

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.

Ceres, que con alguna discrepancia vino á llenar el hueco que existía en la serie; aparecieron luego Palas, Juno, Vesta y otros, que no se ajustaban á la ley de Bode, empezando ésta á perder su importancia. Sin embargo, hasta el admirable descubrimiento de Neptuno por Le Verrier, no recibió la ley lo que podríamos llamar el golpe de gracia.

Cuando este astrónomo se ocupó del cálculo de los movimientos ó efemérides de Mercurio en 1859, no pudo explicarse, teniendo en cuenta tan sólo la influencia de los planetas conocidos, los pasos frecuentes de este astro por delante del disco solar, y para obviar esta dificultad, calculó de nuevo, suponiendo ya cierta elipticidad en la masa del Sol, ora que la atmósfera de este cuerpo central se extendiese hasta Mercurio y estuviese animada de un movimiento más rápido que el planeta, ya, por último, una mayor resistencia del éter. Todas estas hipótesis fueron insuficientes, y la dificultad desaparecía con sólo aumentar en 38 segundos el movimiento del perihelio, en cuyo caso, la teoría de los pasos de Mercurio sería superior en exactitud á las mejores teorías astronómicas; este aumento del movimiento secular del perihelio puede obtenerse sin que produzca sobre el sistema solar ningún efecto sensible, admitiendo la existencia de un planeta entre Mercurio y el Sol, que se mueva en una órbita poco inclinada sobre la del primero, puesto que en el movimiento de su nodo no se ha observado una variación semejante á la del perihelio; la órbita del planeta puede suponerse, dada la indeterminación del problema, circular, y la masa igual á la de Mercurio, si se le considera á mitad de la distancia de éste al Sol, pues debiendo imprimir al perihelio un movimiento secular de 38 segundos, resulta entre su masa y su distancia al Sol una relación tal, que á medida que ésta se disminuye, hay que aumentar aquélla, y recíprocamente.

Estos cálculos é hipótesis fueron presentados por su autor á la Academia de Ciencias de París, en la época que hemos señalado, y poco tiempo después, el doctor Lescarbault, de Orgières, dirigió al mismo cuerpo científico una comunicación, anunciando que el 26 de marzo de 1859 había visto cruzar por el disco del Sol un cuerpo negro circular, muy semejante á Mercurio, cuyo paso había observado anteriormente el 8 de mayo de 1845. El médico astrónomo se había fijado en que la ley de Bode no representaba, ni con mucho, la relación exacta de las distancias de los planetas al Sol, y pensó que, aparte de los ya conocidos, pudiera muy bien haber otros situados entre Mercurio y el cuerpo central. Consiguientemente, dedicóse á practicar un examen escrupuloso de este astro, día por día, hasta que encontró, ó creyó encontrar, el cuerpo que buscaba. Es oportuno recordar la clase de cuaderno de observaciones que usaba, la cual, no obstante la aprobación del célebre Babinet, creemos defectuosa, pues escribía el resultado de sus investigaciones en una tabla y luego las borraba con un cepillo de carpintero. En una de ellas leyó Le Verrier, que se había trasladado Orgières, la observación completa, y de su examen adquirió la certidumbre de que el observador había obrado con completa buena fe, y que el paso era muy posible.

Creemos que nuestros lectores verán con gusto la siguiente relación de la entrevista que celebró Le Verrier con Lescarbault. Al llegar el Director del Observatorio de París á casa del modesto médico, sin darse á conocer y de un modo brusco le dijo con altivez: «¿Conque es usted el que pretende haber obser-

