

Los astrónomos admiten varias teorías para explicar los hechos, proponiendo unos que la influencia del Sol sobre la aguja imanada sea directa, y sosteniendo otros que indirecta; en el primer caso, si en el Sol residen grandes corrientes eléctricas, ó una acción magnética propia, obraría sobre la aguja por sí mismo; la acción sería indirecta si produjesen en nuestro globo cambios físicos capaces de modificar el magnetismo terrestre y las corrientes telúricas. Es difícil aceptar la primera opinión, sostenida por Sabine y otros, de que la materia que compone el globo solar está dotada de poder magnético, aunque bien pudiera hallarse rodeado por corrientes eléctricas cuya acción poderosa se extendiese hasta la Tierra. No debemos olvidar que otros cuerpos celestes, la Luna, por ejemplo, ejercen sobre la aguja imanada una influencia marcada, aunque débil.

El P. Secchi, sin embargo, encuentra más aceptable la segunda opinión, fundándose en las relaciones que existen entre las auroras boreales y el período decenal de las variaciones diurnas, y en que su valor absoluto depende indudablemente del número de auroras. Son éstas fenómenos meteorológicos producidos por la electricidad, que en las regiones más elevadas de la atmósfera se dirige del ecuador hacia los polos, dando lugar á verdaderas corrientes que obran sobre la aguja magnética. Acerca de estas manifestaciones no cabe duda alguna, y las líneas y aparatos telegráficos sufren grandes perturbaciones, y á veces hasta descargas eléctricas, cuando se observan auroras polares; nada nos impide atribuir las oscilaciones periódicas de la aguja á las corrientes eléctricas de la atmósfera, periódicas también y dependientes, en cuanto á sus funciones, de la marcha de la temperatura, del estado del vapor de agua y de algún otro elemento meteorológico.

Esta teoría dista mucho de ser completa, y aunque podemos suponer que la formación de una mancha solar va acompañada de fenómenos eléctricos, aún no sabemos cuál habría de ser su acción sobre la aguja magnética. Menos aún podemos decir de la relación que existe entre las manchas del Sol y las auroras polares; cierto es que, en el siglo penúltimo, un famoso astrónomo francés atribuyó la aparición de las auroras á la acción de la atmósfera solar que se extendía hasta la Tierra; pero esta hipótesis no es defendible hoy día.

En suma, cuanto hemos expuesto á la consideración del lector sobre este asunto, se apoya sólo en simples conjeturas más ó menos fundadas, y á la verdad, únicamente podemos esperar la resolución del problema de las generaciones futuras, cuando se hayan acumulado largas series de observaciones ejecutadas con instrumentos más perfectos que los actuales. Mucho distamos de haber alcanzado este descubrimiento, pero no debemos desanimarnos; que si bien es mucho lo que ignoramos sobre las acciones y constitución del Sol, también es verdad que no pasa año sin que se descorra algo más el tupido velo que tantos misterios nos oculta.

## LIBRO SEGUNDO

### LOS PLANETAS

#### INTRODUCCIÓN

Después de haber descrito las maravillas del astro central de nuestro sistema, vamos á ocuparnos ahora de los demás cuerpos celestes que lo rodean y forman su familia, acompañándolo en su eterno viaje por los espacios.

