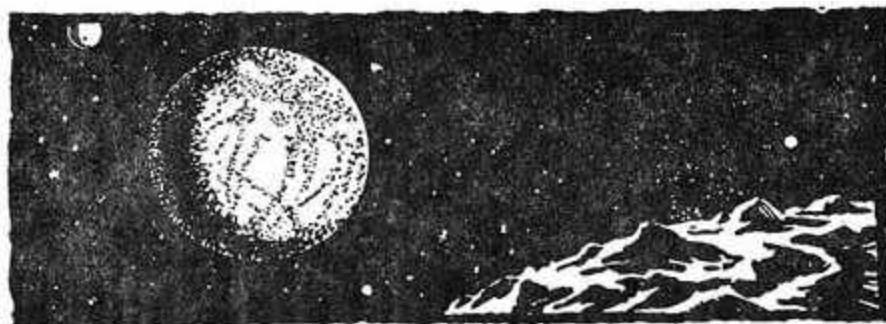


**Capítulo Tercero****LOS PLANETAS***Contenido*[Planetas a la luz del Día](#)[Los símbolos de los planetas](#)[Algo que no se puede dibujar](#)[Por qué Mercurio no tiene atmósfera](#)[Las fases de Venus](#)[Las oposiciones](#)[¿Planeta o Sol pequeño?](#)[La desaparición de los anillos de Saturno](#)[Anagramas astronómicos](#)[Un planeta situado más allá de Neptuno](#)[Los planetas enanos](#)[Nuestros vecinos más próximos](#)[Los acompañantes de Júpiter](#)[Los cielos ajenos](#)

\* \* \*

**Planetas a la luz del Día**

¿Es posible ver de día, a la luz del Sol, los planetas? Con el telescopio, desde luego: los astrónomos efectúan frecuentemente observaciones diurnas de los planetas, que pueden ver incluso con telescopios de potencia mediana, si bien es cierto que no en forma tan clara y provechosa como de noche. Con un telescopio que tenga un objetivo de 10 cm de diámetro es posible no sólo ver durante el día a Júpiter, sino de distinguir sus franjas características. La observación de Mercurio es precisamente más cómoda de día, cuando el planeta se encuentra alto sobre el horizonte; después de la puesta del Sol, Mercurio permanece visible en el cielo, pero tan bajo, que la atmósfera terrestre perturba grandemente la imagen telescópica.

En condiciones favorables algunos planetas se pueden ver de día, a simple vista. En particular, es frecuente poder observar en el cielo diurno a Venus, el más brillante de los planetas, aunque, desde luego, en la época de su mayor brillo. Es bien conocido el relato de Arago sobre Napoleón I, quien, una vez, durante un desfile por las calles de París, se ofendió porque la multitud, sorprendida por la aparición de Venus al mediodía, prestó más atención a este planeta que a su imperial persona.

Desde las calles de las grandes ciudades, durante las horas del día, Venus es con frecuencia más visible aún que desde los lugares abiertos: las casas altas ocultan el Sol y protegen así

los ojos del deslumbramiento de sus rayos directos. La visibilidad casual de Venus durante el día fue señalada también por escritores rusos. Así, un escritor de Novgorod dice que en el año 1331, de día, "se vio en los cielos una señal, una estrella que brillaba encima de la iglesia". Esta estrella (según las investigaciones de D. C. Sviatski y N. A. Biliev) era Venus. Las épocas más favorables para ver a Venus de día se repiten cada 8 años. Los observadores atentos del cielo seguramente han tenido oportunidad de ver de día, a simple vista, no sólo a Venus, sino también a Júpiter, e incluso a Mercurio. Es conveniente detenerse ahora en el problema del brillo comparativo de los planetas. Entre los no especializados surge a veces la duda: ¿Cuál de los planetas alcanza mayor brillo Venus, Júpiter o Marte? Naturalmente, si brillaran al mismo tiempo y se les pusiera uno al lado del otro, semejante problema no surgiría. Pero cuando se les ve en el cielo en distintos momentos, no es fácil decidir cuál de ellos es más brillante. He aquí cómo se distribuyen los planetas por orden de brillo:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Venus} \\ \text{Marte} \\ \text{Júpiter} \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{Varias veces más} \\ \text{brillante que} \\ \text{Sirio} \end{array} \right. \quad \left. \begin{array}{l} \text{Mercurio} \\ \text{Saturno} \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \text{Más débiles que Sirio} \\ \text{pero más brillantes que} \\ \text{estrellas de primera magnitud} \end{array} \right.$$

Ya volveremos sobre este tema en el capítulo siguiente, cuando abordemos el estudio del valor numérico del brillo de los cuerpos celestes.

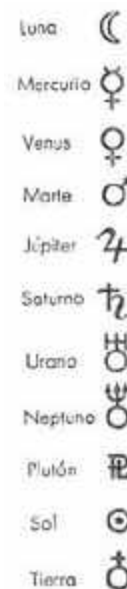
[Volver](#)

### Los símbolos de los planetas

Para designar al Sol, la Luna y los planetas, los astrónomos contemporáneos utilizan signos de origen muy antiguo (figura 62).

La forma de estos signos exige una explicación, salvo el signo de la Luna, naturalmente, que se comprende por sí mismo. El signo de Mercurio es la imagen simplificada del cetro del dios mitológico Mercurio, dueño protector de este planeta. Como signo de Venus sirve la imagen de un espejo de mano, emblema de la feminidad y de la belleza inherentes a la diosa Venus. Como símbolo de Marte, que era el dios de la guerra, se usa una lanza cubierta con un escudo, atributos del guerrero. El signo de Júpiter no es otra cosa que la inicial de la denominación griega de Júpiter (Zeus), una Z manuscrita. El signo de Saturno, según lo interpretó Flammarion, es la representación deformada de la "guadaña del tiempo", atributo tradicional del dios del destino. Los signos enumerados hasta ahora se utilizan desde el siglo IX. El signo de Urano, ya se comprende, tiene un origen posterior: este planeta fue descubierto a fines del siglo XVIII. Su signo es un círculo con la letra H, que nos recuerda el nombre de Herschel, descubridor de Urano. El signo de Neptuno (descubierto en 1846) es un tributo a la mitología, el tridente del dios de los mares. El signo para el último planeta, Plutón, se comprende por sí mismo.

A estos símbolos planetarios es necesario añadir el signo del planeta en que vivimos, y también, el signo del astro central de nuestro sistema, el Sol. Este último signo, el más antiguo, era utilizado ya por los egipcios hace varios milenios.



*Figura 62. Signos convencionales para el Sol, la Luna y los planetas*

A muchas personas les parecerá seguramente extraño que los astrónomos occidentales empleen los mismos signos de los planetas para indicar los días de la semana, a saber:

el domingo con el signo del	Sol
el lunes con el signo de la	Luna
el martes con el signo de	Marte
el miércoles con el signo de	Mercurio
el jueves con el signo de	Júpiter
el viernes con el signo de	Venus
el sábado con el signo de	Saturno

Esta coincidencia inesperada resulta muy natural si se confrontan los nombres de los planetas con los de los días de la semana, no en ruso, sino en latín o en español, lenguas en que esos nombres han conservado su relación con las denominaciones de los planetas (lunes, día de la Luna; martes, día de Marte, etc.).

Pero no vamos a detenernos en este tema tan interesante, que pertenece más a la filología y a la historia de la cultura que a la astronomía.

Los símbolos de los planetas eran utilizados por los antiguos alquimistas para designar los metales, como sigue:

el signo del Sol	para el oro
el signo de la Luna	la plata
el signo de Mercurio	el mercurio
el signo de Venus	el cobre
el signo de Marte	el hierro
el signo de Júpiter	el estaño
el signo de Saturno	el plomo

Esta relación se explica teniendo en cuenta las ideas de los alquimistas, que relacionaban cada metal con uno de los antiguos dioses mitológicos.

Finalmente, un eco del respeto medieval por los símbolos de los planetas es la utilización por los botánicos y por los zoólogos contemporáneos de los símbolos de Marte y de Venus para distinguir el macho y la hembra en los ejemplares de una misma especie. Los botánicos usan también el símbolo astronómico del Sol para señalar las plantas anuales; para las bienales utilizan el mismo signo, pero algo cambiado (con dos puntos en el círculo); para las yerbas vivaces, el signo de Júpiter; para los arbustos y los árboles, el signo de Saturno.

[Volver](#)

### **Algo que no se puede dibujar**

Entre las cosas que de ningún modo se pueden representar en el papel, se encuentra el plano exacto de nuestro sistema planetario. Lo que con la denominación de plano del sistema planetario encontramos en los libros de astronomía es un dibujo de las trayectorias de los planetas, pero no, en modo alguno, del sistema solar; los planetas mismos, en esos dibujos, no se pueden representar sin una grosera alteración de las escalas. Los planetas, en relación con las distancias que los separan, son tan sumamente pequeños, que es incluso difícil hacerse una idea exacta de esta relación. Facilitaremos el trabajo de nuestra imaginación si hacemos un modelo reducido del sistema planetario. Entonces resultará claro por qué es imposible trasladar el sistema planetario al papel. A lo más que podemos llegar en el dibujo es a mostrar las dimensiones relativas de los planetas y del Sol (figura 63). Tomemos para la Tierra una dimensión bien modesta, la de una cabeza de alfiler, es decir, una esferita de aproximadamente 1 mm de diámetro. Hablando con más precisión, vamos a utilizar una escala aproximada de 15000 km por 1 mm ó 1: 15 000 000 000.

La Luna, en forma de  $\frac{1}{4}$  de mm de diámetro, será necesario colocarla a 3 cm de la cabecita del alfiler. El Sol, con el tamaño de una pelota de croquet (10 cm), deberá distar 10 m de la Tierra.

