos: 36' (Omega Cent), 31' (47 Tuc), 26' (M-4), 24' (M-22), 19' (M-55), 17' (M-13) y bajan lentamente hasta descender a sólo 66" en el caso de NGC 416. Sin embargo el mayor globular de la Nube Menor de Magallanes (distante 60 kpc) mide sólo 2,6 minutos de arco (NGC 419), contra los 2,3 de NGC 1466 en la Nube Mayor (a 52 kpc). El tamaño real oscila entre los 50 a 200 años-luz, dependiendo de la riqueza y concentración de sus estrellas.

Con un telescopio de 100 mm de abertura ya se pueden comenzar a resolver las estrellas de la periferia en la mayoría de ellos, aunque sólo a grandes aumentos en reflectores de mediana abertura es factible lograr una resolución en las zonas más internas. Con una CCD normalita es fácil capturar sus componentes de magnitud 11 a la 16, quizá algo más si el cúmulo es cercano. Con instrumentos pequeños sólo son aglomeraciones de estrellas, como "bolas de nieve", pero con grandes aumentos en instrumentos de mediana abertura (por encima de 150-200 mm) podemos resolver la parte interna e incluso el núcleo de los más próximas: en este caso el objeto es un conjunto hormigueantes de estrellitas diminutas, brillando y parpadeando en la distancia. Sin embargo los miembros más brillantes del distante NGC 2419 (unos 182.000 años-luz) no rebasan la magnitud 17 siendo por ello irresoluble para cualquier telescopio modesto: por contra, su tamaño aparente tan elevado (2') indica que realmente mide unos 350 años-luz. NGC 7006, en Delfín, es otro de los más distantes (unos 150.000 años-luz) con astros de magnitud 1 como máximo, aglomeradas en un radio de unos 120 años-luz.

Algunos globulares tienen sorpresas añadidas: M-15 encierra cerca del núcleo una nebulosa planetaria PK65-27,1 que con 15,5 magnitud y 6" apenas es visible a casi 1' del núcleo con instrumentos medianos; en M-80 apareció la nova T Sco en mayo de 1860, que llegó a brillar en el máximo con magnitud 6,8 (200.000 veces más que le Sol) mientras que en M-14 apareció una nova en 1938 (magnitud 16) que quizá rozó la magnitud 11 en el máximo. Sin embargo otros cúmulos más próximos como M-4, M-22 ó M-13 son más norma- ➔

litos, al menos para nuestros modestos aparatos.

El color de las estrellas visibles es preferentemente rojizo: de este modo en M-4 (uno de los más estudiados) todas las estrellas componentes, entre la magnitud 10,5 y 12,5 son rojas y naranjas, mientras que las estrellas blancas (A y F) no rebasan la magnitud 13 como máximo, quedando por ello el cúmulo, para los pequeños y medianos instrumentos, formado por astros preferentemente rojizos y anaranjados; el resto de las estrellas (se han computado más de 10.000) quedan por debajo de la magnitud 14-15 y fuera del alcance de la resolución.

Los cúmulos tienen tamaños compactos: en el caso de M-80 se ha determinado un diámetro de 50 años-luz, 60 para M-56 y M-9, para 47 Tuc (NGC 104) los estudios calculan un tamaño real de 210 años-luz y en M-15 este número se reduce a 130 años-luz; M-71 es especial en todo: es un globular bastante pobre, con un tamaño de apenas 30 años-luz pero cuyas componentes (de magnitud 12,5 a la 16) son todas rojizas, quedando las anaranjadas y amarillas por debajo de la magnitud 17-18. M-22 es también uno de los mejores conocidos: en

él todos los miembros más brillantes (10,5 a 13,5) son estrellas rojas, el siguiente piso de estrellas anaranjadas se extiende de la 13,5 a la 14,5 mientras que estrellas amarillas o blancas sólo pueden encontrarse si se desciende más; su tamaño real es de unos 50-60 años-luz mientras que su masa ronda las 500.000 estrellas.

En las dos galaxias vecinas, las Nubes de Magallanes Mayor y Menor se localizan también con preferencia estos cuerpos, aunque son débiles al ser tan distantes (de la 9,8 magnitud en adelante en el primer caso y la 10 en el segundo caso); en la Galaxia de Andrómeda (M-31) los cúmulos globulares no superan la magnitud 15 siendo, por tanto, invisibles para los instrumentos de buena abertura, preferentemente con CCD. En otras galaxias más distantes son visibles también, aunque con una extrema debilidad y dificultad dada la distancia hasta ellas.

En una noche clara y estable cualquier instrumento, a partir de los 100-150 mm de abertura, aumentos superiores a los 200 y mucha paciencia nos permite escrutar el interior de estos densos aglomerados de estrellas. 🌌

**AGRUPACIÓN ASTRONÓMICA DE MÁLAGA "SIRIO"**

**BIENVENIDOS A LA NUEVA WEB DE SIRIO**

*Últimas noticias:*

**OBSERVACIÓN ASTRONÓMICA**

La próxima observación astronómica se celebrará el próximo Sábado (26) en el Torcal de Antequera, el punto de reunión será el aparcamiento del Polideportivo de Ciudad Jardín, a las 19:30 horas, los que deseen asistir con posterioridad lo pueden hacer a partir de las 21:00 horas en el Torcal.

**CURSO DE ASTRONOMÍA**

Debido a problemas ajenos a nuestra voluntad, no se ha podido realizar el Curso de Astronomía, así que seguiremos trabajando para la elaboración de una futura edición.

**Nueva sección: Astrofotografía. Descubre las magníficas fotos que realizan nuestros talentos.**

**Recientemente hemos colgado en Sirio las "Efemérides astronómicas para este año"**

**astrocantabria.org JORNADAS ESTATALES DE ASTRONOMIA**

**Consultar las actividades de la Agrupación para este año**

**¡EN CONSTRUCCIÓN!**

Para cualquier sugerencia, advertencia o comentario, escriba a latinquasar {[arroba]} lycos.es

**TELESCOP-SHOP**  
Tu tienda de astronomía  
Condiciones especiales para los socios de SIRIO

**LATINQUASAR**  
Tu web de Astronomía  
Astronomía,  
Fotos del Universo



# Un Universo S3

**Autor: Juan Ignacio Pérez Sacristán**

Mucho se ha hablado sobre las posibles formas que podría tener el Universo. Supongo que casi todos nosotros albergamos la idea de un Universo plano, esto es, tres ejes perpendiculares y un espacio sin fin en cualquiera de estas direcciones. También han aparecido otras ideas como Universos toroidales (en forma de neumático), Universos esféricos, hiperbólicos, y muchos otros. Pero ¿alguna vez nos hemos preguntado cuáles serían las consecuencias de que nuestro Universo fuese uno de éstos? ¿Qué fenómenos observaríamos si nuestro Universo fuera un espacio curvo cerrado? ¿Se observa experimentalmente alguno de estos extraños fenómenos?

Estas y muchas otras preguntas me he formulado en estos cinco últimos años y por lo que parece no ha sido una tarea en balde. El tema en que me he centrado ha sido el de las consecuencias que acarrearía considerar nuestro Universo como un espacio S3.

Pero, ¿qué es un espacio S3? Antes de contestar a esta pregunta no estaría de más comprender como son los espacios S1 y S2:

Una línea recta es un espacio de una dimensión. Si viviéramos en dicho espacio, sólo tendríamos libertad para movernos adelante o

atrás, pero podríamos viajar en esta dirección tanto recorrido como quisiéramos pues este espacio no tiene un límite.

Ahora imaginemos que cortamos esta recta de tal forma que obtenemos un segmento finito, y unimos sus dos extremos. Habremos obtenido una circunferencia.

Si consideramos esta circunferencia como un espacio, tendrá propiedades parecidas a la de la recta, pues la hemos obtenido a partir de ésta. La única diferencia sería que al recorrer una determinada distancia en este espacio, volveríamos al mismo punto. Pues bien, este espacio es lo que matemáticamente se denomina un S1.

Para imaginarnos el S2 tenemos que considerar la superficie de una esfera como un espacio por el que podemos movernos. Dado que las personas vivimos sobre la superficie del Planeta Tierra que es casi esférica, estamos acostumbrados a movernos por un S2. Sabemos que, para cortas distancias, podemos desplazarnos en dos direcciones principales: adelante (atrás), derecha (izquierda). De ahí viene el número 2 de S2. Análogamente en S1 solo teníamos una dirección por la que movernos (con velocidad positiva o negativa). Otro detalle que observamos en S2 es que si se

recorre una cierta distancia en cualquier dirección se regresa al mismo punto de partida. Esto es lo que le ocurrió a Magallanes cuando dio la vuelta al mundo.

Ahora veamos cómo es el espacio S3. Nuestra intuición espacial no nos permite imaginar este espacio visto desde fuera como hemos hecho antes al ver a S2 como una esfera y a S1 como una circunferencia.

La única forma de comprender S3 es metiéndonos dentro y observando sus propiedades:

Tenemos tres direcciones en las que movernos (arriba, adelante, derecha).

Volveremos al mismo punto al cabo de un cierto espacio recorrido sea cual sea la dirección que tomemos.

Este S3 que ahora todos comprendemos es la forma del Universo que toma por hipótesis este modelo. En este momento se pueden formular las siguientes preguntas:

¿Qué conclusiones saco de esta hipótesis?