Circulan en torno del Sol una multitud de astros, entre ellos ocho principales, que han recibido el nombre de planetas, y de los que forma parte la Tierra. Planeta, según su etimología griega, quiere decir astro errante; con este nombre pretendían los antiguos significar los astros que se mueven en la esfera celeste, con relación á las estrellas fijas; esto es, los astros que no forman parte constantemente de una constelación y que en el transcurso de unas horas, y á veces de más tiempo, pasan de unas constelaciones á otras. Como el Sol y la Luna recorren en su viaje anuo varias constelaciones, según esta definición, pudieran considerarse como planetas, y así los clasifican algunos antiguos escritores; pero hoy día, sólo se da el nombre de planetas á los cuerpos celestes que presentan un disco sensiblemente circular, que reciben su luz del Sol y que circulan alrededor de este astro, recorriendo órbitas elípticas. Estos cuerpos, unas veces aislados, otras reunidos formando grupos que representan en miniatura el sistema solar, componen una serie de mundos distintos, cuyas dimensiones, distancias, movimientos, formas, constitución física y estructura merecen un estudio particular y profundo. Los ocho principales, á que hemos hecho referencia, se llaman, en orden á sus distancias al Sol y empezando por el más próximo, Mercurio, Venus, la Tierra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno. Todos ellos no fueron conocidos en la antigüedad, y los caldeos, estos astrónomos de los tiempos remotos, sólo hablan de cinco, según afirma Diodoro de Sicilia. Platón, en su *Tímeo*, dice expresamente: «alrededor de la Tierra, que descansa en el centro del mundo, se mueven el Sol, la Luna y otros cinco astros más, que se llaman planetas; en todo hacen siete movimientos circulares.»

En la estructura del cielo imaginada por Pitágoras y descrita por Filolao, se cuentan, entre las diez esferas celestes que hacen su revolución alrededor del fuego central ó foco del mundo, inmediatamente debajo del cielo de las estrellas fijas, los cinco planetas, Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno, seguidos del Sol, de la Luna, de la Tierra y del antípoda de la Tierra. Ptolemeo tampoco habla en sus obras sino de cinco planetas.



Antiguamente no se tenía idea de la regularidad de los movimientos de estos cuerpos; y si hemos de creer lo que refiere Diodoro de Sicilia, los egipcios les atribuían buenas y malas cualidades y un influjo marcado y directo sobre los asuntos de la vida. Para los caldeos eran presagios y anuncios de las lluvias, tempestades, temblores de tierra y otros fenómenos y presidían á los nacimientos. Platón fué uno de los primeros promovedores de la astronomía planetaria, y pidió á los matemáticos que le explicasen el problema de los movimientos de los planetas.

A pesar de las hermosas teorías de Copérnico, de las maravillosas leyes de Keplero y de los admirables descubrimientos hechos por Galileo en el cielo, durante una larga serie de siglos no conocieron los hombres más planetas que los estudiados por los antiguos; sólo hasta fines del siglo XVIII no se descubrió á Urano por Herschel, y en el año 1846 del último siglo, á Neptuno, por Le Verrier.

Dos grandes divisiones tenemos que hacer de estos cuerpos: en principales, y menores ó pequeños. A la primera clase pertenecen los ocho que hemos nombrado; y á la segunda, una multitud de planetas, descubiertos todos en el siglo XIX, y cuyas órbitas circulan entre Marte y Júpiter; á los de este grupo se llama con impropiedad asteroides.

Antes de pasar á la descripción de cada uno de estos cuerpos, debemos estudiar someramente, pero lo bastante para adquirir una idea clara y precisa, los caracteres comunes que hacen de estos astros una sola familia, y sobre todo los dos movimientos principales á que están sujetos, uno de traslación alrededor del Sol y otro de rotación sobre su eje; para esto, tenemos que anticipar algunas ideas.

Todos saben que el movimiento aparente de la bóveda estrellada y el curso diario que siguen el Sol y la Luna se deben á la revolución que la Tierra ejecuta sobre su eje en veinticuatro horas y en sentido contrario al movimiento diurno; la dirección del movimiento de nuestro planeta es, por lo tanto, de Occidente á Oriente, y su velocidad uniforme; ya vimos, al estudiar las manchas solares, que el Sol está también dotado de un movimiento de rotación alrededor de un eje, cuya dirección es invariable. Todos los planetas deben girar asimismo alrededor de un eje, cuya dirección es invariable; pero debido á la distancia de unos, como Urano y Neptuno, y á la pequeñez de otros, como los asteroides, sólo se ha observado este movimiento de un modo indudable en Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno.