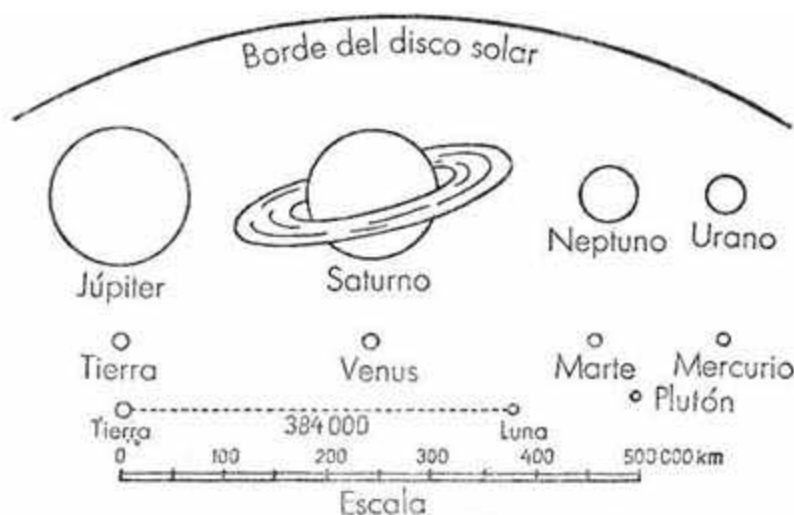


Figura 63. Dimensiones relativas de los planetas y del Sol. El diámetro del disco del Sol, a esta escala, es igual a 19 cm

Colocada la pelota en un ángulo de una habitación bien espaciosa y la cabecita del alfiler en el otro, tendrán ustedes un modelo de lo que relativamente son la Tierra y el Sol en el espacio sideral. Se ve claramente que, en realidad, es mucho mayor el vacío que la materia. Es cierto que entre el Sol y la Tierra hay dos planetas, Mercurio y Venus, pero uno y otro contribuyen poco a rellenar el vacío. En nuestra habitación, pues, habría que colocar aún dos granitos: uno de 4 de mm de diámetro (Mercurio), a una distancia de 4 m de la pelota del Sol, y el segundo, como una cabecita de alfiler (Venus), a 7 m.

Pero habrá también más granitos del otro lado de la Tierra. A 16 m de la pelota del Sol gira Marte, un granito de mm de diámetro. Cada 15 años, ambos granitos, la Tierra y Marte, se aproximan hasta una distancia de 4 m; entonces se encuentran a la menor distancia ambos mundos.

Marte tiene dos satélites; pero representarlos en nuestro modelo es imposible, pues en la escala elegida ¡debería tener las dimensiones de una bacteria! Un tamaño igualmente muy pequeño tendrían también en el modelo los asteroides, diminutos planetas conocidos ya en número de más de 1500 que giran entre Marte y Júpiter. Su distancia media al Sol en nuestro modelo sería de 28 m. Los más grandes de ellos tendrían en el (modelo) el espesor de un cabello ( $1/20$  mm) y los más pequeños, las dimensiones de una bacteria.

El gigante Júpiter estaría representado con una esferita del tamaño de una avellana (1 cm) que quedarla a 52 m de la pelota del Sol. Alrededor de él, a las distancias de 3, 4, 7 y 12 cm, girarían los más grandes de sus 12 satélites. Las dimensiones de estas grandes lunas serían de cerca de 1 mm; las restantes resultarían en el modelo del tamaño de bacterias. El más alejado de sus satélites, el IX, debería situarse a 2 m de la avellana de Júpiter, lo que equivale a decir que todo el sistema de Júpiter tiene, en nuestro modelo, 4 m de diámetro. Esto es mucho en comparación con el sistema Tierra-Luna (6 cm de diámetro), pero es bastante modesto si se compara con el diámetro de la órbita de Júpiter (104 m) en nuestro modelo.

Ahora se ve claramente cuán poco resultado darían los intentos de hacer un plano del sistema planetario en un solo dibujo. Esta imposibilidad resulta más convincente aún si proseguimos el modelo. El planeta Saturno debería situarse a 100 m de la pelota del Sol, en forma de una avellana de 8 mm de diámetro. El anillo de Saturno tendría un ancho de 4 mm

y un espesor de 1/250 mm, y se encontraría a 1 mm de la superficie de la avellana. Los 9 satélites quedarían distribuidos alrededor del planeta en una extensión de 21 m, en forma de granitos de 1/10 mm de diámetro, y aun de menos.

El vacío que separa los planetas aumenta progresivamente cuando nos aproximamos a los confines del sistema. En nuestro modelo, Urano estaría separado 196 m del Sol; sería un guisante de 3 mm de diámetro, con 5 particulitas-satélites distribuidas a una distancia de 4 cm del granito central.

A 300 m de la pelota central giraría lentamente en su órbita un planeta que hasta hace poco era considerado como el último en nuestro sistema: Neptuno, un guisante con dos satélites (Tritón y Nereida) situados a 5 y 70 cm de él.

Más lejos aún gira un planeta no muy grande, Plutón, cuya distancia al Sol en nuestro modelo sería de 400 m y cuyo diámetro habría de ser, aproximadamente, la mitad del de la Tierra.

Pero ni siquiera la órbita de este último planeta se podría contar como límite de nuestro sistema solar. Además de los planetas, pertenecen a él los cometas, muchos de los cuales se mueven en trayectorias cerradas alrededor del Sol. Entre estas "estrella con cabellera" (significado original de la palabra cometa) hay una serie cuyo período de revolución alcanza hasta 800 años. Son los cometas que aparecieron el año 372 antes de nuestra era y los años 1106, 1668, 1680, 1843, 1880, 1882 (dos cometas) y 1897.

La trayectoria de cada uno de ellos se representaría en el modelo con una elipse alargada, cuyo extremo más próximo (perihelio) se encontraría, a lo sumo, a 12 mm del Sol y cuyo extremo alejado (afelio) a 1700 m, cuatro veces más lejos que Plutón. Si en las dimensiones del sistema solar consideramos los cometas, nuestro modelo crecería hasta 3½ km de diámetro y ocuparía una superficie de 9 km, para una magnitud de la Tierra, no se olvide, igual a una cabecita de alfiler.

En estos 9 km<sup>2</sup> haríamos este inventario:

- 1 pelota de croquet
- 2 avellanas
- 2 guisantes
- 2 cabecitas de alfiler
- 3 granitos pequeñísimos.

La materia de los cometas, cualquiera que sea su número, no entra en el cálculo, pues su masa es tan pequeña que con razón fueron llamados la "nada visible".

Así, pues, nuestro sistema planetario no se puede representar en un dibujo a una escala verdadera.

[Volver](#)

### **Por qué Mercurio no tiene atmósfera**

¿Qué vinculación puede haber entre la presencia de atmósfera en un planeta y la duración de su rotación alrededor de su eje? Aparentemente, se diría que ninguna. Y, sin embargo, el ejemplo del planeta más próximo al Sol, Mercurio, puede convencernos de que en algunos casos esta relación existe.

Por la intensidad que alcanza la gravedad en su superficie, Mercurio podría retener una atmósfera de una composición similar a la de la Tierra, aunque quizás no tan densa.

La velocidad necesaria para superar totalmente la fuerza de la gravitación de Mercurio es igual, en su superficie, a 4900 m/s, y esta velocidad, a temperaturas no muy elevadas, no es alcanzada ni por las moléculas más veloces de nuestra atmósfera<sup>1</sup>

Sin embargo, Mercurio está desprovisto de atmósfera. La causa de que así sea estriba en que Mercurio se mueve alrededor del Sol de modo semejante a como se mueve la luna

---

<sup>1</sup> Ver el capítulo II, "Por qué la Luna no tiene atmósfera".

alrededor de la Tierra, es decir, presentando siempre la misma cara al astro central. El tiempo de una revolución por su órbita (88 días) es el mismo tiempo de una rotación alrededor de su eje. Por esto, en un lado, en el que está siempre dirigido hacia el Sol, Mercurio tiene un día permanente y un verano eterno; y en el otro lado, en el vuelto en dirección contraria al Sol, dominan, una noche ininterrumpida y un invierno sin pausa. Es fácil imaginarse el calor que tiene que reinar en la parte diurna del planeta. El Sol está allí 21 veces más cerca que en la Tierra y la fuerza abrasadora de los rayos deberá crecer en  $2.5 \times 25$ , es decir, en 6.25 veces. En el lado nocturno, por el contrario, adonde, en el transcurso de millones de años no llegó ni un rayo de Sol, tiene que reinar un frío cercano al del espacio sideral<sup>2</sup> (alrededor de  $-264^\circ \text{C}$ ), ya que el calor del lado diurno no puede pasar a través del espesor del planeta. En el límite entre los lados diurno y nocturno, hay una franja de un ancho de  $23^\circ$ , en la que, a consecuencia de la libración<sup>3</sup> el Sol aparece de cuando en cuando.

En condiciones climáticas tan fuera de lo común, ¿qué sería de la atmósfera del planeta? Evidentemente, en la mitad nocturna, bajo la influencia del intenso frío reinante, la atmósfera se condensaría en el estado líquido, y luego se solidificaría. A consecuencia del pronunciado descenso de la presión atmosférica, hacia esa parte se dirigiría la envoltura gaseosa del lado diurno del planeta que, a su vez, también se solidificaría.

En resumen, toda la atmósfera debería juntarse en forma sólida en el lado nocturno del planeta, en la parte donde el Sol nunca penetra. De este modo, la ausencia de atmósfera en Mercurio aparece como una consecuencia inevitable de las leyes físicas.

Con estos mismos razonamientos, según los cuales es imposible la existencia de atmósfera en Mercurio, debemos descifrar el enigma planteado más de una vez de si hay atmósfera en el lado no visible de la Luna. Se puede afirmar con seguridad que si no hay atmósfera en un lado de la Luna, no puede haberla tampoco en el lado opuesto. En este punto, la novela fantástica de Wells, Los primitivos habitantes de la Luna, se aparta de la verdad. El novelista supone que en la Luna hay aire, el cual, al cabo de la noche, de 14 días de duración, llega a condensarse y solidificarse, y luego, con la aparición del nuevo día, pasa al estado gaseoso y da lugar a una atmósfera. Sin embargo, nada semejante puede suceder.

*"Sí, escribía en relación con esto el profesor O. D. Jvolson, en el lado oscuro de la Luna el aire se solidifica, entonces casi todo el aire debe irse del lado iluminado al oscuro y solidificarse allí también. Bajo la influencia de los rayos solares, el aire cálido debe transformarse en gas, el cual inmediatamente se dirigirá al lado oscuro, donde se solidificará... Debe producirse una permanente destilación de aire, y nunca y en ningún lado puede alcanzar una fluidez importante."*

Si para Mercurio y la Luna se puede considerar demostrada la ausencia de atmósfera, en cambio, para Venus, el segundo de los planetas de nuestro sistema a partir del Sol, la presencia de atmósfera es segura, sin que quepa duda alguna.