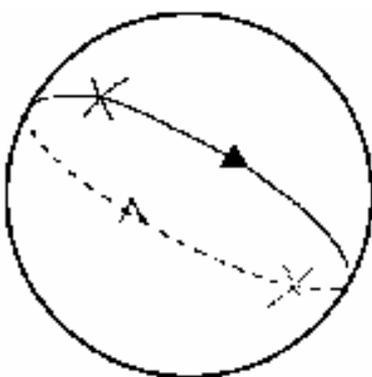
¿Qué razones hay para pensar que el Universo pueda ser un S3?

Conclusiones:

Imaginemos una estrella en una determinada posición dentro del espacio S3. Esta estrella emitirá ⇨

luz que se irá esparciendo radialmente. Si me fijo en la trayectoria de un determinado rayo de luz emitido me doy cuenta de que éste, al cabo de un cierto tiempo, llegará al mismo punto de donde partió, o sea que llegará al punto donde antes estaba la estrella (digo "estaba" y no "está" pues ésta puede haberse movido).

Pero esto mismo le ocurrirá a todos los rayos que han partido de la estrella en todas las direcciones posibles. Así pues, toda la luz emitida por la estrella se vuelve a reunir en un punto al cabo de un cierto tiempo, que es justo el que le cuesta dar la vuelta al Universo. Por otra parte, la luz de la estrella, de igual modo, se vuelve a concentrar en la parte opuesta del Universo S3, o sea al otro lado del Universo (Figura 1: Sólo están dibujados dos rayos opuestos, pero sería análogo para todos los demás rayos que se emiten en todas las posibles direcciones. El dibujo corresponde a un S2. Para un S3 es muy parecido). Por tanto ¿qué he de esperar observar?



**Figura 1: 2 rayos en un S2**

El observador verá que hay una estrella emitiendo luz en una determinada posición y también verá (al cabo de cierto tiempo) una imagen perfecta de la estrella en la misma

posición donde antes estaba ésta. Por tanto observará, aparentemente, dos estrellas. Si dejamos que transcurra mucho tiempo aparecerán más imágenes de dicha estrella pues la luz está continuamente rodeando el Universo S3. Y no sólo eso, sino que debido a la imagen que aparece al otro lado del Universo, el observador verá una imagen de la estrella justo en la misma dirección pero mirando hacia atrás.

Así, ya hemos obtenido la primera conclusión: aparecen múltiples imágenes de los objetos luminosos de ese Universo.

Por otra parte, me puedo preguntar si este fenómeno que se da con los rayos de luz pudiera darse con las interacciones (las fuerzas). Si considero la gravitación como una interacción debida al intercambio de partículas (conocidas como gravitones) éstas recorrerán sus respectivas trayectorias por el Universo pues son lanzadas desde la estrella igual que los rayos de luz, ya que la estrella tiene masa e interactúa gravitatoriamente.

Así pues, los gravitones como todo lo que viaje por este Universo, deberán recorrer trayectorias cerradas, o sea, volverán al punto de partida exactamente igual que los rayos de luz. Por tanto, al igual que vemos la imagen de la estrella como si de una verdadera estrella se tratase, percibiremos la gravedad de la imagen de la estrella como si realmente estuviese ahí.

De este modo obtenemos la segunda conclusión: la imagen de la estrella interactúa gravitatoriamente como si de la estrella original se tratase.

¿Qué me lleva a pensar que este modelo es cierto?

Las razones más poderosas para pensar que un modelo es correcto siempre son la concordancia con los experimentos (en este caso, los experimentos consisten en la observación del aspecto que presenta nuestro Universo), así que con ellas comenzaré:

Estructuras filamentosas:

Como es sabido, en el Universo a gran escala se observan unas extrañas estructuras que forman las galaxias y los cúmulos de galaxias. Se ven grandes vacíos de galaxias y zonas de acumulación de galaxias en forma de filamentos.



**Figura 2: Representación de galaxias a partir de datos reales**



**Figura 3: Detalle de la representación de galaxias**

Veamos tres gráficos de algunas de las estructuras filamentosas que se observan en el Universo (Figuras 2,3,4). Si miráramos otros gráficos, encontraríamos las mismas características esenciales que describiré más tarde. Estos gráficos se han ⇨

obtenido a partir de muchas observaciones del espacio extragaláctico. Son secciones planas del Universo y nosotros nos encontramos en el centro en las figuras 2 y 3, mientras que en la figura 4 nos encontramos en el extremo inferior (el vértice del sector). La calidad de las figuras 2 y 3 es mucho menor que la de la figura 4, por eso en éstas no se puede resolver cada galaxia como un punto en el sector, mientras que en la figura 4 sí se puede hacer. La ventaja que tienen los gráficos 2 y 3 es que muestran el sector completo, mientras que el gráfico 4 muestra sólo la zona superior extragaláctica visible.

Estas estructuras están caracterizadas por :

Gran Muralla: Se denomina así a



**Figura 4: Representación angular de la distribución de galaxias**

la estructura en forma de arco en torno a nuestra posición (Figura 5). Si tiene forma de arco y no de circunferencia completa es debido (suposición del autor) a que hay una gran área del cielo donde no podemos observar objetos extragalácticos (La Gran Muralla es uno de ellos) ya que nuestra propia galaxia se interpone en el campo de visión.

Así pues, no sería desacertada la idea de pensar que la Gran Muralla



**Figura 5: Gran Muralla**

no es realmente un arco sino una circunferencia completa. (Figura 9). Si lo suponemos así, nos daremos cuenta de que casualmente el centro de la circunferencia recae en la posición del observador, o sea nuestro cúmulo de galaxias (Figura 7).

Dado que lo que estamos estudiando son secciones del Universo y



**Figura 6: Grandes Vacíos**

no éste en su conjunto, es lógico pensar que lo que en un plano es una circunferencia, pasa a ser una esfera en un espacio plano (euclídeo) de tres dimensiones. Así pues, si consi-



**Figura 7: Nuestro Supercúmulo**

deramos por un momento la idea clásica de que el Universo es un espacio euclídeo, obtenemos que la Gran Muralla es una esfera con centro en nosotros. En la Figura 9 se ve que la Gran Muralla se aproxima más a una elipse que a una circunferencia, lo que significaría en un Universo euclídeo, que estamos rodeados por una Gran Muralla en forma de elipsoide. ¡Qué casualidad! (Más tarde aplicando el modelo S3 comprobaremos que esto no es más que una deformación de la realidad.)

Podemos observar que cruzándose con la Gran Muralla aparecen estructuras filamentosas (Figura 8) que casualmente todas apuntan hacia nosotros. También se ve que la misma Gran Muralla es en realidad una gruesa banda estratificada radialmente, lo que quiere decir que está formada por un montón de estructuras finas todas ellas apuntando hacia nosotros (Figura 10).

Los grandes vacíos (Figura 6) se encuentran alrededor de la Gran Muralla (Figura 5) y del cúmulo de galaxias donde nuestra galaxia →

está localizada (Figura 7).



**Figura 8: Estructuras Alargadas**

Pues bien, estos son los hechos



**Figura 9: La Vía Láctea oculta las estructuras filamentosas**

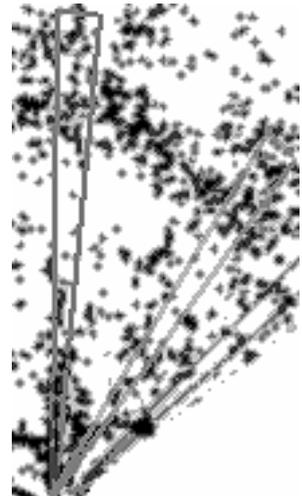
experimentales acerca de las estructuras filamentosas, que al parecer requieren una explicación, y es la siguiente:

No es difícil comprender que si vivimos en un espacio S3 y observamos una región al otro lado del Universo la veremos en cualquier dirección que miremos y rodeándonos por completo. Si creyéramos que nuestro espacio es plano, pensaríamos que tal región es una superficie que nos rodea y centrada en nosotros. En cambio, si pensamos que nuestro Universo es un S3 vemos que este fenómeno es lógico

y la única razón de que nosotros seamos el centro de la superficie que nos rodea es simplemente que nosotros somos los observadores.

Cuando realizamos lo que se llama una proyección estereográfica lo que en realidad estamos haciendo es representar un espacio esférico S2 como si de un plano se tratase. Un mapa mundi es una proyección estereográfica de la Tierra, y por tal motivo la Antártida siempre sale deformada completamente. Si estos mapas se hicieran de tal forma que por debajo de la Antártida apareciera Australia, etc., (o sea que el mapa mundi no se acabara en la Antártida) podríamos observar que la región que se encuentra al otro lado del mundo saldría aún más deformada que la Antártida. Aparecería como una región en forma de circunferencia que nos rodearía completamente. Esto es así porque la región que está al otro lado del mundo dista lo mismo de nosotros vayamos por la dirección que vayamos.