A la simple vista, confúndense los planetas con las estrellas que pueblan el espacio, pues, como ellas, sólo aparecen como puntos luminosos; pero examinados con el telescopio, presentan discos casi circulares, con manchas movibles, que demuestran que el cuerpo á que pertenecen es esférico y giratorio; los cinco planetas citados se encuentran en este caso, y casi puede asegurarse, si nos apoyamos en las leyes de la mecánica celeste, que las mismas circunstancias de movimiento han de concurrir en los demás cuerpos que, ya por su distancia, ora por su pequeñez, han desafiado la potencia de los modernos y poderosos telescopios. Todos los planetas, menos Neptuno, son visibles á la simple vista y se distinguen de las estrellas, no sólo por su movimiento propio, sino

también por la tranquilidad y dulzura de su luz; esto es, no centellean. Los ejes de rotación del Sol, de los planetas y de sus satélites tienen diversas inclinaciones, se dirigen á distintos puntos del espacio, pero estas inclinaciones son invariables para cada uno de ellos.

En su movimiento de traslación alrededor del Sol, recorren una órbita ó curva cerrada, llamada elipse, cuya forma no se aparta demasiado de la de una circunferencia; en uno de sus focos, y no en medio de la curva, está situado el Sol, que es el centro de movimiento de todos los planetas. Todas las curvas ú órbitas no son iguales, es decir, no presentan la misma excentricidad, pero sí son precisamente planas; y prolongadas, pasan por el centro del globo solar.

La órbita de la Tierra se halla comprendida en el mismo caso, y por razones que expondremos más adelante, ha recibido el nombre de *eclíptica*, y su plano, *plano de la eclíptica*. Como todas las observaciones celestes se hacen precisamente en la Tierra, el observador se encuentra *siempre* en el plano de la eclíptica; de suerte que, para nosotros, el plano de la eclíptica, prolongado en todos sentidos hasta la bóveda celeste, forma un círculo máximo de esta esfera y en el que se encuentra *siempre* el centro del Sol. Las órbitas de los demás planetas no están descritas en este plano, de manera que estos cuerpos no se nos presentan en todas épocas en el plano de la eclíptica.

Los tiempos ó períodos de las revoluciones de los planetas alrededor del Sol tienen una duración igual, pero varían de un planeta á otro, según que aumentan ó disminuyen sus distancias al Sol; de la misma manera que se mueven los planetas alrededor del astro central, giran los satélites alrededor de los planetas principales. El movimiento propio de los planetas se verifica aparentemente en una región ó zona del cielo que se extiende, aunque poco, á uno y otro lado del círculo de la eclíptica. Esta zona, conocida por los egipcios y los griegos, de una anchura de 16 grados, se llama *zodiaco*, y está dividida en doce partes iguales, que corresponden á los doce signos de este nombre.

Hemos dicho que las órbitas de los planetas están situadas en planos diferentes, que pasan por el centro del Sol y presentan diversas inclinaciones sobre la órbita de la Tierra ó eclíptica; veamos ahora si podemos darnos cuenta del sentido del movimiento de los astros que componen el sistema solar, alrededor del centro común.

Para esto, supongamos que un observador se elevase á una altura inmensa sobre el plano de la eclíptica, de tal manera que pudiese ver el mundo solar de frente, ó mejor dicho, como se contempla el panorama de una ciudad, desde una elevada torre ó desde un globo cautivo. En este caso, distinguiría el Sol, casi en el centro, y circulando á distancias desiguales, todos los planetas, describiendo curvas sensiblemente circulares y concéntricas y dirigiéndose todos en un mismo sentido.

Además, hemos de suponer que el observador pudiese distinguir, con auxilio de algún poderoso instrumento, el aspecto y estructura de los astros, en cuyo caso no dejaría de notar las manchas del Sol y la dirección de su movimiento de derecha á izquierda, esto es, de Occidente á Oriente (téngase en cuenta que suponemos al observador con los pies hacia la eclíptica y la cabeza en la parte septentrional del cielo): después, fijándose en los demás planetas, observaría



que todos giraban en el mismo sentido que el Sol, y que la dirección de este movimiento era igual á la del movimiento de traslación. Los satélites seguirían la misma ley alrededor de los planetas principales, excepción hecha de los de Urano, como veremos más adelante.