Se ha determinado incluso que en la atmósfera de Venus, más precisamente, en su estratosfera, hay gran cantidad de gas carbónico, muchas veces más que en la atmósfera terrestre.

[Volver](#)

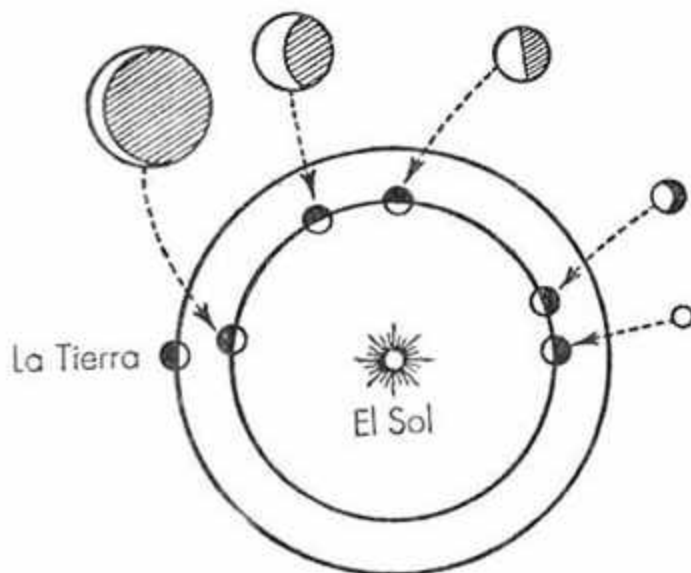
<sup>2</sup> Con la denominación convencional de "temperatura del espacio sideral" los físicos designan la temperatura que marcaría en el espacio un termómetro ennegrecido, protegido contra los rayos del Sol. Esta temperatura es un poco más alta que el cero absoluto ( $-273^\circ$ ) a consecuencia de la acción de calentamiento de la irradiación estelar. Ver el libro de Y. I. Perelman ¿Sabe usted física?

<sup>3</sup> Sobre la libración, ver la sección "El lado visible y el lado invisible de la Luna", Capítulo Segundo. Para la libración de Mercurio en latitud, tiene valor la misma regla aproximada que rige para la Luna: Mercurio dirige constantemente la misma cara, no hacia el Sol, sino hacia el otro foco de su elipse, bastante alargada

### Las fases de Venus

El famoso matemático Gauss cuenta que una vez invitó a su madre a contemplar con un telescopio a Venus, que brillaba intensamente en el cielo de la tarde. El matemático pensaba dar una sorpresa a su madre, pues en el telescopio Venus se veía en forma de hoz. Sin embargo, él fue el único sorprendido. Mirando a través del ocular, la madre no mostró ninguna sorpresa a causa de la forma del planeta y sólo dijo que le extrañaba ver la hoz dirigida hacia el lado opuesto en el campo del telescopio... Gauss nunca había sospechado que su madre pudiera distinguir las fases de Venus, incluso a simple vista. Tal agudeza visual se encuentra muy raramente; por esto, hasta la invención de los catalejos, nadie sospechaba la existencia en Venus de fases semejantes a las de la Luna.

Una particularidad de las fases de Venus es que el diámetro del planeta en las distintas fases es desigual: la delgada hoz tiene un diámetro mucho mayor que el disco entero (figura 64) .



*Figura 64. Las fases de Venus vistas en el telescopio. En las diferentes fases, Venus tiene distintos diámetros aparentes como consecuencia del cambio de su distancia a la Tierra.*

La causa de ello es el alejamiento mayor o menor de nosotros de este planeta en sus distintas fases. La distancia media de Venus al Sol es de 108 millones de km, y la de la Tierra es de 150 millones de km. Es fácil comprender que la distancia más corta entre ambos planetas será igual a la diferencia  $(150 - 108)$ , es decir, 42 millones de km, y que la más grande será igual a la suma  $(150 + 108)$ , es decir, a 258 millones de km. Por consiguiente, el alejamiento de Venus de nosotros cambia dentro de estos límites.

En su posición más próxima a la Tierra, Venus dirige hacia nosotros su lado no iluminado, y por esto la más grande de sus fases nos es totalmente invisible. Al salir de esta posición de "Venus nuevo", el planeta toma un aspecto falciforme, el de una hoz cuyo diámetro es tanto menor cuanto más ancha es la hoz. Venus no alcanza su mayor brillo cuando es visible como un disco entero, ni tampoco cuando su diámetro es máximo, sino en una fase intermedia. El disco entero de Venus es visible con un ángulo visual de  $10''$ ; la hoz mayor, con un ángulo de  $64''$ . El planeta alcanza su mayor brillo treinta días después de "Venus nuevo", cuando su diámetro angular es de  $40''$  y el ancho angular de la hoz de  $10''$ . Entonces brilla 13 veces más intensamente que Sirio, la más brillante de todas las estrellas del cielo.

[Volver](#)



### Las oposiciones

Son muchos los que saben que la época de mayor brillo de Marte y de su mayor aproximación a la Tierra se repite aproximadamente cada quince años<sup>4</sup>.

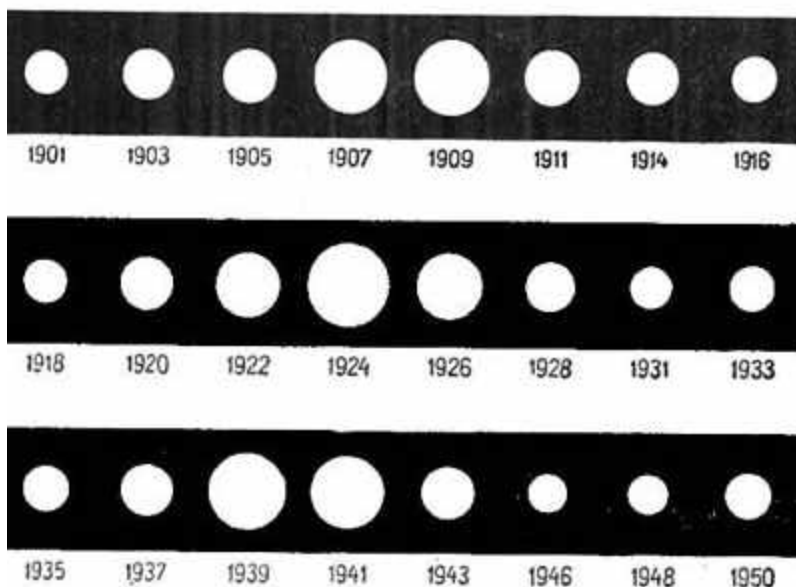


Figura 65. Cambios del diámetro aparente de Marte en el siglo XX.  
En 1909 1924 y 1939 hubo "oposiciones".

También es muy conocida la denominación astronómica de esta época: "oposición de Marte". Los años en que se produjeron las últimas "oposiciones" del planeta rojo fueron 1924, 1939 (figura 65) y 1956. Pero pocos saben por qué este hecho se repite cada 15 años. Sin embargo, la explicación matemática de este fenómeno es muy sencilla. La Tierra completa una vuelta alrededor de su órbita en 365 días y Marte en 687 días. Si ambos planetas se encuentran una vez a la menor distancia, deben encontrarse nuevamente después de un espacio de tiempo que incluya un número entero de años, tanto terrestres como marcianos.

En otras palabras, es necesario resolver en números enteros las ecuaciones

$$365\frac{1}{4}x = 687y$$

o

$$x = 1.88y$$

de donde

$$x / y = 1.88 = 47 / 25$$

Transformando la última fracción en continua; tenemos

$$\frac{47}{25} = 1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{7 + \frac{1}{3}}}$$

Tomando los tres primeros términos, tenemos la aproximación

<sup>4</sup> A veces diecisiete años. (N. de la E.)



$$\frac{1}{1 + \frac{1}{7 + \frac{1}{8}}} = \frac{15}{8}$$

y deducimos que 15 años terrestres son iguales a 8 años marcianos, es decir, que las épocas de mayor aproximación de Marte deben repetirse cada 15 años. (Hemos simplificado un poco el problema, tomando como relación de ambos períodos de revolución 1.88 en lugar del valor más exacto, 1.8809.)

Por el mismo procedimiento se puede calcular también el período en que se repite la mayor aproximación de Júpiter. El año jovial es igual a 11.86 años terrestres (más exactamente 11.8622). Transformemos este número racional en una fracción continua:

$$11.86 = 11 \frac{43}{50} = 11 + \frac{1}{1 + \frac{1}{6 + \frac{1}{7}}}$$

Los tres primeros términos dan una aproximación de 83/7: Esto significa que la oposición de Júpiter se repite cada 83 años terrestres (o cada 7 años de Júpiter). En esos años Júpiter alcanza también su mayor brillo aparente. La última oposición de Júpiter se produjo a fines del año 1927. La siguiente caerá en el año 2010. La distancia de Júpiter a la Tierra en ese momento es igual a 587 millones de km. Esta es la menor distancia a que se puede encontrar de nosotros el más grande de los planetas del sistema solar.

[Volver](#)

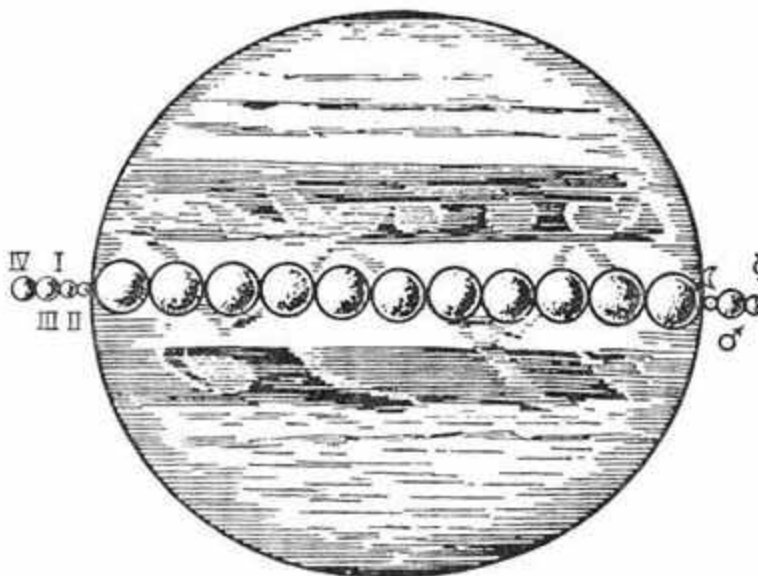
### ¿Planeta o Sol pequeño?