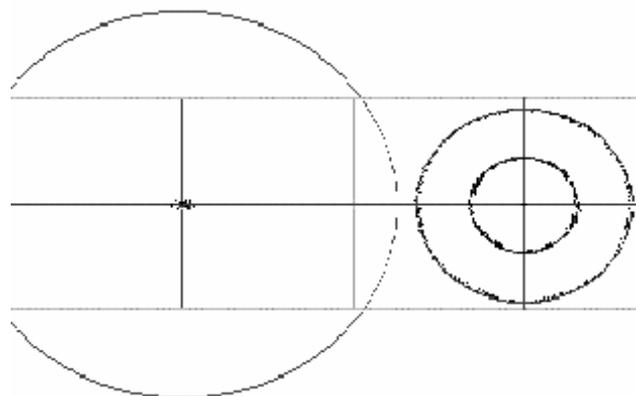
Si siguiéramos representando más terreno en el mapa mundi hasta llegar a nuestra propia posición, obtendríamos que la región en que nosotros nos encontramos también describiría una circunferencia concéntrica a la anterior pero con el doble de radio. Es también lógico,



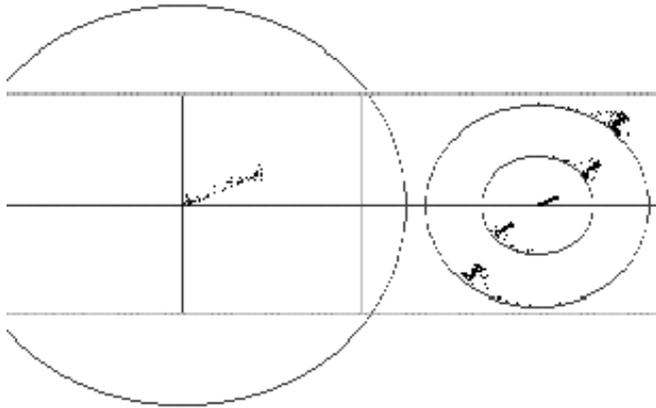
**Figura 10: Detalle en el que se observa la repetición de estructuras**

pues podemos llegar a nuestra posición inicial vayamos por la dirección que vayamos dando la vuelta al mundo. Pues bien, en S3 pasa lo mismo, sólo que en vez de una circunferencia, lo que tenemos es una esfera.

Así pues, el hecho de que nuestro Universo fuera un S3 explicaría claramente que la Gran Muralla fuese una esfera que nos rodea completamente y con centro en nosotros, y no fuera fruto más que de nuestra propia imagen que ha dado una vuelta al Universo. (Ver figura 11: A la izquierda encontramos un cúmulo de galaxias y nosotros estamos en el centro de éste. A la derecha observamos la



**Figura 11: Repetición de una estructura, formando una muralla**



**Figura 12: Repetición de un cúmulo alargado**

proyección estereográfica de la zona suponiendo un Universo S3. Claramente hemos obtenido dos Grandes Murallas. En realidad, se obtienen tantas Grandes Murallas como se quiera, pero aquí sólo he representado las dos primeras. En las observaciones experimentales sólo se llega a ver la primera de ellas. El gráfico es una simulación por ordenador realizada por el autor.) La Gran Muralla dista de nosotros alrededor de 400 millones de años luz, por lo tanto esta distancia sería el semiperímetro de nuestro Universo S3.

Experimentalmente, hemos obtenido que la Gran Muralla es un elipsoide alrededor de nosotros. Esto es explicable con sólo pensar que el Universo es un S3 achatado o ligeramente deformado. Es fácil de comprender con sólo ver qué pasa en el mapa mundi debido al efecto del achatamiento terrestre: Lo que ocurrirá es que dado que la vuelta al mundo es más corta yendo por los polos que por el ecuador, tendré que las circunferencias que tenía antes ya no serán circunferencias sino elipses. El hecho de que nuestro Universo no sea exactamente un S3 no va muy en contra de la hipótesis de la que he partido pues las diferencias entre ambos Universos son casi despreciables. Así pues, este

modelo podría explicar el problema de la Gran Muralla.

El que aparezcan estructuras filamentosas con simetría radial era algo de esperar. Podemos darnos cuenta de que la simetría radial está directamente relacionada con la simetría circular o esférica, así pues, no es de extrañar que aparezcan estructuras radiales con centro de simetría en la posición del observador, o sea, nosotros.

Si realizamos una proyección estereográfica de una figura plana alargada, no circular como antes, obtenemos los famosos filamentos radiales (Figura 10). ¿Pero por qué nuestro cúmulo de galaxias tiene que tener forma alargada? Muy sencillo, al igual que la sección vertical de una galaxia espiral tiene forma alargada y no circular, nuestro cúmulo de galaxias tiene

también una forma parecida (Figura 13, 14a, 14b). La figura 14a muestra la forma que tiene nuestro cúmulo de galaxias sacado de la figura 2, mientras que la figura 14b muestra la forma que tiene sacada de la figura 3.

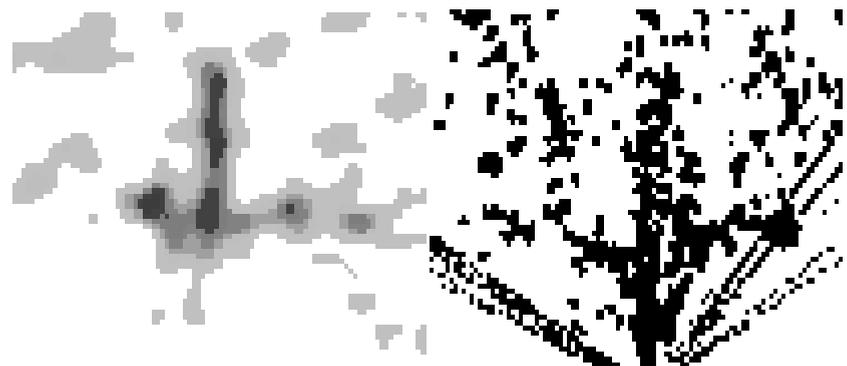
Por último, la razón de que aparezcan grandes vacíos en el Universo es que resulta ser la única configuración posible, si queremos



**Figura 13: Nuestra posición en la Galaxia**

tener al mismo tiempo Gran Muralla y estructuras filamentosas radiales.

Para terminar con el tema de las estructuras filamentosas, he realizado una proyección estereográfica de la figura que experimentalmente aparenta tomar nuestro cúmulo de galaxias. (Figura 14a, 14b, 15). Además de la proyección en sí, he impuesto un movimiento de giro a nuestro cúmulo de galaxias, para que las estructuras radiales queden



**Figura 14a y b: Aspecto que presenta el cúmulo de galaxias más cercano a nosotros**



alineadas tal y como se observan experimentalmente. Si calculamos la velocidad angular que debo darle para que las estructuras coincidan obtengo que le costaría dar una vuelta completa alrededor de 14400 millones de años. La proyección estereográfica reproduce las principales características que muestran las estructuras filamentosas reales. Quizás no se vea claramente el parecido entre la simulación (Figura 15) y las estructuras reales (Figura 3,4,5) debido a los siguientes inconvenientes:

\*La proyección estereográfica que observamos experimentalmente no es debida a nuestro cúmulo de galaxias tal y como lo vemos hoy en día, sino a éste mismo, pero hace 400 millones de años, del cual sólo sabemos (más bien suponemos) que tenía una forma similar a la del actual.

\*No dispongo de suficiente información acerca de la forma de nuestro cúmulo de galaxias (Véase que la figura que va a ser proyectada en el gráfico 15 no es igual que las de los gráficos 14a y 14b).

\*En la proyección no se tiene en cuenta que nuestro Universo sea un S3 deformado, sino que se realiza con un S3 perfecto.

\*El eje de giro de nuestro cúmulo de galaxias no tiene porqué ser perpendicular a la sección considerada, y por tanto la imagen que se ve experimentalmente debe corresponder a la proyección de otra sección de nuestro cúmulo (hace 400 millones de años).

Por tanto, puedo decir que el modelo explica las estructuras filamentosas en general (esto es, Gran Muralla, estructuras radiales, y grandes vacíos).

### La controversia del desvío hacia el rojo

Experimentalmente, se han encontrado algunos grupos de galaxias en los que observamos algunas de éstas interactuando con puentes gravitatorios, o bien vemos otros detalles que nos dan buenas razones para pensar que están cercanas y forman una familia de galaxias. Sin embargo, al medir las distancias a estas galaxias vemos que están muy distantes unas de otras, lo cual resulta no sólo inexplicable, sino muy molesto para algunos científicos ( véase "Controversias sobre las distancias cósmicas y los cuásares" de Halton Arp.).

Si reconsideramos el modelo del Universo S3, nos daremos cuenta de que proveniente de una determinada galaxia, no sólo nos llega su luz directamente, también nos llega la luz de su imagen que se forma justo al otro lado del Universo S3 y la luz de la imagen que se forma en la posición inicial de la galaxia, etc. Si midiéramos las distancias a estas galaxias (o sea, la galaxia original y sus imágenes) obtendríamos distintas distancias, pues para cada imagen en particular, la luz ha recorrido una, media o varias vueltas al Universo S3 además de la distancia desde la galaxia original al observador. Si suponemos que la galaxia original está en reposo, resulta que

las imágenes formadas por la luz al dar un número entero de vueltas al Universo, aparecen justamente donde se encuentra dicha galaxia. Si somos más realistas y damos un cierto movimiento a la galaxia, resulta que las imágenes aparecerán en la posición inicial de ésta, pero estas imágenes a su vez tendrán el mismo movimiento que la galaxia que las originó. Las imágenes repetirán a la perfección los movimientos y posiciones de la galaxia, sólo que con un desfase temporal de 400 millones de años o un múltiplo de dicha cantidad. Por eso, lo que nosotros observaremos será un grupo de galaxias que en realidad no es más que la galaxia original y sus imágenes cercanas a ésta, si la velocidad de la primera no es muy elevada..

Resumiendo:

Aparecerán grupos de galaxias.

Serán todas parecidas (lo que en realidad vemos es la galaxia actual y sus imágenes que nos dicen la forma que tenía la galaxia en el pasado, pues llevan 400 millones de años de retraso, o un múltiplo).