El eje de rotación de la Tierra, ó sea la línea que une sus polos, no es perpendicular al plano de su órbita; su inclinación es de unos  $66^\circ$  sobre la eclíptica, y como el centro del globo es el que recorre este plano, uno de sus polos estará sobre él y el otro debajo: supongamos que sea el polo Norte el superior, esto es, el que ve el observador; distinguiría entonces que todos los puntos de la Tierra giraban de derecha á izquierda ó de Occidente á Oriente (fig. 47); de manera que la misma ley es aplicable á todos los movimientos de circula-

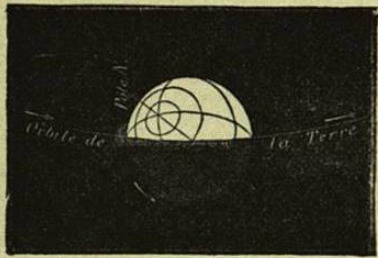


Fig. 47. - Sentido de los movimientos de rotación y de traslación de los cuerpos que componen el sistema solar.

ción, ya de los planetas alrededor del Sol, ora de los satélites en torno de los planetas.

Otro observador situado á gran distancia del mundo planetario distinguiría, en el centro, el Sol, y circulando á su alrededor, en órbitas que vistas de canto parecerían líneas rectas, unas estrellas de brillo desigual, que serían los planetas.

Resumiremos ahora todos los movimientos con objeto de que se perciba claramente la ley común que los rige.

El Sol y los planetas están animados de un movimiento de rotación uniforme, dirigido en igual sentido que el de la Tierra, ó sea de Occidente á Oriente, que se efectúa alrededor de un eje, cuya dirección es casi invariable para cada planeta en particular, pero cuya inclinación sobre la órbita varía de un cuerpo á otro.

Los planetas describen alrededor del Sol curvas casi circulares, inclinadas una cantidad variable, sobre la órbita de la Tierra. El sentido, la dirección de todos estos movimientos, es igual á la de los movimientos de rotación, es decir, de Occidente á Oriente, y por último, los satélites siguen la misma dirección al describir sus órbitas alrededor de los planetas.

Sabemos que la Tierra es un planeta, y que como los demás circula alrededor del Sol; los planetas que se hallan entre este astro y nosotros se llaman inferiores ó interiores, y sus distancias angulares al Sol están siempre comprendidas dentro de límites fijos; en esta clase, y en orden á sus distancias solares, se encuentran Mercurio y Venus; la existencia de Vulcano es cada vez más problemática; sigue luego la Tierra, acompañada de su satélite la Luna, como término ó división entre esta clase y la siguiente, que la componen los planetas superiores ó exteriores, llamados así porque siempre distan del Sol más que la Tierra y porque sus distancias angulares al astro central pueden obtener toda clase de valores, hasta el punto de ocupar lugares diametralmente opuestos. Son Marte, Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno.

Además de los planetas principales, debemos contar una multitud de cuerpos planetarios de pequeñas dimensiones, que circulan entre las órbitas de

Marte y Júpiter, cuyo número aumenta constantemente, todos descubiertos en el siglo último; hasta hoy se cuentan 500, y los principales son Ceres, Palas, Juno, Vesta, Astrea, Hebe, Iris, Flora, Metis, etc., etc.

Entre los infinitos cuerpos que circulan alrededor del Sol de un modo periódico hay cinco, que son á su vez centros de movimientos, es decir, que tienen otros astros ó satélites que giran en torno suyo, al mismo tiempo que el globo