Esta pregunta se puede plantear respecto a Júpiter, el más grande de los planetas de nuestro sistema. Este gigante; del cual podrían hacerse 1300 esferas del mismo volumen que la Tierra, con su colosal fuerza de gravitación mantiene girando en torno suyo un enjambre de satélites. Los astrónomos han descubierto en Júpiter 12 lunas: las cuatro mayores, que ya fueron descubiertas por Galileo hace tres siglos, se designan con los números romanos I, II, III, IV. Los satélites III y IV, por sus dimensiones, no desmerecen frente a un planeta verdadero como Mercurio. En la tabla siguiente se dan los diámetros de estos satélites, comparados con los diámetros de Mercurio y de Marte; al mismo tiempo se indican los diámetros de los dos primeros satélites de Júpiter y, también, el de nuestra Luna

<u>Cuerpo</u>	<u>Diámetro</u>
Marte	(km)
IV satélite de Júpiter	6600
III satélite de Júpiter	5150
Mercurio	5150
La Luna	4700
I satélite de Júpiter	3700
II satélite de Júpiter	3480
	3220

La figura 66 nos da una ilustración de esa misma tabla. El círculo mayor es Júpiter; cada uno de los circulitos alineados en su diámetro representa a la Tierra; a la derecha está la Luna. Los circulitos del lado izquierdo de Júpiter son sus cuatro satélites mayores. A la derecha de la Luna están Marte y Mercurio. Al examinar este grabado debe tenerse en cuenta que no se

trata de un diagrama, sino de un simple dibujo: las relaciones entre las superficies de los círculos no dan una idea exacta de las relaciones entre los volúmenes de las esferas. Los volúmenes de las esferas se relacionan entre sí como los cubos de sus diámetros.



*Figura 66. Las dimensiones de Júpiter y de sus satélites (a la izquierda) en comparación con las de la Tierra (a lo largo del diámetro) y las de la Luna, Marte y Mercurio (a la derecha).*

Si el diámetro de Júpiter es 11 veces mayor que el diámetro de la Tierra, su volumen es  $11^3$  veces mayor, es decir, 1300 veces mayor.

De acuerdo con esto, debe corregirse la impresión visual de la figura 66, y entonces podrían ser debidamente apreciadas las gigantescas dimensiones de Júpiter.

En lo que se refiere a la potencia de Júpiter como centro de gravitación, resulta imponente, si se consideran las distancias a que giran alrededor de este planeta gigante sus lunas. He aquí una tabla de estas distancias

<u>Distancias</u>	<u>Kilómetros</u>	<u>Comparación</u>
De la Tierra a la Luna	380.000	1
Del III satélite a Júpiter	1.070.000	3
Del IV satélite de Júpiter	1.900.000	5
Del IX satélite de Júpiter	24.000.000	63

Se ve que el sistema de Júpiter tiene unas dimensiones 63 veces mayores que el sistema Tierra-Luna; tan extendida familia de satélites no la posee ningún otro planeta.

No sin fundamento, pues, se compara a Júpiter con un Sol pequeño. Su masa es 3 veces mayor que la masa de todos los planetas restantes tomados en conjunto, y si de golpe desapareciera el Sol, su lugar podría ser ocupado por Júpiter, que mantendría a todos los planetas girando a su alrededor, si bien lentamente, como nuevo cuerpo central del sistema. Hay también rasgos de semejanza entre Júpiter y el Sol en cuanto a la estructura física. La densidad media de su materia es de 1.35 con relación al agua, próxima a la densidad del Sol (1.4). Sin embargo, el fuerte aplastamiento de Júpiter hace suponer que posee un núcleo denso, rodeado de una gruesa capa de hielo y de una gigantesca atmósfera.

No hace mucho tiempo, la comparación entre Júpiter y el Sol fue llevada más lejos; se supuso que este planeta no está cubierto por una corteza sólida y que apenas si acaba de

salir del estado de incandescencia. La idea que en la actualidad se tiene de Júpiter es precisamente la contraria: la medida directa de su temperatura mostró que es extremadamente baja: ¡140 centígrados por debajo de cero! Es cierto que se trata de la temperatura de las capas de nubes que nadan en la atmósfera de Júpiter.

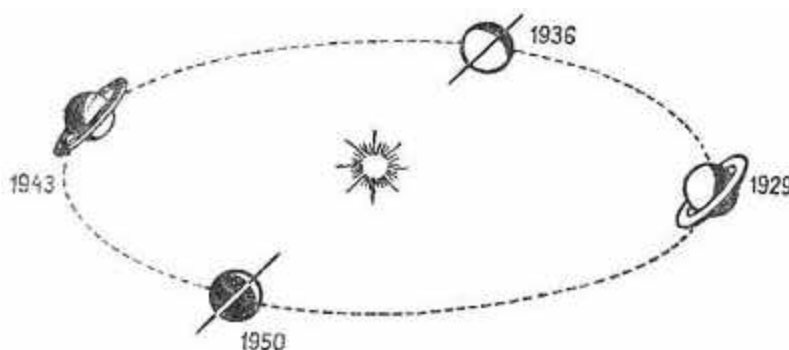
La baja temperatura de Júpiter hace difícil la explicación de sus particularidades físicas: las tormentas de su atmósfera, las franjas, las manchas, etc. Los astrónomos se encuentran ante una verdadera madeja de enigmas.

No hace mucho, en la atmósfera de Júpiter (y también en la de su vecino Saturno) fue descubierta la presencia indudable de una gran cantidad de amoníaco y metano<sup>5</sup>.

[Volver](#)

### La desaparición de los anillos de Saturno

En el año 1921 se propagó un rumor sensacional: ¡Saturno había perdido sus anillos! Y no sólo esto: los fragmentos del anillo destruido volaban por el espacio sideral en dirección al Sol y en su camino caerían sobre la Tierra. Se indicaba incluso el día en que debía producirse el encuentro catastrófico...



*Figura 67. Posiciones que ocupan los anillos de Saturno con relación al Sol durante una revolución de este planeta por su órbita (29 años).*

Esta historia puede servir de ejemplo característico de como se propagan las noticias falsas. El origen de este rumor sensacional es muy simple: en el año mencionado el triple anillo de Saturno dejó de ser visible durante un corto tiempo, "desapareció", según la expresión del calendario astronómico; se interpretó esta expresión literalmente, como una desaparición física, es decir, como una ruptura del anillo, y se adornó posteriormente el suceso con detalles que llegaban incluso a la catástrofe universal, hablándose de la caída de los fragmentos del anillo en el Sol y de su inevitable encuentro con la Tierra.

¡A qué alboroto dio lugar la inocente información del calendario astronómico que anunciaba la desaparición óptica de los anillos de Saturno! Pero ¿cuál era la causa de esta desaparición? Los anillos de Saturno son muy delgados, su espesor mide sólo dos o tres decenas de kilómetros; en comparación con su ancho, tienen la delgadez de una hoja de papel. Por esto, cuando los anillos se colocan de perfil al Sol, sus superficies superiores e inferiores no son iluminadas, y los anillos se hacen invisibles. También resultan invisibles cuando se colocan de perfil al observador terrestre.

Los anillos de Saturno presentan una inclinación de  $27^\circ$  respecto al plano de la órbita de la Tierra, pero a lo largo de una revolución (29 años) por su órbita, en dos puntos diametralmente opuestos, el planeta coloca los anillos de perfil al Sol y al observador

<sup>5</sup> Aún más significativo es el contenido en metano de la atmósfera de los planetas más alejados, de Urano y, particularmente, de Neptuno. En el año 1944 fue descubierta una atmósfera de metano en Titán, el más grande de los satélites de Saturno. (N. R.)

terrestre (figura 67), y, en otros dos puntos situados a 90° de los primeros, los anillos, por el contrario, muestran al Sol y a la Tierra su mayor ancho, "se abren", al decir de los astrónomos.

[Volver](#)

### Anagramas astronómicos

La desaparición de los anillos de Saturno dejó en su día perplejo a Galileo, al que faltó muy poco para descubrir este rasgo particularmente notable del planeta, pero que no pudo llegar a hacerlo debido a la incomprensible desaparición de los anillos.

Esta historia es muy interesante. En aquel tiempo era muy frecuente tratar de reservarse el derecho de primacía en cualquier descubrimiento sirviéndose de un original artificio. Cuando llegaba a descubrir algo que aún necesitaba de confirmación posterior, el hombre de ciencia, por temor a que otro se adelantara, recurría a la ayuda de anagramas (trasposiciones de letras): comunicaba sucintamente la esencia de su descubrimiento en forma de anagrama, cuyo verdadero sentido era conocido sólo por él mismo. Esto daba al hombre de ciencia la posibilidad, si no tenía tiempo de confirmar su descubrimiento, de poder demostrar su prioridad en el caso de que apareciera otro pretendiente. Cuando finalmente se convencía de la legitimidad del hallazgo original, descubría el secreto del anagrama.

Observando con su imperfecto telescopio que Saturno tenía cerca algún cuerpo agregado, Galileo se apresuró a "patentar" este descubrimiento e hizo públicos el siguiente juego de letras

### **SmaismrmieImepoetaleumibuvnenugttaviras**

Adivinar lo que se esconde tras estas letras es totalmente imposible. Naturalmente, se pueden ensayar todos los cambios de lugar de estas 39 letras y de este modo descifrar la frase que proponía Galileo; pero eso exigiría realizar un trabajo enorme. Quien conozca la teoría combinatoria puede calcular el número total de las distintas permutaciones (con repetición) posibles<sup>6</sup>. Son

$$\frac{39!}{3 \times 5 \times 4 \times 4 \times 2 \times 2 \times 5 \times 3 \times 3 \times 2 \times 2!}$$

Este número está formado aproximadamente por 35 cifras (recordemos que el número de segundos de un año ¡está formado sólo por 8 cifras!). Se ve claramente lo bien que Galileo se aseguró el secreto de su hallazgo.