Tenderán a estar dispuestas formando alineaciones (cierto si la galaxia original no está sometida a fuertes aceleraciones, pues ésta llevará un movimiento rectilíneo y

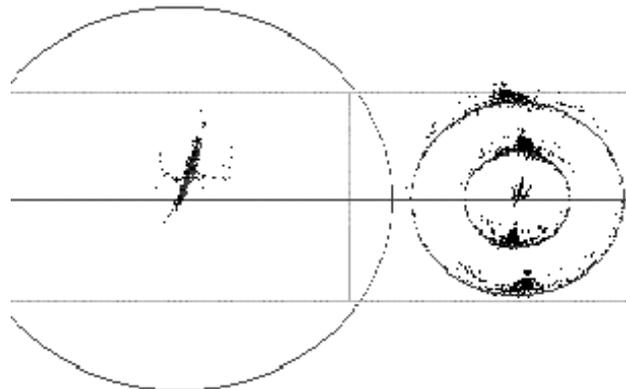


Figura 15: Resultado de la simulación

sus imágenes irán apareciendo detrás de ella).

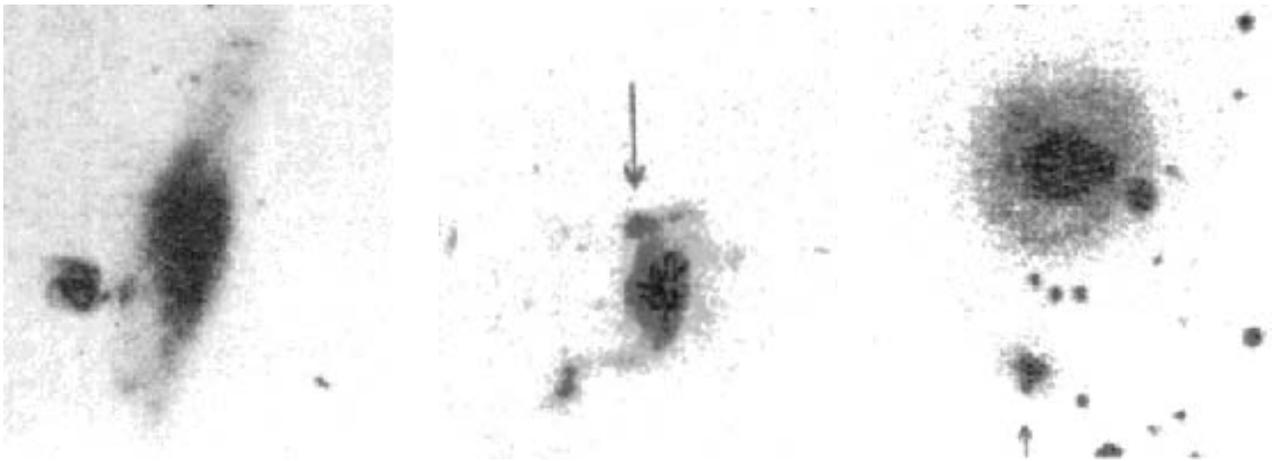
Habrán grandes diferencias en el corrimiento al rojo entre ellas.

Podrán aparecer puentes gravitatorios entre ellas (era de esperar si recordamos que la imagen no sólo es un reflejo, sino que también interactúa gravitatoriamente).

Todas tendrán un tamaño parecido (el hecho de que la imagen de una vuelta al Universo no implica

aparezcan imágenes de galaxias, es lógico pensar que las imágenes muy primitivas de la galaxia, tendrán unos espectros tan desplazados al rojo, que prácticamente toda su emisión se centrará en las ondas de radio (están por debajo del rojo). Por otra parte, emitirán poco en el visible, pues toda la luz que recibamos en esas frecuencias se corresponde con lo que su galaxia primitiva emitió en ultravioleta o rayos

esperar, dado lo lejos que se cree que están. Pero con el modelo S3, se puede comprender que la luz del Cuásar al no poder salirse del Universo tiene que dar vueltas a éste una y otra vez, sin sufrir pérdida de intensidad en distancias de esa magnitud (10000 millones de años luz), pues cada vuelta toda la luz se reúne en un punto y no se ha perdido nada de radiación. Esto es un Cuásar, según el modelo de



**Figura 16: Galaxias interactuando gravitatoriamente**

en absoluto que ésta se vea disminuida por la distancia, ya que la imagen que se forma es exactamente igual que la galaxia original).

Todos estos fenómenos se pueden observar experimentalmente en nuestro Universo.

Ejemplos hay muchos, y grupos de galaxias con características comunes también hay muchísimos (por ejemplo, el quinteto de Stephan). En todos ellos se observan alguna de estas peculiaridades que, hasta ahora, eran incógnitas sin resolver.

**El fenómeno Cuásar**

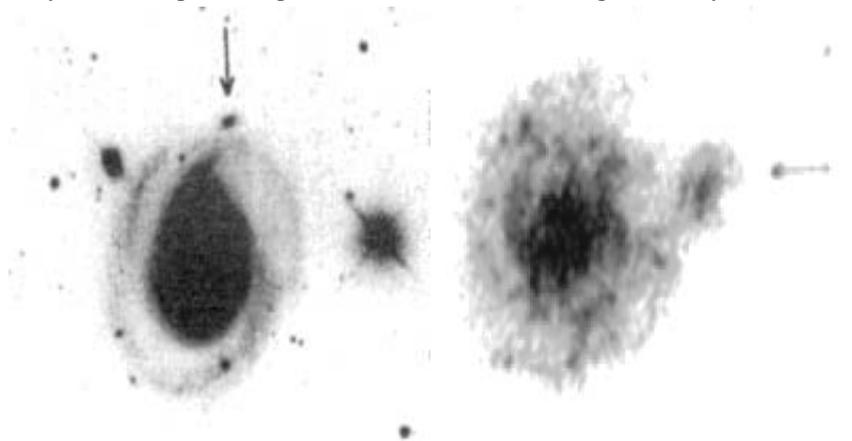
Se han observado ciertas alineaciones curiosas entre cuásares y galaxias. Todos estos fenómenos son explicables con el modelo de Universo S3:

Si volvemos al hecho de que

X (por encima del visible). Ahora bien, la intensidad que recibiremos de estas imágenes será tan fuerte como la de la galaxia original, solo que estará desplazada a las ondas de radio. Ocurre que un Cuásar se ve muy brillante para lo que se debía

Universo S3.

Así, quedaría aclarada la incógnita principal que se plantea en el fenómeno Cuásar. Además era de esperar que existiese una fuerte relación entre galaxias y cuásares.



**Figura 17: Galaxias anómalas**



Citaré algunos ejemplos:

El Cuásar más brillante en el espectro visible es 3C273 en la constelación de Virgo, y tiene un jet muy prominente. Cerca de éste (10° Norte), encontramos la galaxia M87, caracterizada por ser fuerte emisora en radioondas, y tiene también un jet muy parecido al de 3C273, apuntando prácticamente en la misma dirección. Cerca de estos dos objetos, se ha descubierto hace poco una nube intergaláctica muy extensa con una clara forma lineal en la misma dirección que los dos jets anteriores. Estas casualidades eran de esperar con este modelo.

Si observamos NGC 300 notaremos que cerca de esta galaxia hay nubes de hidrógeno con una cierta alineación y muy cerca encontramos una línea de cuásares. La dirección de la línea de cuásares no es muy distinta a la de las nubes de hidrógeno (Figura 17 (izquierda): La flecha indica la línea de cuásares. La galaxia está arriba a la derecha).

Cerca de M33, encontramos nubes de hidrógeno, y otra alineación de cuásares (Figura 17 (derecha)).

Esto es lo que nos ofrece el modelo respecto a los cuásares. Vayamos ahora con razones de tipo más bien filosófico que pueden justificar la idea del Universo S3. He de decir que estas razones filosóficas son las que me indujeron a pensar en el modelo, y una vez desarrollado éste me di cuenta de que se podían explicar todos los fenómenos experimentales que hemos visto antes (o más bien, diría que era necesario que estos fenómenos se dieran en nuestro Universo, si es que este tiene como espacio un S3):

¿Por qué pensar en un Universo cerrado?

La respuesta a esta pregunta es muy corta aunque quizá un poco difícil de comprender la importancia de ésta. La respuesta es "para que el Universo no sea de tamaño infinito". Si ocurriera que el Universo tuviera un tamaño infinito, jamás podríamos conocerlo por completo a no ser que fuera cíclico, o lo que es lo mismo, que se repitiera cada cierto espacio recorrido, lo cual es absolutamente equivalente a pensar que el Universo es cerrado. Por otra parte, bien es sabido que un infinito en física plantea problemas muy complicados de resolver. Así pues, hay una fuerte tendencia a evitar que aparezcan. Por otra parte yo estoy seguro de que si alguna vez se consigue explicar completamente el Universo será sin que aparezca ningún infinito. Pienso que a la naturaleza le gustan tan poco los infinitos como a nosotros.

¿Por qué elegir, entre las posibles formas cerradas, un S3?

Hay tres razones para haber elegido el S3 entre todas las demás formas cerradas. La primera es que localmente nuestro Universo ha de aparecer como un Universo plano de tres dimensiones. S3 no es el único que cumple esto, pero así ya nos hemos librado de muchas otras opciones. La segunda razón es que en la naturaleza se encuentra muy frecuentemente la simetría esférica como algo muy fundamental (pensemos en la simetría de ley de gravitación de Newton, o en la ley de Coulomb), así pues elegí un Universo con simetría esférica. La tercera razón es que S3 es uno de los más simples espacios de tres dimensiones, y esto me facilitaba mucho la tarea de trabajar con él.