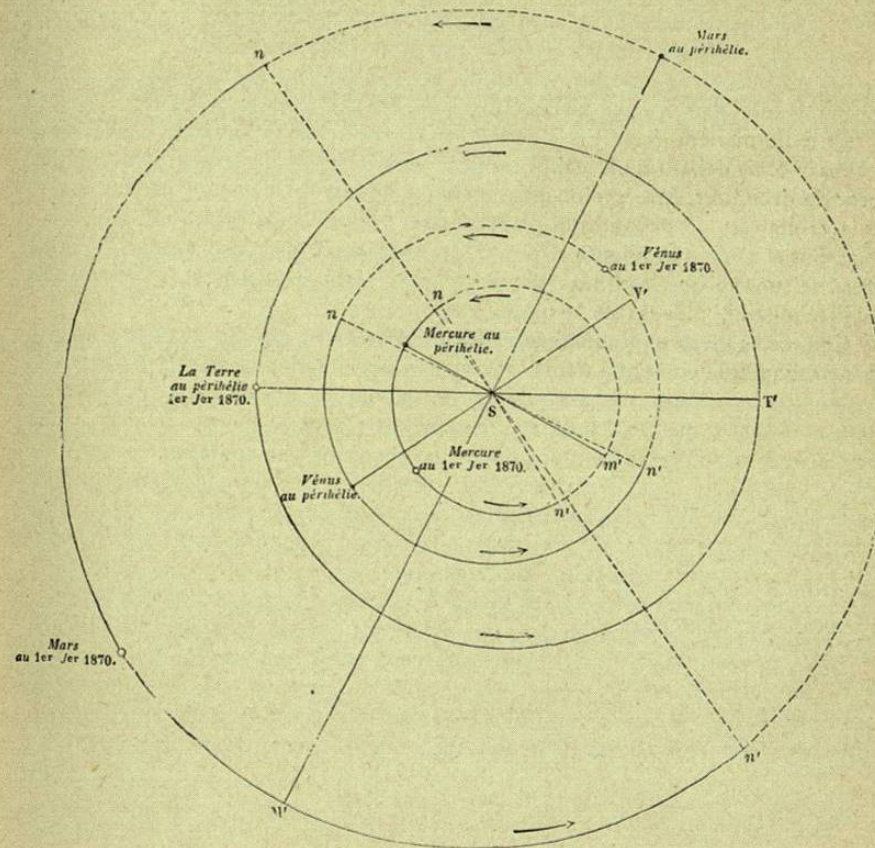


Fig. 48. - Órbitas de los planetas medios Mercurio, Venus, la Tierra y Marte en el perihelio

central gira alrededor del Sol; estos son: la Tierra con su satélite la Luna; Marte con dos, Fobos y Deimos; Júpiter con cinco, Io, Europa, Ganimedes y Calisto, y el quinto sin nombre todavía; Saturno con ocho, Mimas, Encélado, Tetis, Dione, Rhea, Titán, Hiperión y Jafet; Urano con cuatro, Ariel, Umbriel, Titania y Oberón; y Neptuno con un solo, que no lleva el nombre de ninguna divinidad mitológica.

Dijimos antes que el Sol no ocupa el centro de las órbitas planetarias, sino uno de los focos. En la fig. 48 se representan las órbitas de los cuatro planetas



medios, con sus verdaderas dimensiones relativas; la distancia del centro de la órbita al centro del Sol, expresada en semiejes mayores, ó la distancia media de un planeta al Sol, tomada como unidad, es lo que se llama excentricidad de la órbita, y mientras más elevado sea este valor, mayor es la diferencia que presenta la órbita correspondiente con un círculo; esto sucede con Mercurio y Marte; menos con la Tierra, y menos aún con Venus, cuya órbita es casi circular. Los dos extremos del diámetro mayor han recibido los nombres de *perihelio* y *afelio* respectivamente, cuya significación se dió en la pág. 10, correspondiendo á las menores y mayores distancias de los planetas al Sol.

Sabemos también que las órbitas de los planetas no se encuentran todas en un mismo plano, y que forman diversos ángulos con la eclíptica ú órbita terrestre, de manera que en el curso de una revolución se hallarán unas veces encima y otras debajo de la eclíptica; pero para pasar de un lado á otro han de cortar la órbita terrestre prolongada, en unos puntos *n*, *n*, que se llaman *nodos* de la órbita (fig. 48); cuando el planeta pasa encima de la órbita de la Tierra, cruza por el nodo ascendente, y por el descendente en el caso contrario; en la figura se supone que las líneas de puntos representan la órbita que cae hacia la parte austral, y los trazos las porciones boreales.