Un contemporáneo del sabio italiano, Kepler<sup>7</sup>, con paciencia incomparable, dedicó muchos esfuerzos a descubrir el sentido oculto de la comunicación de Galileo, y creyó haberlo logrado cuando con las letras publicadas, despreciando dos, formó esta frase en latín

### **Salve, umbistineum geminatum Martia proles (Os saludo, hijos gemelos de Marte)**

<sup>6</sup> Quizá no lo hizo público, sino que lo envió por carta a Kepler, detalle interesante por lo que sigue. (Nota de la Editorial soviética.)

<sup>7</sup> Es evidente que Kepler utilizó para esto la suposición de una progresión en el número de los satélites de los planetas; pensando que la Tierra tenía un satélite y que Júpiter tenía 4, creyó natural la existencia de dos satélites en el planeta intermedio, Marte. Un razonamiento similar llevó también a otros pensadores a sospechar la presencia de dos satélites en Marte. En la fantasía astronómica Micromegas, de Voltaire (1750), encontramos una alusión a esto, pues el viajero imaginario, al acercarse a Marte, vio "dos lunas tributarias de este planeta hasta entonces escondidas a la mirada de nuestros astrónomos". En los Viajes de Gulliver, escritos años antes por Swift (1720), se tiene algo parecido: los astrónomos de Lupata "descubrieron dos satélites que giran alrededor de Marte". Estos interesantes hallazgos tuvieron plena confirmación solamente en 1877, cuando Hall descubrió la existencia de los dos satélites de Marte con ayuda de un potente telescopio.

Kepler quedó convencido de que Galileo había descubierto los dos satélites de Marte cuya existencia él mismo sospechaba) (en realidad, fueron descubiertos dos siglos y medio después). Sin embargo, el ingenioso Kepler esta vez no llegó a la verdad. Cuando Galileo descubrió finalmente el secreto de su comunicación resultó que la frase, despreciando dos letras, era la siguiente

**Altissimum planetam tergeminum observavi  
(Observé triple el más alto de los planetas)**

Por la escasa potencia de su telescopio, Galileo no podía explicarse el verdadero significado de esta "triple" aparición de Saturno, y cuando pasados algunos años estos agregados laterales del planeta desaparecieron completamente, Galileo creyó que se había equivocado y que Saturno no tenía ningún cuerpo agregado.

La gloria de descubrir los anillos de Saturno le cupo medio siglo después a Huygens. A semejanza de Galileo, no publicó inmediatamente su descubrimiento, sino que ocultó su hallazgo en escritura cifrada:

**Aaaaaaacccccdeeeeeghiiiiimmnnnnnnnnnnnooooppqrrstttttuuu**

Pasados tres años, convencido de la validez de su descubrimiento, Huygens aclaró el sentido de su comunicación

**Annulo cingitur, tenui, plano, nusquam cohaerente, ad eclipticam inclinato.**

*(Rodeado por un anillo delgado, aplastado, que no lo toca en ninguna parte, inclinado sobre la elíptica).*

[Volver](#)

### **Un planeta situado más allá de Neptuno**

En la primera edición de este libro (1929) escribí que el último planeta conocido del sistema solar era Neptuno, que se encuentra 30 veces más lejos del Sol que la Tierra. Ahora no puedo repetir esto, pues en 1930 se agregó a nuestro sistema solar un nuevo miembro, el noveno planeta mayor, que gira alrededor del Sol más allá de Neptuno.

Este descubrimiento no fue totalmente inesperado. Hacía tiempo que los astrónomos se inclinaban a pensar en la existencia de un planeta desconocido más allá de Neptuno. Hace poco más de cien años se consideraba a Urano como el último planeta del sistema solar. Algunas irregularidades en su movimiento llevaron a sospechar la existencia de un planeta más lejano aún, cuya atracción alteraba la trayectoria calculada de Urano.

A la investigación matemática del problema por el matemático inglés Adams y por el astrónomo francés Le Verrier siguió un brillante descubrimiento; el planeta sospechado fue visto en el telescopio. Un mundo descubierto por el cálculo, "en el extremo de la pluma", se manifestó a la vista humana.

Así fue descubierto Neptuno. Posteriormente se vio que la influencia de Neptuno no explicaba completamente todas las irregularidades del movimiento de Urano. Entonces surgió la idea de la existencia de otra planeta transneptuniano. Era necesario hallarlo, y los matemáticos empezaron a trabajar en este problema. Fueron propuestas varias soluciones que situaban al noveno planeta a diferentes distancias del Sol y que atribuían distintas masas al cuerpo celeste buscado.

En el año 1930 (más exactamente, a fines de 1929), el telescopio sacó por fin de las tinieblas en los confines del sistema solar un nuevo miembro de la familia planetaria, al que se le dio el nombre de Plutón. Este descubrimiento fue hecho por el joven astrónomo Tombaugh.

Plutón gira en una trayectoria muy próxima a una de las órbitas que le fueron asignadas previamente. Sin embargo de acuerdo con los especialistas, no, se puede ver en esto un éxito del cálculo; la coincidencia de las órbitas en este caso no es más que una feliz casualidad.

¿Qué sabemos de este mundo recién descubierto? Hasta ahora, poco. Se encuentra tan alejado de nosotros y es iluminado tan débilmente por el Sol, que aun con los más potentes instrumentos resulta difícil medir su diámetro: Éste resultó ser igual a 5900 km, o sea, a 0.47 diámetros terrestres.

Plutón se mueve alrededor del Sol por una órbita bastante alargada (de excentricidad 0.25), notablemente inclinada ( $17^\circ$ ) respecto al plano de la órbita terrestre, a una distancia del Sol 40 veces mayor que la Tierra. Cerca de 250 años emplea el planeta en recorrer este enorme camino.

En el cielo de Plutón el Sol brilla 1600 veces más débilmente que en la Tierra. Sé ve como un pequeño disco de 45 segundos de ángulo, es decir, del mismo tamaño, aproximadamente, que nosotras vemos a Júpiter. Es interesante, sin embargo, establecer quién brilla más, si el Sol en Plutón o la Luna llena en la Tierra.

Resulta que el lejano Plutón no está tan desprovisto de luz solar como podría pensarse. La Luna llena brilla en la Tierra 440000 veces más débilmente que el Sol. En el cielo mismo de Plutón, el astro diurno es 1600 veces más débil que en la Tierra. Esto quiere decir que el brillo de la luz solar en Plutón es igual a

$$440000 / 1600 = 275$$

es decir, 275 veces más 1600 intensa que la luz de la Luna llena en la Tierra. Si el cielo en Plutón resultara ser tan claro como en la Tierra (esto es verosímil, ya que Plutón al parecer está desprovisto de atmósfera), la iluminación diurna de este planeta sería igual a la iluminación de 275 Lunas llenas, y, al mismo tiempo, 30 veces más clara que la más clara de las noches blancas de Leningrado. Llamar a Plutón el rey de la noche eterna es, por lo tanto, erróneo.

[Volver](#)

### Los planetas enanos

Los nueve planetas mayores de que hasta ahora hemos hablado no constituyen toda la población planetaria de nuestro sistema solar. Sólo son sus más notables representantes desde el punto de vista de las dimensiones. Aparte esto, alrededor del Sol giran a diversas distancias numerosos planetas de tamaño mucho menor. Estos enanos del mundo de los planetas se llaman asteroides (literalmente, "parecidos a estrellas"), o también, "planetas menores". El más notable de ellos, Gires, tiene un diámetro de 770 km; es de volumen mucho menor que la Luna, aproximadamente, un número de veces igual al que la Luna misma es menor que la Tierra.

Ceres, el primero de los planetas menores, fue descubierto en la primera noche del siglo pasado (el 1° de enero del año 1801). Durante el siglo XIX fueron descubiertos más de 400 asteroides. Todos los planetas menores giran alrededor del Sol, entre las órbitas de Marte y Júpiter. Por esta razón, hasta no hace mucho tiempo se daba por cierto que los asteroides estaban concentrados, en forma de anillo, en el ancho espacio existente entre las órbitas de los dos planetas mencionados.

En el siglo XX, y en particular en los últimos años, se ampliaron los límites de la franja de asteroides. Ya Eros, descubierto a fines del siglo pasado (en el año 1898), apareció fuera de dichos límites, puesto que una parte importante de su órbita se encuentra dentro de la órbita de Marte. En 1920 los astrónomos dieron con el asteroide Hidalgo, cuyo camino cruza la órbita de Júpiter y llega cerca de la órbita de Saturno. El asteroide Hidalgo es notable por otro motivo: entre todos los planetas conocidos, posee una de las órbitas más

extraordinariamente alargadas (su excentricidad es igual a 0.66), y muy inclinada respecto al plano de la órbita terrestre, con la que forma un ángulo de  $43^\circ$ .

Observemos de paso que el nombre dado a este planeta lo fue en honor de Hidalgo y Costilla, glorioso héroe de las luchas de México por su independencia, muerto en el año 1811.

Todavía se ensanchó más la zona de los planetas menores en el año 1936, cuando fue descubierto un asteroide con una excentricidad de 0.78. El nuevo miembro de nuestro sistema solar recibió la denominación de Adonis. Una particularidad de este nuevo planeta menor es que, en el punto más alejado de su camino, se separa del Sol casi a la distancia de Júpiter y, en su punto más próximo, pasa cerca de la órbita de Mercurio.

Finalmente, en 1949 fue descubierto el planeta menor Ícaro, que tiene una órbita excepcional. Su excentricidad es igual a 0.83; su máximo alejamiento del Sol es dos veces mayor que el radio de la órbita terrestre, y el mínimo, alrededor de un quinto de la distancia de la Tierra al Sol. Ninguno de los planetas conocidos se acerca tanto al Sol como Ícaro. El sistema de registro de los planetas recién descubiertos no está desprovisto de interés general, puesto que puede ser aplicado con éxito para fines no astronómicos. Primeramente se escribe el año del descubrimiento del planeta, y después la letra que señala la mitad del mes de la fecha de su descubrimiento (el año está dividido en 24 medios meses, que se indican con las sucesivas letras del alfabeto).