Para finalizar, me gustaría que se tuviera en cuenta, que todavía no he

sacado todas las conclusiones que se pueden obtener a partir de un Universo con un espacio S3. En estos momentos, estoy intentando aplicar mecánica cuántica a este tipo de espacio. Por otra parte, se plantean muchos temas interesantes, como por ejemplo: ¿Será la galaxia de Andrómeda (nuestra galaxia vecina) la imagen que dejó nuestra galaxia hace 400 millones de años? Si la imagen también interactúa, ¿será cierto que el presente y el pasado coexisten y se influyen al estar en una misma región del espacio? y ¿se podría extender esto al futuro?, ¿Qué ocurre con el principio de causa-efecto?.

Bibliografía:

Divulgativos:

"Historia del tiempo" por Stephen Hawking. Editorial Crítica.

"El sueño de Einstein" por Barry Parker. Editorial Cátedra.

Más técnicos:

"En el confín del Universo: Cuásares" por Jorge Ruiz Morales. Editorial Equipo Sirius.

"Controversias sobre las distancias cósmicas y los cuásares" por Halton Arp. Editorial Tusquets.

"Macroestructuras del Universo: Cúmulos y Supercúmulos de Galaxias" por Alberto Castro Tirado. Editorial Equipo Sirius.

"The New Physics" Edited by Paul Davis. Cambridge.





# Astronoticias

## FULGURACIÓN HÍBRIDA DE RAYOS GAMMA

Una nueva clase de explosión de rayos gamma descubierta utilizando el satélite SWIFT de la NASA, obligará a los astrofísicos a reescribir toda la teoría desarrollada al respecto.

Los estallidos de rayos gamma, asociados al nacimiento de agujeros negros, se diferenciaban en largos y cortos. Los estallidos largos, con una duración de unos dos segundos y los cortos con duración de milisegundos. La detección del estallido denominado GRB 060614 el pasado 14 de junio de 2006, desde las profundidades de la constelación de Indus, le ha dado a los científicos mucha tela que cortar: el estallido tuvo una duración de 102 segundos.

Más información en:

[http://www.spacedaily.com/reports/Hybrids\\_in\\_the\\_Universe\\_999.html](http://www.spacedaily.com/reports/Hybrids_in_the_Universe_999.html)

<http://www.universetoday.com/2006/12/20/heres-a-new-way-to-explode-hybrid-gamma-ray-burst/>

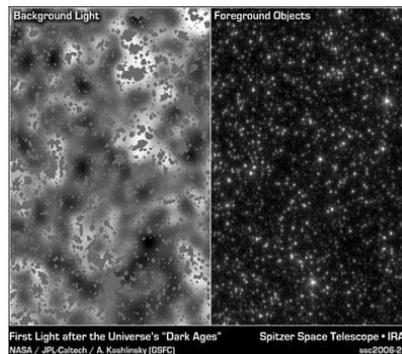


## SPITZER RECOGE LA LUZ DE LOS PRIMEROS OBJETOS.

Nuevas observaciones realizadas con el telescopio espacial Spitzer de la NASA sugieren fuertemente que la luz infrarroja descubierta en un estudio anterior fue originado por los primeros objetos del Universo. Los datos recientes indican que esta luz se esparce por todo el cielo y proviene de inmensos cúmulos de descomunales objetos situados más allá de 13 mil millones de años-luz.

Más información en:

<http://spaceflightnow.com/news/n0612/18firststars/>



## LOS RESULTADOS DEL STARDUST ATROPELLAN CREENCIAS.

Contrario a la creencia científica más divulgada en la cual la materia suficientemente mezclada en el Sistema Solar temprano fue transportada desde las candentes vecindades del Sol hasta en los helados cometas del espacio profundo, las evidencias recogidas por la sonda

espacial Stardust revelan que, una vez surgidos los planetas, la materia viajó desde las vecindades del Sol hasta el borde del Sistema Solar, más allá de Plutón.

Más información en:

<http://spaceflightnow.com/news/n0612/18stardust/>

## IMÁGENES POR RADAR: DETECCIÓN DE ASTEROIDES.

Equivalente a los ecosonogramas, las imágenes que se obtienen a través de los radares nos dan una visión bastante clara de la forma y figura de los asteroides. Estos perfiles fantasmales les permiten a los científicos trazar las primeras crónicas de estos nómadas del Sistema Solar y sus caóticas vecindades.

Más información en:

[http://www.spacedaily.com/reports/Radar\\_Love\\_Asteroid\\_Detection\\_And\\_Science\\_999.html](http://www.spacedaily.com/reports/Radar_Love_Asteroid_Detection_And_Science_999.html)





## Imágenes de las actividades de Sirio



Nebulosa oscura de la “ Cabeza de Caballo “ en Orión



Nebulosa del “ Cangrejo “ en Tauro  
( Restos de una supernova del año 1054 )

## Nueva sede de la Agrupación Astronómica de Málaga Sirio

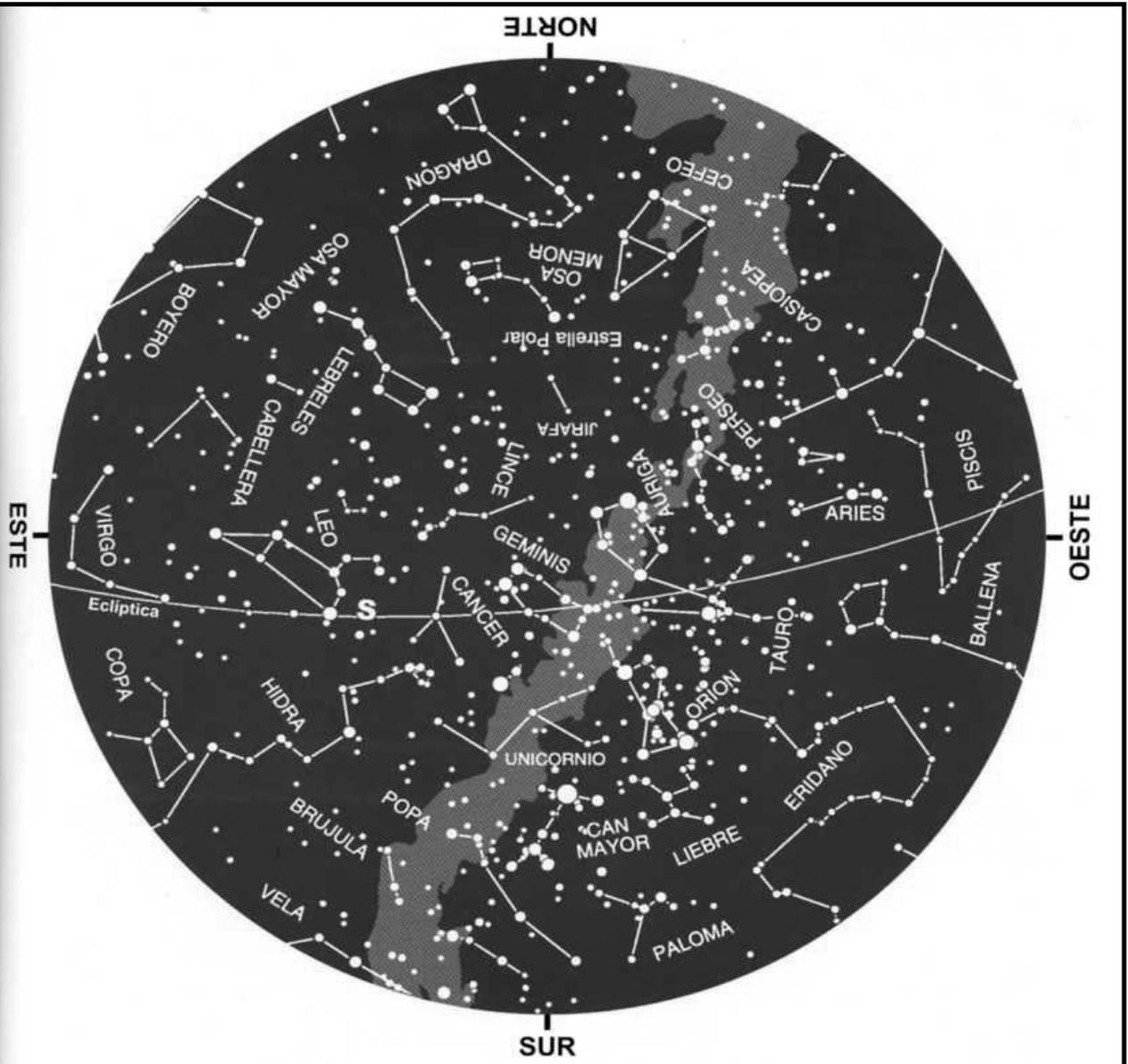


Inauguración de la nueva sede de la Agrupación Astronómica de Málaga Sirio por el Alcalde de Málaga D. Francisco de la Torre