Con estas ideas preliminares, vamos á empezar el estudio detallado de los numerosos fenómenos que tienen lugar en esos mundos lejanos, y trataremos de penetrar, en cuanto nos sea posible, no sólo en los misterios de su mecanismo en conjunto, sino en los de su constitución y aspecto físico. Las formas de los planetas, sus accidentes topográficos, las manchas que aparecen en sus discos, sus paisajes y montañas, sus nubes y sus hielos, la duración del día y de la noche, la de su año y las variaciones de sus climas y estaciones podremos apreciarlos con el auxilio de poderosos telescopios y de admirables métodos de cálculo; para nosotros no habrá obstáculos que vencer, ni nubes que nos oculten el cielo, ni peligrosos y largos viajes á desiertas islas; todo se nos presentará fácil, sencillo y cómodo; pero no olvidemos que los misterios en que tan suavemente vamos á iniciarnos representan una suma inmensa de dolores y sufrimientos, y tengamos, al menos, un recuerdo de gratitud para aquellos hombres ilustres, mártires de la ciencia, que han sacrificado su fortuna, su reposo, su salud y hasta su vida en beneficio del saber y del progreso de la humanidad.

## CAPITULO PRIMERO

### VULCANO

Para expresar las distancias respectivas (1) de los planetas al Sol, conócese en Astronomía una ley empírica, de ningún valor hoy, y que lleva por nombre los de Titius ó Bode, ambos astrónomos alemanes.

Si escribimos los números

0 3 6 12 24 48 96 192

que, á partir del segundo, se obtienen multiplicando por 2 el anterior, y agregamos el número 4 á cada uno de ellos, resultará la siguiente serie:

4 7 10 16 28 52 100 196

en la que cada término representa la distancia de un planeta al Sol. A mediados del penúltimo siglo, en que esta ley se formuló, sólo se conocían los planetas

4	7	10	16	28	52	100
Mercurio	Venus	la Tierra	Marte	Júpiter	Saturno	

que correspondían, salvo pequeñísimas diferencias, á los términos de la progresión. En 1781, el inmortal Herschel descubrió el planeta Urano, y su distancia al Sol era la misma exactamente que por esta ley debía corresponderle, ó sea el número 196 de la serie. Excitó vivamente el descubrimiento la atención de los astrónomos, que viendo confirmada la ley de un modo tan palmario, no vacilaron en afirmar que al quinto término debía corresponder un planeta cuya órbita estuviera comprendida entre las de Marte y Júpiter. En el Almanaque de Berlín llegó el Barón de Zach á publicar los elementos del pretendido cuerpo, y se formó una sociedad de astrónomos, los que dividieron el zodíaco en veinticuatro partes iguales, comprometiéndose cada uno de ellos á observar con toda asiduidad la región de que se había encargado, con objeto de descubrir el planeta supuesto. Ninguno de los miembros de la Sociedad logró encontrarlo; pero el primer día del siglo pasado, el 1.º de enero de 1801, Piazzi, en Palermo, descubrió á

(1) En la exposición de esta obra observarán los lectores cierta falta de método y unidad, de la que en parte nos declaramos responsables; á veces, suponemos en el lector algunos conocimientos científicos, y á veces también, tratamos de explicarle hasta los más elementales principios de la física; esta falta, que somos los primeros en reconocer, la hubiéramos tratado de evitar si nuestro libro se destinase á la enseñanza escolástica, en la que los alumnos están obligados á estudiar en consonancia con un plan general, pasando sucesivamente de lo elemental á lo complejo, y en la que no se investiga ningún problema, sin que el anterior haya sido resuelto. Nuestra marcha es muy otra, y tenemos precisión, para hacer amena la lectura, de abordar ciertos asuntos que, para ser tratados debidamente, necesitarían conocimientos anteriores; nada, empero, quedará sin explicación, y más adelante, en su lugar, nos ocuparemos de los métodos y leyes fundamentales de la Astronomía.