Como en el transcurso de medio mes se descubren frecuentemente varios planetas menores, se señalan con una segunda letra, por orden alfabético. Si las segundas letras no bastan, se les agregan números al lado. Por ejemplo 1932 EA<sub>1</sub>, es el asteroide núm. 25, descubierto en el año 1932, en la primera mitad de marzo. Tras el cálculo de la órbita del planeta recién descubierto, éste recibe un número de orden y después un nombre.

De la totalidad de los planetas menores, hasta ahora seguramente sólo una, pequeña parte es accesible a los instrumentos astronómicos; los restantes escapan a las redes de los cazadores. De acuerdo con los cálculos, el número de asteroides existentes en el sistema solar debe ser del orden de 40 a 50000.

Hasta el momento el número de planetas enanos descubiertos por los astrónomos pasa de mil quinientos; de ellos, más de cien fueron descubiertos por los astrónomos del observatorio de Simeiz (en Crimea, a orillas del mar Negro), principalmente por el esfuerzo del entusiasta cazador de asteroides G. N. Neuymin. El lector no se sorprenderá si encuentra en la lista de los planetas menores nombres tales como "Vladilen" (en honor de Vladimir Ilich Lenin), y también "Morosov" y "Figner" (en honor de los célebres revolucionarios rusos), "Simeiz" y otros. Por el número de los asteroides descubiertos, Simeiz ocupa uno de los principales puestos entre los observatorios del mundo; por el estudio de los problemas teóricos relativos a los asteroides, la astronomía soviética también ocupa un puesto de importancia en la ciencia mundial.

El Instituto de Astronomía Teórica de la Academia de Ciencias de la URSS (en Leningrado) predice desde hace muchos años las posiciones de gran número de planetas menores y rectifica la teoría de sus movimientos. El Instituto publica anualmente las posiciones prefijadas (las llamadas "efemérides") y las envía a todos los observatorios del mundo. Las dimensiones de los planetas menores varían en extremo. Los grandes, como Ceres o Pallas (490 km de diámetro), son pocos. Unos 70 asteroides poseen un diámetro mayor de 100 km. La mayor parte de los planetas menores conocidos tienen un diámetro de 20 a 40 km. Pero hay muchos del todo "minúsculos" (entre comillas, porque en labios del astrónomo esta palabra tiene un valor relativo). Aunque falta mucho aún para descubrir todos los miembros del anillo de asteroides, hay sin embargo razones para afirmar que la masa total de los asteroides, de los descubiertos y los no descubiertos, constituye cerca de 4/100 de la masa del globo terrestre. Se supone que hasta ahora se ha descubierto no más del 5% del número de asteroides que pueden ser captados por los telescopios contemporáneos.

"Pudiera pensarse -escribe nuestro mejor conocedor de estos pequeños planetas, G. N. Neuymin, que las propiedades físicas de todos los asteroides son aproximadamente las



mismas. En realidad, nos encontramos con una variedad sorprendente. Así, por ejemplo, la capacidad de reflexión determinada para los cuatro primeros asteroides indica que Ceres y Palas reflejan la luz como las rocas montañosas oscuras de la Tierra, Juno como las rocas claras y Vesta en forma semejante a las nubes blancas. Esto es tanto más enigmático cuanto que los asteroides, por su pequeñez, no pueden mantener a su alrededor una atmósfera. Sin duda están desprovistos de ella, y toda la diferencia en la capacidad de reflexión debe atribuirse a los materiales mismos de que está constituida la superficie del planeta."

Algunos planetas menores presentan fluctuaciones de brillo que son testimonio de su movimiento de rotación y de su forma irregular.

[Volver](#)

### **Nuestros vecinos más próximos**

El asteroide Adonis mencionado anteriormente se distingue de los demás por su órbita, que no sólo es extraordinariamente grande, sino alargada como la de un cometa. Es notable también porque pasa muy cerca de la Tierra. En el año de su descubrimiento, Adonis pasó a una distancia de  $1\frac{1}{2}$  millones de km de la Tierra. Es cierto que la Luna está más cerca de nosotros; pero la Luna, aunque es mucho mayor que los asteroides, no tiene el rango de éstos, no es un planeta independiente, sino el satélite de un planeta. Otro asteroide, Apolo, tiene también derecho a integrar la lista de los planetas más próximos a la Tierra. Este asteroide pasó, el año en que fue descubierto, a una distancia de sólo 3 millones de km de la Tierra. Esta distancia debe considerarse (en la escala planetaria) como muy corta, puesto que Marte no se aproxima a la Tierra a menos de 55 millones de kilómetros y Venus nunca pasa a menos de 40 millones de kilómetros de nosotros.

Es interesante notar que este asteroide se acerca a Venus todavía mucho más: a sólo 200 000 km, ¡la mitad de la distancia de la Luna a la Tierra! Mayor acercamiento de los planetas en nuestro sistema no lo conocemos.

Este asteroide vecino nuestro es también notable por ser, uno de los más pequeños planetas catalogados por los astrónomos. Su diámetro no es mayor de 2 km, y aun quizá menor.

En 1937 fue descubierto el asteroide Hermes, que en ocasiones puede acercarse a la Tierra a una distancia del mismo orden que la que nos separa de la Luna (500 000 km). Su diámetro no excede de 1 km. Conviene observar en este ejemplo el valor que tiene en el lenguaje astronómico la palabra "pequeño". Un asteroide minúsculo como éste, con un volumen de sólo  $0.52 \text{ km}^3$ , es decir, de 520.000.000  $\text{m}^3$ , si fuera de granito, pesaría aproximadamente 1.500.000.000 toneladas.

Con este material podrían hacerse 300 monumentos como la pirámide de Cheops. Ya ven ustedes cómo ha de entenderse la palabra "pequeño" cuando es utilizada por los astrónomos.

[Volver](#)

### **Los acompañantes de Júpiter**

Entre los 1600 asteroides conocidos hasta ahora se destaca por sus notables movimientos un grupo formado por quince planetas menores que recibieron denominaciones de héroes de la guerra de Troya: Aquiles, Patroclo, Héctor, Néstor, Príamo, Agamenón, etc. Cada "troyano" gira alrededor del Sol de tal modo, que el asteroide, Júpiter y el Sol, en cualquier momento, ocupan los vértices de un triángulo equilátero. Los "troyanos" se pueden considerar como acompañantes particulares de Júpiter, al que escoltan manteniéndose a gran distancia: algunos se encuentran  $60^\circ$  delante de Júpiter; otros van detrás, igual número de grados, y todos completan una vuelta alrededor del Sol en el mismo tiempo.

El equilibrio de ese triángulo planetario es interesante. Si un asteroide saliera de su posición, la fuerza de gravitación lo haría volver a su sitio.

Mucho antes del descubrimiento de los "troyanos", la posibilidad de semejante equilibrio móvil de tres cuerpos sometidos a la gravitación fue predicha por el matemático, francés

Lagrange, en virtud de investigaciones teóricas por él realizadas. Lagrange estudió este caso como un problema matemático interesante, y pensó que quizás en algún lugar del espacio se daba realmente una relación semejante. La búsqueda cuidadosa de los asteroides condujo al descubrimiento, dentro de los límites del sistema planetaria mismo, de un ejemplo real del caso previsto teóricamente por Lagrange. Esto pone claramente de manifiesto la importancia que tiene para el desarrollo de la astronomía el estudio cuidadoso de los numerosos cuerpos celestes comprendidos en la denominación de planetas menores.

[Volver](#)

### Los cielos ajenos

Ya hemos efectuado un vuelo imaginario a la superficie de la Luna y echado desde allá una mirada a nuestra Tierra y a otros astros.

Visitemos ahora mentalmente los planetas del sistema solar y admiremos desde allí el espectáculo del cielo.

Empecemos por Venus. Si la atmósfera fuera allí suficientemente transparente, veríamos el disco del Sol con doble superficie de como lo vemos en nuestro cielo (figura 68).

En correspondencia con esto, el Sol derrama sobre Venus doble cantidad de calor y de luz que sobre la Tierra. En el cielo nocturno de Venus nos sorprendería una estrella de brillo extraordinario. Es la Tierra, que brilla allí con luz mucho más intensa que Venus para nosotros, aunque las dimensiones de ambos planetas son casi las mismas. Es fácil comprender por qué esto es así.

Venus gira alrededor del Sol más cerca que la Tierra. Por esta razón, en la época de su mayor aproximación a la Tierra no podemos verlo, pues dirige hacia nosotros su parte no iluminada. Tiene que alejarse un poco a un lado para hacerse visible, y entonces su luz nos llega solamente en forma de una hoz fina que constituye una parte pequeña del disco de Venus.

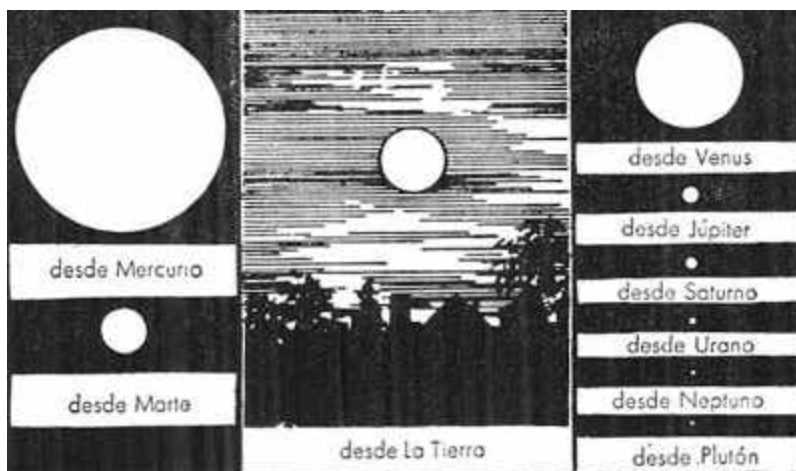


Figura 68. Dimensiones aparentes del Sol desde la Tierra y desde otros planetas.