# Cartas Estelares



## LEYENDA

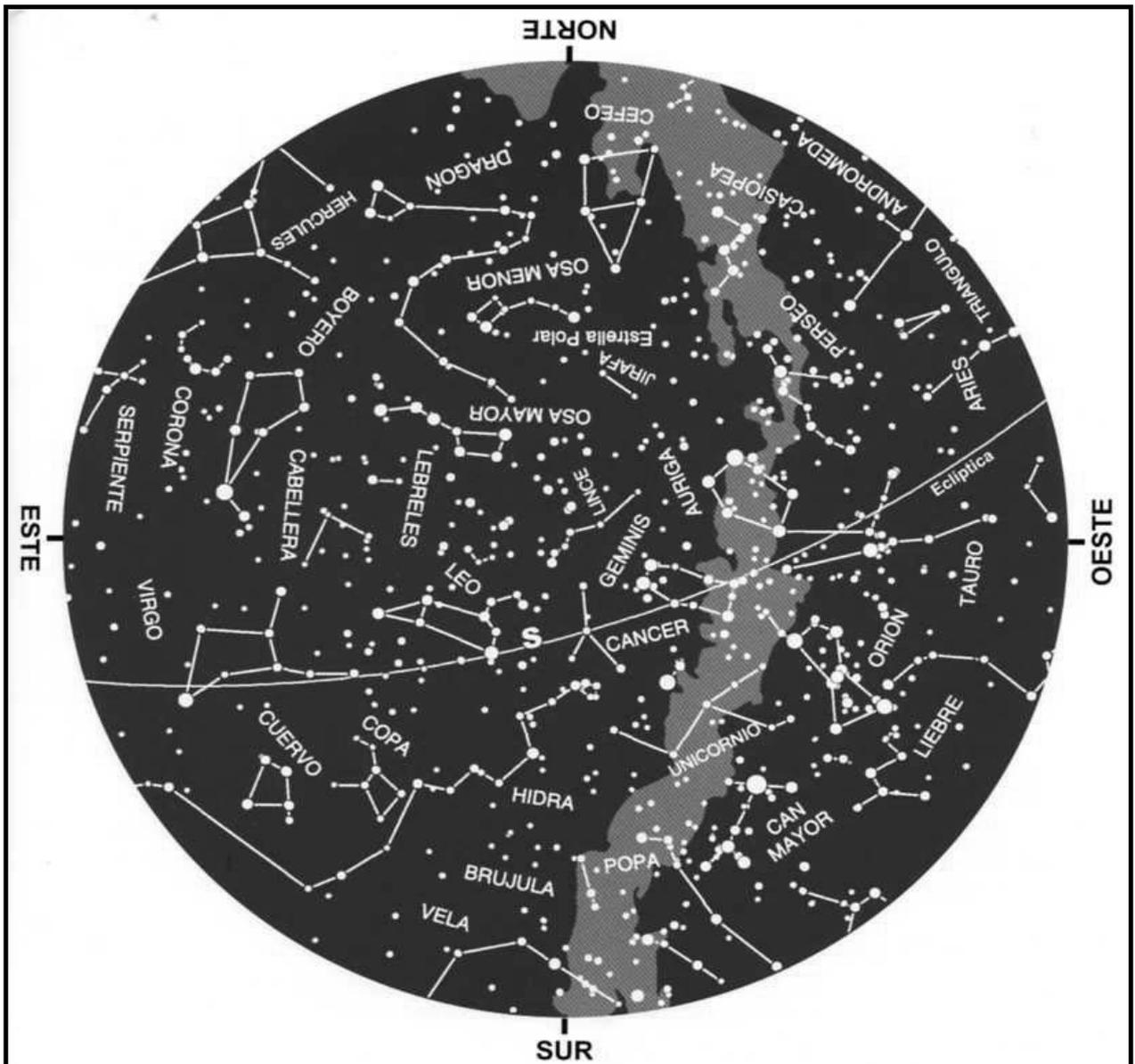
- 0 magnitud
- 1ª magnitud
- 2ª magnitud
- 3ª magnitud
- 4ª magnitud
- 5ª magnitud
- M** Marte
- J** Júpiter
- S** Saturno
- Vía Láctea

## ASPECTO DEL CIELO

- 1ª semana de enero ..... a las 00:00 T.U.
- 2ª semana de enero ..... a las 23:30 T.U.
- 3ª semana de enero ..... a las 23:00 T.U.
- 4ª semana de enero ..... a las 22:30 T.U.
- 1ª semana de febrero ..... a las 22:00 T.U.

## FASES DE LA LUNA

- Luna llena ..... día 3 a las 13.57 T.U. en Géminis
- Cuarto menguante ..... día 11 a las 12.46 T.U. en Virgo
- Luna nueva ..... día 19 a las 4.02 T.U. en Capricornio
- Cuarto creciente ..... día 25 a las 23.03 T.U. en Aries



**LEYENDA**

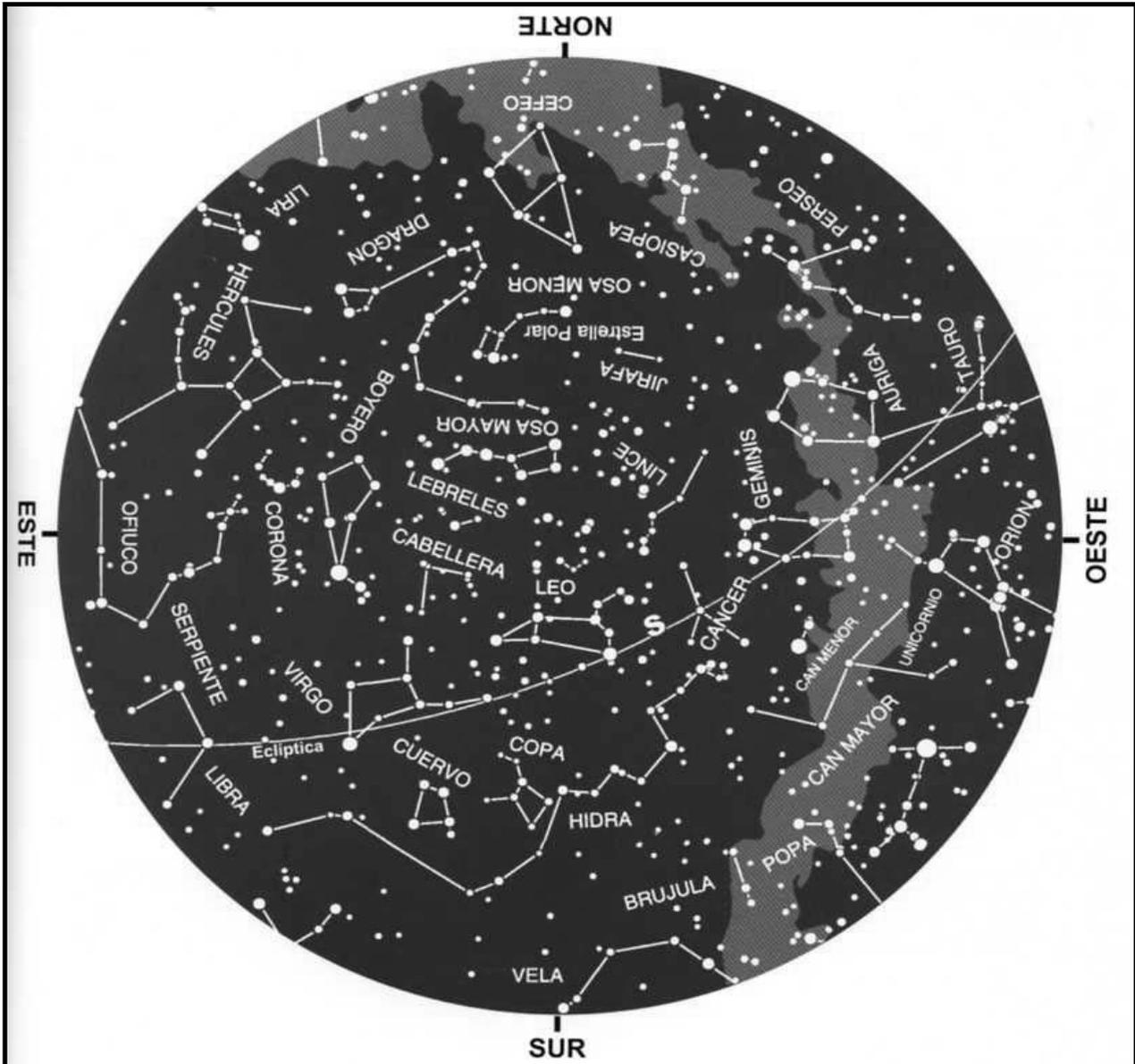
- 0 magnitud
- 1ª magnitud
- 2ª magnitud
- 3ª magnitud
- 4ª magnitud
- 5ª magnitud
- M Marte
- J Júpiter
- S Saturno
- Vía Láctea

**ASPECTO DEL CIELO**

- 1ª semana de febrero .....a las 00:00 T.U.
- 2ª semana de febrero .....a las 23:30 T.U.
- 3ª semana de febrero .....a las 23:00 T.U.
- 4ª semana de febrero .....a las 22:30 T.U.
- 1ª semana de marzo .....a las 22:00 T.U.