Nuestra Tierra, en el cielo de Venus, en la época de su mayor aproximación a éste, brilla como un disco entero, igual que para nosotros Marte cuando se halla en oposición. En resumen, la Tierra, en el cielo de Venus, encontrándose en su fase plena, brillará seis veces más intensamente que Venus para nosotros en la época de su mayor brillo, siempre que el cielo de nuestro vecino sea completamente claro. Sin embargo, sería erróneo pensar que el brillo de la Tierra, regando copiosamente la mitad nocturna de Venus, puede ser causa de su "luz cenicienta". La iluminación de Venus por la Tierra es de igual intensidad que la iluminación producida por una bujía normal a una distancia de 35 m. Esto, evidentemente, no es suficiente para producir el fenómeno de la "luz cenicienta".

En el cielo de Venus, a la luz de la Tierra se le añade frecuentemente la luz de nuestra Luna, la cual brilla allí cuatro veces más que Sirio. Es dudoso que haya en todo el sistema solar un cuerpo más brillante que el astro doble Tierra-Luna que embellece el cielo de Venus. Un observador situado en Venus vería, una buena parte del tiempo, la Tierra y la Luna separadas, y con el telescopio distinguiría además detalles de la superficie lunar.

Otro planeta que brilla mucho en el cielo de Venus es Mercurio, que viene a ser su lucero matutino y vespertino. A propósito de esto, digamos que también desde la Tierra Mercurio se ve como una estrella brillante ante la cual resulta pálida la luz de Sirio. Este planeta brilla en Venus casi tres veces más intensamente que en la Tierra. En compensación, Marte brilla con luz  $2\frac{1}{2}$  veces más débil, casi más apagado que para nosotros Júpiter.

En lo que se refiere a las estrellas fijas, el contorno de las constelaciones es exactamente el mismo en el cielo de todos los planetas del sistema solar. Desde Mercurio, desde Júpiter, desde Saturno, desde Neptuno, desde Plutón, veríamos los mismos dibujos formados por las estrellas. Tan grande es el alejamiento de las estrellas en comparación con las distancias planetarias.

Salgamos de Venus hacia el pequeño Mercurio; entramos en un extraño mundo desprovisto de atmósfera que no conoce la sucesión de los días y las noches. El Sol pende allí inmóvil en el cielo, como un disco gigantesco, seis veces mayor (en superficie) que en la Tierra (figura 68). Nuestro planeta, en el cielo de Mercurio, brilla aproximadamente con doble intensidad que Venus en nuestro cielo. El mismo Venus brilla allí con desusado fulgor. Ninguna otra estrella o planeta en ninguna parte de nuestro sistema brilla tan deslumbrante como Venus en el cielo negro y sin nubes de Mercurio.

Dirijámonos a Marte. El Sol parecería desde allí un disco tres veces más pequeño en superficie que desde la Tierra (figura 68). Nuestro propio planeta brilla en el cielo de Marte como lucero matutino y vespertino, igual que Venus para nosotros, pero más pálido que éste, aproximadamente como nosotros vemos a Júpiter. La Tierra nunca se vería desde allí en su fase llena. Los marcianos no podrían ver en un momento dado más de las  $\frac{3}{4}$  partes de su disco. Desde Marte, nuestra Luna sería visible a simple vista como una estrella casi tan brillante como Sirio. Con el telescopio se verían las fases de la Tierra y las de la Luna. Mucha mayor atención despertaría en el cielo marciano Fobos, el satélite próximo a Marte. A pesar de sus ínfimas dimensiones (10 km de diámetro), se encuentra tan cerca de Marte que, en el período de "Fobos lleno", brilla 25 veces más claro que Venus para nosotros. El segundo satélite, Deimos, es mucho menos brillante, pero también eclipsa la luz de la Tierra en el cielo de Marte. A pesar de sus pequeñas dimensiones, Fobos está tan cerca de Marte que desde éste sus fases se verían muy bien. Un hombre de buena agudeza visual seguramente observaría también las fases de Deimos (Deimos sería visible desde Marte según un ángulo de  $1'$ , y Fobos, según un ángulo de cerca de  $6'$ ).

Antes de dirigirnos más lejos, detengámonos algo en la superficie del satélite más próximo a Marte. Veríamos desde allí un espectáculo absolutamente excepcional: en el cielo brillaría, cambiando rápidamente sus fases, un disco gigante, algunos miles de veces más brillante que nuestra Luna. Es el planeta Marte. Su disco ocupa en el cielo  $41^\circ$ , es decir, es 80 veces mayor que la Luna para nosotros. Sólo en el satélite más próximo a Júpiter se podría observar un espectáculo celeste semejante.

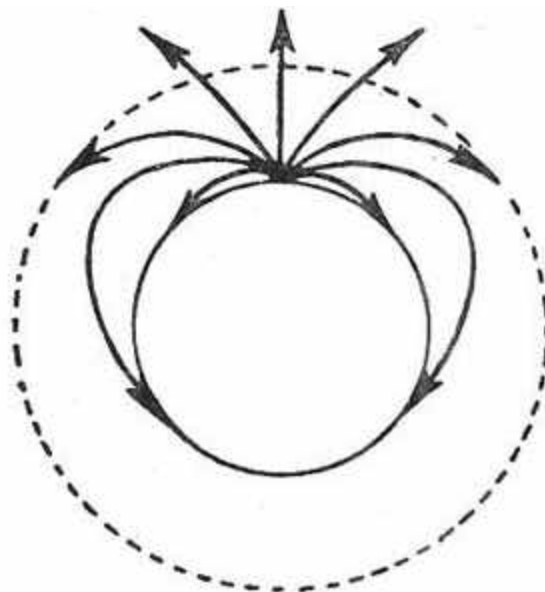
Trasladémonos ahora a la superficie del planeta gigante que acabamos de mencionar. Si el cielo de Júpiter fuera claro, el Sol se vería en él como un disco de superficie 25 veces menor que en nuestro cielo (figura 68), y otras tantas veces menos brillaría allí. Al breve día de 5 horas le sigue rápidamente la noche. Puestos a buscar sobre el fondo de estrellas los planetas conocidos, los encontraríamos, pero ¡qué cambiados!

Mercurio se perdería totalmente en los rayos del Sol; Venus y la Tierra podrían observarse con el telescopio sólo en los crepúsculos, pues se pondrían al mismo tiempo que el Sol<sup>8</sup>; y

---

<sup>8</sup> La Tierra brilla en el cielo de Júpiter como una estrella de octava magnitud.

Marte sería apenas visible. En compensación, Saturno rivalizaría ventajosamente en brillo con Sirio.



*Figura 69. Posible curvatura de los rayos luminosos en la atmósfera de Júpiter. (Sobre las consecuencias de este fenómeno, ver el texto).*

En el cielo de Júpiter ocupan un lugar importante sus lunas; los satélites I y II son aproximadamente tan brillantes como la Tierra en el cielo de Venus, el III es tres veces más brillante que la Tierra vista desde Venus, y los IV y V, varias veces más brillantes que Sirio. En cuanto a sus dimensiones, los diámetros aparentes de los cuatro primeros satélites serían mayores que el diámetro aparente del Sol. Los tres primeros satélites se sumergen en cada revolución en la sombra de Júpiter, de modo que en las fases de plenitud del disco nunca serían visibles. En este planeta también se producen eclipses totales de Sol, pero la zona de visibilidad de esos eclipses ocupa sólo una estrecha franja en la superficie de Júpiter.

La atmósfera de Júpiter quizás no sea tan transparente como la de la Tierra, pues es demasiado alta y densa. La gran densidad de la atmósfera puede dar lugar en Júpiter a fenómenos ópticos muy originales debidos a la refracción de la luz. En la Tierra, la refracción de los rayos luminosos por la atmósfera es muy poco, importante y ocasiona solamente una elevación (óptica) de los astros en el cielo.

Pero por la mayor altura y densidad de su atmósfera, en Júpiter son posibles fenómenos ópticos mucho más notables. Los rayos que salen muy inclinados de un punto de su superficie (figura 69) no abandonan la atmósfera y se encorvan hacia la superficie del planeta como las ondas de radio en la atmósfera terrestre. Un observador que se encontrara en este punto podría ver algo inusitado. Le parecería que está en el fondo de una taza gigantesca. Dentro de la taza estaría distribuida casi toda la superficie del gigantesco planeta, cuyos contornos cerca de los bordes estarían muy apretados. Y sobre la taza se extendería el cielo, no el medio cielo que nosotros vemos, sino casi todo el cielo, aunque desdibujado y confuso en los bordes de la taza. El astro diurno nunca abandonaría este extraño cielo y el Sol de medianoche podría ser visto desde cualquier punto del planeta. Que realmente se den en Júpiter estas condiciones excepcionales, es cosa que hasta ahora, naturalmente, nadie puede afirmar con certeza.

Un espectáculo igualmente inusitado resultaría el mismo Júpiter visto desde sus satélites más próximos (figura 70).

Por ejemplo, desde el V satélite (el más cercano) el disco gigante del planeta tendría un diámetro casi noventa veces mayor que nuestra Luna<sup>9</sup> y brillaría sólo seis o siete veces más débilmente que el Sol. Cuando se columpiara sobre el horizonte con su borde inferior, su borde superior aparecería en la mitad de la bóveda celeste, y al sumergirse en el horizonte, el disco ocuparía la octava parte de éste. Sobre este disco, que giraría rápidamente, aparecerían de tiempo en tiempo circulitos oscuros, las sombras de las lunas de Júpiter, que no pueden, como es natural, oscurecer en forma notable al planeta gigante.



*Figura 70. Júpiter observado desde su tercer satélite.*

Trasladados al siguiente planeta, a Saturno, estudiemos sólo en qué forma se presentarían, a un observador situado en él, los famosos anillos de este planeta. Resulta, ante todo, que los anillos no serían visibles desde todos los puntos de la superficie de Saturno. Desde los polos hasta los paralelos  $64^\circ$  serían totalmente invisibles. En el límite de estos casquetes polares podría verse apenas el borde exterior del anillo externo (figura 71). A partir del paralelo  $64^\circ$  y hasta el paralelo  $50^\circ$ , las condiciones de visibilidad de los anillos aumentarían; siempre sería visible su mayor parte, y en el paralelo  $50^\circ$ , el observador podría ya admirar toda la extensión de los anillos, los cuales se presentarían allí en su ángulo mayor:  $12^\circ$ . Más cerca del ecuador del planeta, los anillos se reducirían para el observador, aunque se elevarían más en el horizonte. En el ecuador mismo de Saturno, podrían verse en forma de una franja muy estrecha que cruza la bóveda celeste de Oeste a Este y pasa por el cenit.

Lo dicho no da todavía una idea completa de las condiciones de visibilidad de los anillos. Es necesario recordar que sólo uno de los lados de los anillos está iluminado; el otro queda en la sombra. La parte iluminada es visible sólo desde la mitad de Saturno a la cual está dirigida.

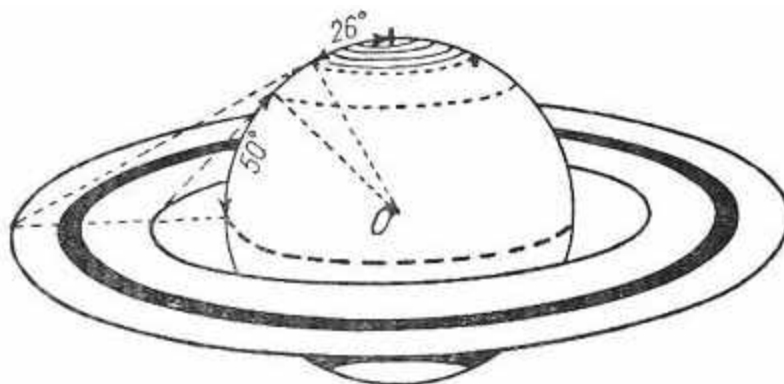
Así, pues, durante una mitad del largo año de Saturno sería posible ver los anillos sólo desde una mitad del planeta (el resto del año serían visibles desde la otra mitad), principalmente de día. En las breves horas en que los anillos fueran visibles de noche, se eclipsarían parcialmente en la sombra del planeta.

Finalmente, todavía queda un detalle interesante: la zona ecuatorial, durante varios años terrestres, queda oscurecida por los anillos.

El cuadro más fantástico del cielo, sin duda alguna, es el que descubriría un observador desde uno de los satélites más próximos a Saturno. Este planeta, con sus anillos, particularmente en las fases no llenas en que Saturno fuera visible en forma de hoz, constituiría un espectáculo como no se podría contemplar desde ningún otro punto de

<sup>9</sup> El diámetro angular de Júpiter observado desde este satélite es mayor de  $44^\circ$ .

nuestro sistema planetario. En el cielo se dibujaría una hoz gigante cruzada por las franjas estrechas de los anillos, que se observarían de perfil y, alrededor de ellos, aparecería un grupo de satélites de Saturno, también en forma de hoz pero de mucho más reducidas dimensiones.



*Figura 71. La visibilidad de los anillos de Saturno para distintos puntos de la superficie de este planeta. En las regiones polares, hasta el grado 64, los anillos son absolutamente invisibles.*

La siguiente lista indica, en orden decreciente, los brillos comparativos de distintos astros vistos desde diversos planetas.

- |                                  |                                    |
|----------------------------------|------------------------------------|
| 1. Venus desde Mercurio          | 8. Mercurio desde Venus            |
| 2. La Tierra desde Venus         | 9. La Tierra desde Marte           |
| 3. La Tierra desde Mercurio      | <b>10. Júpiter desde la Tierra</b> |
| <b>4. Venus desde la Tierra.</b> | 11. Júpiter desde Venus            |
| 5. Venus desde Marte.            | 12. Júpiter desde Mercurio         |
| 6. Júpiter desde Marte.          | 13. Saturno desde Júpiter          |
| <b>7. Marte desde la Tierra</b>  |                                    |

Hemos destacado los números 4, 7 y 10, los planetas vistos desde la Tierra, porque, como su brillo nos es conocido, pueden servirnos como punto de comparación para apreciar la visibilidad de los astros en otros planetas.

La lista nos dice claramente que nuestro propio planeta, la Tierra, ocupa, en cuanto a brillo, uno de los primeros lugares en el cielo de los planetas más próximos al Sol; incluso en el cielo de Mercurio brilla con luz más viva que Venus y Júpiter para nosotros.

En la sección "La magnitud estelar de los planetas" (capítulo IV), volveremos a hablar con mayor precisión sobre la valoración del brillo de la Tierra y demás planetas.

Damos, finalmente, una serie de datos numéricos relativos al sistema solar que pueden servir como información para el lector<sup>10</sup>.

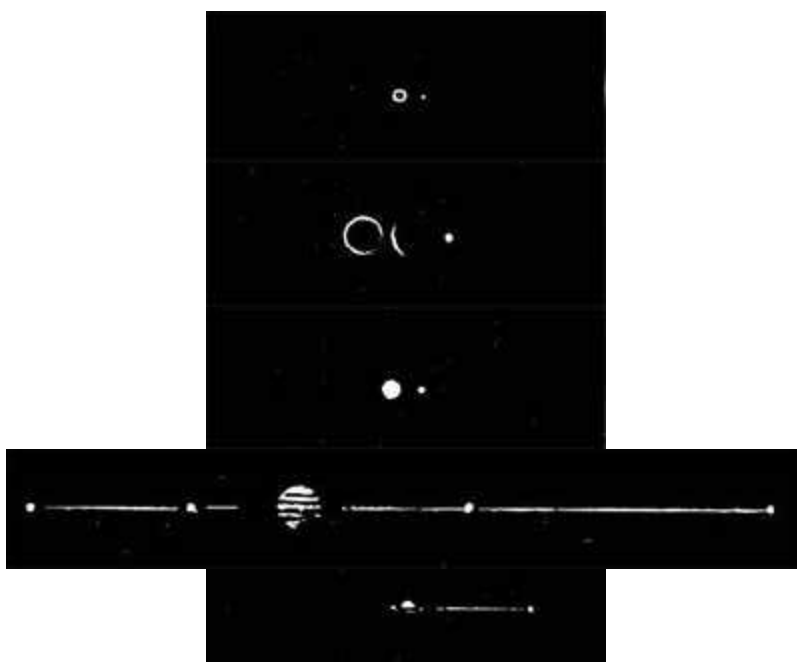
En las tablas de la página siguiente se dan datos sobre los planetas del sistema solar.

En la figura 72 se da una idea de cómo se ven los planetas con un telescopio no muy grande, de 100 aumentos. A la derecha, para comparación, se muestra la Luna tal cual se ve con un aumento similar (es necesario mantener el dibujo a la distancia de visión distinta, es decir, a 25 cm de los ojos).

<sup>10</sup> A quien desee completar sus conocimientos sobre el sistema solar, puedo recomendarle el detallado Curso de Astronomía General, del profesor S. N. Blazhko, Editorial Técnica del Estado, 1947

	<b>Sol</b>	<b>Luna</b>
Diámetro km	1.390.600	3.473
volumen (Tierra = 1)	1.301.200	0.0203
masa (Tierra = 1)	333.434	0.0123
densidad (agua = 1)	1.41	3.34.
Distancia media de la Tierra, km		384.400

Arriba, a la izquierda, está representado Mercurio, con el aumento indicado, en su mayor y en su menor alejamiento de nosotros. Debajo de él, Venus, y después, Marte, el sistema de Júpiter y Saturno con sus satélites mayores. (Para detalles sobre las dimensiones aparentes de los planetas, ver mi libro Física recreativa, libro 2, capítulo IX.)



*Mercurio en la posición más cercana (invisible) y en la más alejado*

*Venus en la posición más cercana (invisible), la mayor hoz visible y en la posición más alejada*

*Marte en la posición más cercana y en la más alejada*

*Júpiter con los 4 satélites mayores*

*Saturno con el satélite mayor*





Figura 72. Cómo se ven la Luna y los planetas con un telescopio de 100 aumentos. El dibujo debe situarse a 25 cm de los ojos; los discos de los planetas y la Luna (página de la derecha) aparecerán entonces como se ven en un telescopio del aumento indicado

EL SISTEMA PLANETARIO EN CIFRAS  
Dimensiones. Masa. Densidad. Satélites

Nombre del planeta	Diámetro medio			Volumen (Tierra = 1)	Masa (Tierra=1)	Densidad		No. de satélites
	Para la vista, en segundos	Verdadero				Tierra = 1	Agua = 1	
		en km	Tierra = 1					
Mercurio	13 — 4.7	4700	0.37	0.05	0.054	1.00	5.5	—
Venus	64 — 10	12400	0.97	0.90	0.814	0.92	5.1	—
La Tierra	—	12757	1.00	1.00	1.000	1.00	5.52	1
Marte	25 — 3.5	6600	0.52	0.14	0.107	0.74	4.1	2
Júpiter	50 — 30.5	142000	11.2	1 295	318.4	0.24	1.35	12
Saturno	20.5 — 15	120000	9.5	745	95.2	0.13	0.71	9
Urano	4.2 — 3.4	51000	4.0	63	14.6	0.23	1.30	5
Neptuno	2.4 — 2.2	55000	4.3	78	17.3	0.22	1.20	2
Plutón	0.2 ?	5900	0.47	0.1	?	?	?	?

Distancia. Revolución. Rotación. Gravedad  
(Continuación de la página anterior)

Nombre del planeta	Distancia media		Excentricidad de la órbita	Duración de la revolución alrededor del Sol en años terrestres	Velocidad media orbital en km/s	Período de rotación alrededor del eje	Inclinación del ecuador respecto al plano de la órbita	Inclinación de la gravedad (Tierra=1)
	en unidades astronómicas	en millas de km						
Mercurio	0.387	57.9	0.21	0.24	47.8	88 días	?	0.26
Venus	0.723	108.1	0.007	0.62	35	30 días?	?	0.90
La Tierra	1.000	149.5	0.017	1.00	29.76	23h 56min	23° 27'	1.00
Marte	1.524	227.8	0.093	1.88	24	24h 37min	25° 10'	0.37
Júpiter	5.203	777.8	0.048	11.86	13	9h 55min	3° 1'	2.64
Saturno	9.539	1 426.1	0.056	29.46	9.6	10h 14min	26° 45'	1.13
Urano	19.191	2 869.1	0.047	84.02	6.8	10h 48min	96° 0'	0.84
Neptuno	30.071	4 495.7	0.009	164.8	5.4	15h 48min	29° 36'	1.14
Plutón	39.458	5 899.1	0.25	247.7	4.7	?	?	?

[Volver](#)