**FASES DE LA LUNA**

- Luna llena ..... día 2 a las 5.47 T.U. en Cáncer
- Cuarto menguante ..... día 10 a las 9.52 T.U. en Libra
- Luna nueva ..... día 17 a las 16.15 T.U. en Acuario
- Cuarto creciente ..... día 24 a las 7.57 T.U. en Tauro



**LEYENDA**

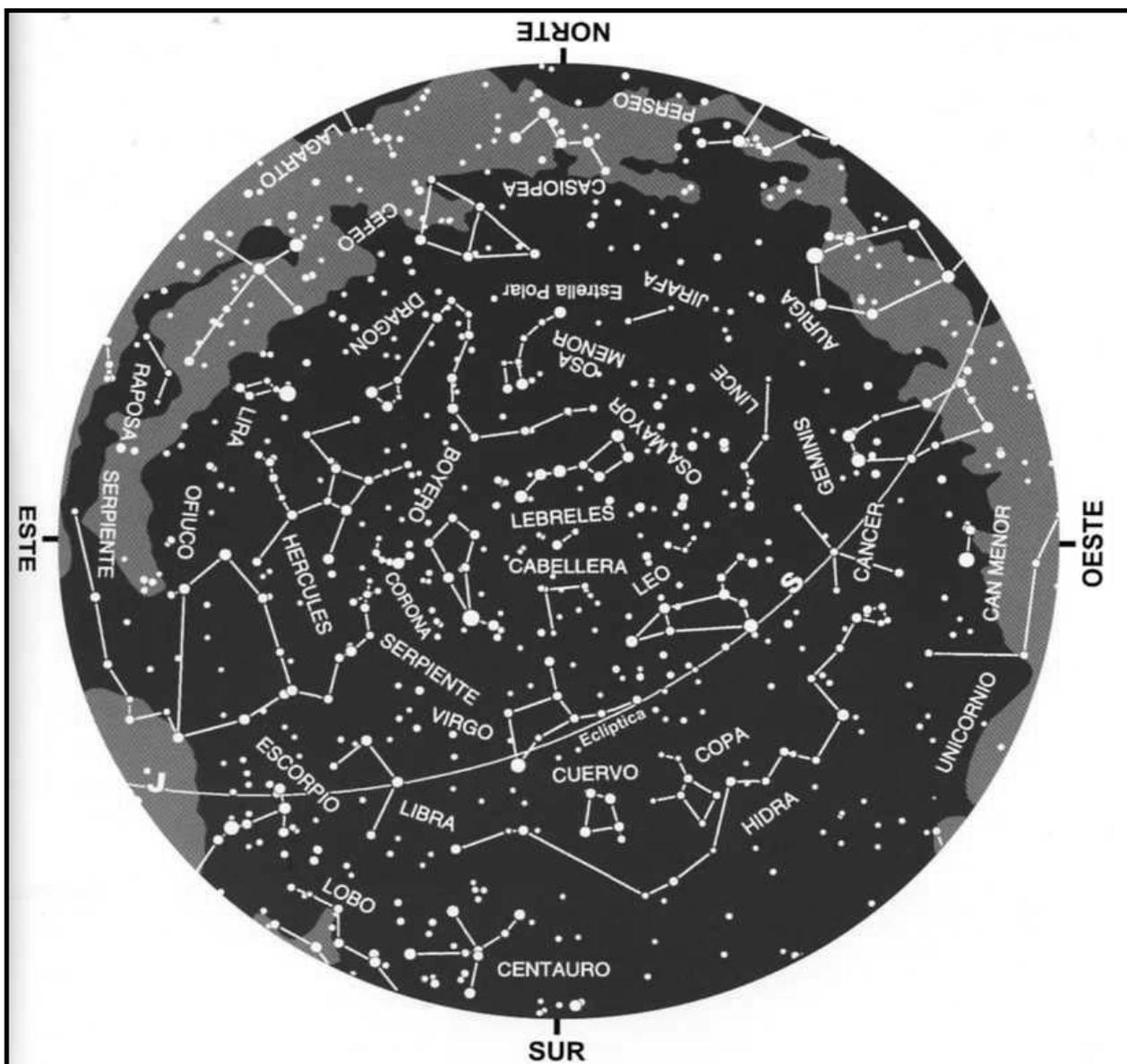
- 0 magnitud
- 1ª magnitud
- 2ª magnitud
- 3ª magnitud
- 4ª magnitud
- 5ª magnitud
- M** Marte
- J** Júpiter
- S** Saturno
- Vía Láctea

**ASPECTO DEL CIELO**

- 1ª semana de marzo ..... a las 00:00 T.U.
- 2ª semana de marzo ..... a las 23:30 T.U.
- 3ª semana de marzo ..... a las 23:00 T.U.
- 4ª semana de marzo ..... a las 22:30 T.U.
- 1ª semana de abril ..... a las 22:00 T.U.

**FASES DE LA LUNA**

- Luna llena ..... día 3 a las 23.20 T.U. en Leo
- Cuarto menguante ..... día 12 a las 3.55 T.U. en Ofioco
- Luna nueva ..... día 19 a las 2.44 T.U. en Piscis
- Cuarto creciente ..... día 25 a las 18.17 T.U. en Auriga



**LEYENDA**

- 0 magnitud
- 1ª magnitud
- 2ª magnitud
- 3ª magnitud
- 4ª magnitud
- 5ª magnitud
- M Marte
- J Júpiter
- S Saturno
- Vía Láctea

**ASPECTO DEL CIELO**

- 1ª semana de abril ..... a las 00:00 T.U.
- 2ª semana de abril ..... a las 23:30 T.U.
- 3ª semana de abril ..... a las 23:00 T.U.
- 4ª semana de abril ..... a las 22:30 T.U.
- 1ª semana de mayo ..... a las 22:00 T.U.

**FASES DE LA LUNA**

- Luna llena ..... día 2 a las 17.17 T.U. en Virgo
- Cuarto menguante ... día 10 a las 18.05 T.U. en Sagitario
- Luna nueva ..... día 17 a las 11.37 T.U. en Piscis
- Cuarto creciente ..... día 24 a las 6.37 T.U. en Cáncer

# Efemérides

## Enero

### LOS PLANETAS

**Mercurio** puede verse solamente los últimos días del mes, al atardecer, a poca altura sobre el horizonte oeste-suroeste (ver el mapa de horizonte).

**Venus** se observa hacia el oeste-suroeste durante el crepúsculo vespertino, aumentando su altura a medida que avanza el mes. Brilla con una magnitud de -3,9. Aunque comienza enero en Sagitario y lo acaba en Acuario, la mayor parte del mes el lucero vespertino atraviesa la constelación de Capricornio. La tarde del día 20 la Luna pasa a poco más de 1° al sur de Venus. (Véanse los mapas de horizonte).

**Marte** es visible durante el alba sobre el horizonte sureste, con una magnitud de 1,4. La primera parte del mes se encuentra en la constelación de Ofiuco, pasando después a Sagitario. (Ver el mapa de horizonte).

**Júpiter** es visible únicamente en la parte final de la noche y durante el alba, hacia el sureste (ver el mapa de horizonte). Brilla con una magnitud de -1,8 en Ofiuco, unos 5° al norte de Antares durante la primera quincena de enero.

**Saturno**, al comenzar el año, asoma por el horizonte este-nordeste dos horas después de acabado el crepúsculo vespertino, pero va adelantando su orto hasta que en la última semana de enero es visible durante la totalidad de la noche. Se encuentra en Leo, donde se mueve de forma retrógrada, siendo su magnitud de 0,1 (ver el mapa circular).

### LLUVIAS DE METEOROS

Las Cuadrántidas, cuyo radiante está situado a medio camino entre la cabeza del Dragón y la cola de la Osa Mayor, se ven la primera semana de enero. Este año la máxima actividad se produce la noche del 3 al 4, pero la luna llena prácticamente impide su visión.

## Febrero

### LOS PLANETAS

**Mercurio** se ve al atardecer sobre el horizonte oeste-suroeste durante la primera quincena del mes, con mayor facilidad alrededor del día 8. (Ver el mapa de horizonte).

**Venus** se observa al anochecer, ocultándose por el oeste ya en noche cerrada. La primera quincena de febrero avanza por Acuario y el resto del mes por Piscis. Su magnitud es -4,0. La tarde del día 19 la Luna pasa 2° al norte de Venus. (Ver los mapas de horizonte).

**Marte** es visible durante el alba sobre el horizonte sureste, en Sagitario (ver el mapa de horizonte). Su magnitud es 1,3.

**Júpiter** aparece por el horizonte este-sureste muy avanzada la madrugada. Se encuentra en la parte meridional de Ofiuco y su magnitud es -2,0. (Véase el mapa de horizonte).

**Saturno** se ve durante toda la noche en Leo (ver el mapa circular), mostrando su máximo brillo anual (magnitud 0) pues alcanza la oposición en la segunda semana, esta vez a 1.227 millones de km de la Tierra. La noche del día 2 la Luna pasa 0,6° al norte de Saturno.

**Urano** se encuentra siempre en el límite de visibilidad a simple vista, pero el 7 de febrero, al anochecer, puede localizarse fácilmente con unos prismáticos, 0,7° al norte de Venus.

### OCULTACIONES LUNARES

En la medianoche del 23 al 24, la Luna oculta parte del cúmulo de las Pléyades (Taigeta y Asterope). Las estrellas desaparecen por el borde oscuro de la Luna, lo cual facilita su visión, siendo necesario el uso de prismáticos. El fenómeno completo es visible entre las 23.10 y las 0.20 TU, dependiendo de la zona de la Península donde nos encontremos.

## Marzo

### LOS PLANETAS

**Mercurio**, pese a alcanzar en la tercera semana de marzo la máxima separación angular del Sol de todo el año (27,7°) es visible esos días con dificultad, a poca altura sobre el horizonte este-sureste antes del amanecer (ver el mapa de horizonte).

**Venus** se observa al anochecer, ocultándose por el oeste-noroeste ya en noche cerrada (ver el mapa de horizonte). La primera mitad del mes se encuentra en Piscis y la segunda en Aries. Brilla con magnitud -4,0.

**Marte** es visible durante el alba sobre el horizonte este-sureste. Situado en Capricornio, su magnitud es 1,2 (ver el mapa de horizonte).

**Júpiter** se ve durante el último tercio de la noche, adelantando su orto hasta que a finales de marzo es visible ya desde la medianoche. Su brillo aumenta desde la magnitud -2,0 a la -2,3. Situado en Ofiuco, donde queda prácticamente estacionario al acabar el mes. ➡

**Saturno** se observa durante la totalidad de la noche, en Leo, aunque a finales de mes ya se oculta unos minutos antes del inicio del alba. Su magnitud es 0,1 (ver el mapa circular). En la madrugada del día 2, la Luna llega a situarse a sólo 0,4° al norte de Saturno.

## ECLIPSES

La noche del 3 de marzo tiene lugar un eclipse total de luna visible desde Europa, África y el este de América. Se inicia a las 21.30 T.U., produciéndose la fase total entre las 22.44 y las 23.58 T.U. La Luna termina de salir de la umbra a la 1.11 T.U. del día 4.

El 19 de marzo se produce un eclipse parcial de sol, sólo visible desde el este de Asia.

## OCULTACIONES LUNARES

En la madrugada del 30 de marzo la Luna oculta a la estrella Régulo (no es visible desde Canarias). La desaparición, por el borde oscuro lunar, sucede a las 3.53 TU. (visto desde el centro peninsular) y la reaparición hacia las 4.30, pero ya muy cerca del horizonte.

## COMIENZO DE LAS ESTACIONES

El día 21 a las 0.08 T.U. el Sol se sitúa en el equinoccio de marzo (actualmente en la constelación de Piscis), dando inicio a la primavera en el hemisferio norte.

# Abril

## LOS PLANETAS

**Mercurio** es prácticamente inobservable, pues su altura sobre el horizonte este-sureste antes del amanecer es muy reducida.

**Venus** se observa al anochecer con una magnitud de -4,1. Se oculta por el horizonte oeste-noroeste una hora y media después del fin del crepúsculo. La primera semana se halla en Aries y el resto del mes en Tauro. (Véase el mapa de horizonte).

**Marte** es visible durante el alba sobre el horizonte este-sureste en la constelación de Acuario. Su magnitud es 1,1 (véase el mapa de horizonte).

**Júpiter** es visible durante la mayor parte de la noche. Se encuentra en la zona meridional de la constelación de Ofiuco, donde, tras permanecer estacionario la primera semana, inicia su lento movimiento retrógrado hacia el oeste. A comienzos de abril asoma por el este-sureste hacia la medianoche, pero a finales de mes aparece dos horas antes. Brilla con una magnitud de -2,4 (ver el mapa circular).

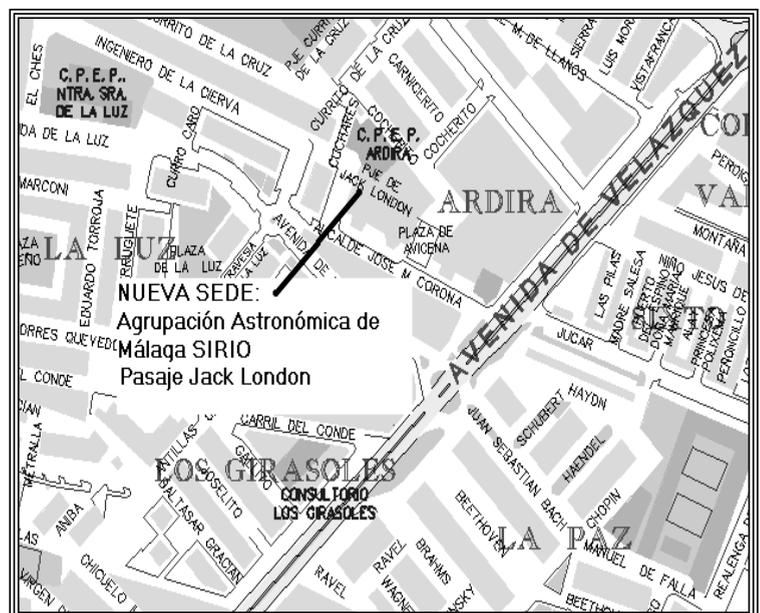
**Saturno** es visible durante la mayor parte de la noche, desde el crepúsculo vespertino hasta muy avanzada la madrugada. Se encuentra estacionario en Leo, muy cerca del límite con Cáncer, con una magnitud de 0,3 (véase el mapa circular).

## LLUVIAS DE METEOROS

Las Lindas se observan entre el 16 y el 25 de abril. La máxima actividad se espera este año para la tarde del día 22. Es posible observarlas sin la presencia de la luna (en fase creciente) en las madrugadas del día 22 y del 23. El radiante, que se localiza entre la Lira y Hércules, alcanza la máxima altura sobre el horizonte al inicio del alba.

**CAMBIO DE SEDE**

Os recordamos que la nueva sede de la **Agrupación** se encuentra en **Pasaje Jack London, S/N 29004 Málaga**





# Actividades Enero-Abril

## ENERO

DÍA	HORA	ACTIVIDAD	LUGAR	CLASE
03	20'00	Reunión Semanal	Local Social	Socios
10	20'00	Reunión Semanal	Local Social	Socios
17	20'00	Iniciación en el Uso del Telescopio LX 200	Local Social	Socios
20	19'00	Observación Astronómica	Observatorio de Juan Triviño (Junquera)	Trabajo de Investigación
24	20'00	Reunión Semanal y <b>JUNTA DIRECTIVA</b>	Local Social	Socios
26	19'00	Observación Astronómica	Centro de Ciencia Principia	Divulgación
31	20'00	Reunión Semanal	Local Social	Socios

## FEBRERO

DÍA	HORA	ACTIVIDAD	LUGAR	CLASE
7	20'00	Reunión Semanal	Local Social	Socios
14	20'00	Iniciación en el uso de la GP-DX y el SkySensor	Local Social	Socios
17	19'00	Observación Astronómica	Observatorio "La Dehesilla"	Trabajo de Investigación
21	20'00	Reunión Semanal	Local Social	Socios
23	19'00	Observación Astronómica	Centro de Ciencia Principia	Divulgación

## MARZO

DÍA	HORA	ACTIVIDAD	LUGAR	CLASE
7	20'00	Reunión Semanal	Local Social	Socios
14	20'00	Preparación Observación del Maratón Messier	Local Social	Socios
17	19'00	Observación Astronómica	El Torcal de Antequera	Clásico "Maratón Messier"
21	20'00	Reunión Semanal Asamblea General de Socios	Local Social	Socios
23	19'30	Observación Astronómica	Centro de Ciencia Principia	Divulgación
28	20'00	Reunión Semanal	Local Social	Socios

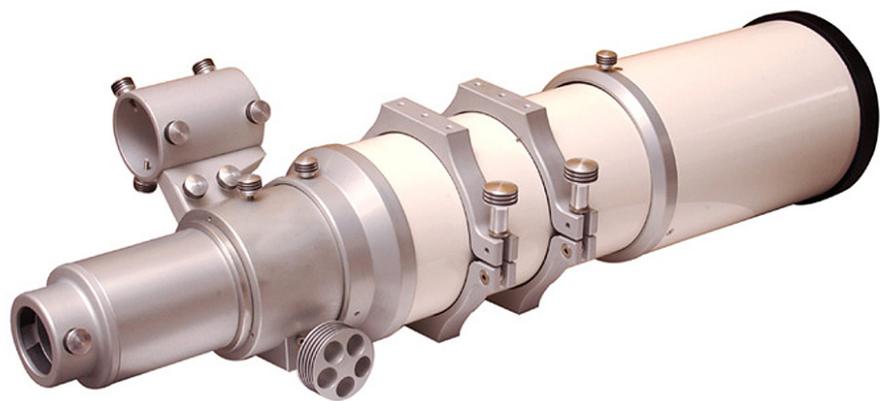
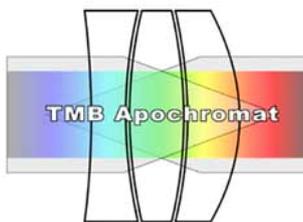
## ABRIL

DÍA	HORA	ACTIVIDAD	LUGAR	CLASE
11	20'00	Las Constelaciones de Primavera	Local Social	Socios
14	20'00	Observación Astronómica	La Mesa de El Chorro	Trabajo de Investigación
18	20'00	Reunión Semanal	Local Social	Socios
20	20'00	Observación Astronómica	Centro de Ciencia Principia	Divulgación
21	20'00	Observación Pública	Parque del Oeste	Divulgación
25	20'00	Reunión Semanal	Local Social	Socios



**TELESCOP**

# Haga su sueño realidad



La imagen transparente de los refractores super-apocrómicos de TMB/APM ahora al alcance del aficionado. Calidad que representará su instrumento máspreciado y con precios por debajo de la competencia.  
Haga su sueño realidad.



[www.telescop.com](http://www.telescop.com)

[info@telescop.com](mailto:info@telescop.com)

Tel. y Fax: 952 296 277

Chopo, 1. 29130 Alhaurín de la Torre (Málaga)



ALTOS DE VIÑAGRANDE, S.L. R.M. Málaga , Tel. y Fax: 952 296 277 MA-16978, I 1ª