vado el planeta intramercurial y ha cometido la grave falta de guardar el secreto de su observación durante nueve meses? Advierto á usted que he venido aquí con idea de hacer justicia á las pretensiones de usted, y para averiguar si ha procedido usted con lealtad ó si ha sido víctima de un error. Dígame usted, pues, con franqueza, lo que ha visto.» El doctor, entonces, refirió lo que había presenciado, relatando todos los detalles referentes á su descubrimiento; al hablar del método grosero que había adoptado para averiguar el tiempo del primer contacto, preguntóle Le Verrier de qué cronómetro se había servido, y no fué pequeña su admiración cuando el médico le enseñó un antiguo reloj de bolsillo, muy grande, cuyas agujas sólo marcaban horas y minutos; este instrumento imperfecto le acompañaba en los viajes que se veía obligado á efectuar á causa de su profesión, pero no podía servir para esta clase de experimentos delicados. Le Verrier empezó á sospechar con este motivo que la famosa observación podía ser muy bien una impostura ó una ilusión, y exclamó con calor: «¿Cómo, con ese antiguo reloj que sólo señala minutos, se atreve usted á decir que estima segundos? ¡Vaya, vaya, ahora veo que mis sospechas eran muy fundadas!» A esto contestó Lescarbault que tenía un péndulo por el cual contaba los segundos; enseñólo, y consistía en una bola de marfil atada á un hilo de seda, que colgaba de un clavo de la pared y cuyas oscilaciones, comparadas con el reloj, medían aproximadamente segundos. Le Verrier quiso saber entonces cómo apreciaba el número de segundos transcurridos, puesto que no había nada para marcarlos, á lo que repuso Lescarbault que esto no era difícil para él, estando acostumbrado á pulsar y á contar las pulsaciones, y que del mismo método se valía para con su péndulo. Vino luego la inspección del anteojo, que era bueno; pidióle Le Verrier el registro ó cuaderno original de sus observaciones y después de varias investigaciones, apareció cubierto de grasa y de láudano; había un error de cuatro minutos entre la observación y la carta del doctor relativa al descubrimiento, lo que hizo exclamar á Le Verrier que la observación era falsa; pero el error consistía en que el reloj estaba arreglado al tiempo sidéreo. Quiso saber entonces el Director del Observatorio de qué medios se valía el médico para arreglar su reloj al tiempo sidéreo, y el modesto astrónomo le enseñó un pequeño anteojo adecuado á este objeto. Hízole varias preguntas más, y todas fueron contestadas satisfactoriamente; en una tabla, trazados con tiza, estaban hechos los cálculos de Lescarbault para averiguar la distancia del planeta al Sol, deducida del período de cuatro horas que tardó en cruzar el disco solar; los cálculos eran erróneos, pues el doctor no poseía bastantes conocimientos matemáticos para resolver este problema. El resultado de la entrevista fué que Le Verrier quedó bien convencido de que la observación de Lescarbault era exacta, y de que, en efecto, había visto un planeta cruzar por el disco del Sol; felicitó al doctor por su descubrimiento, y volvió á París con idea de hacer nuevos cálculos, basados en los datos suministrados por el oscuro observador de Orgières.

Mr. Lummis, de Manchester, el 20 de marzo de 1862, observaba el Sol entre ocho y nueve de la mañana, cuando le sorprendió la aparición de una mancha, animada de un movimiento propio muy rápido; observóla con un amigo suyo por espacio de veinte minutos, y ambos la vieron perfectamente negra y circular; su diámetro aparente era de unos 7" y en el tiempo que duró la obser-

vación recorrió un arco de 12'; Mr. Hind examinó el diagrama hecho por Lummis y dedujo que el arco recorrido por la mancha debía reducirse á 6'.

Los elementos deducidos de las observaciones de Lummis concuerdan de un modo bastante satisfactorio, en cuanto al valor de la órbita, con los que Le Verrier obtuvo anteriormente; estos cálculos fueron efectuados por dos matemáticos franceses, Valz y Radau.

Dedúcese de la posición heliocéntrica de los nodos, que los pasos de Vulcano por delante del disco del Sol, han de ocurrir sólo entre el 25 de marzo y el 10 de abril en el nodo ascendente, y entre el 27 de septiembre y el 14 de octubre en el descendente. Son varios los individuos que antes y después de Lescarbault han creído ver puntos negros ó manchas cruzar por el disco del Sol, que pudieran atribuirse á pasos de Vulcano. Fritsch, el 10 de octubre de 1802, vió sobre el Sol una mancha circular, que recorrió un arco de 2' en tres minutos de tiempo; las nubes impidieron continuar la observación, y al cabo de cuatro horas se despejó el Sol, habiendo desaparecido el planeta. En 9 de octubre de 1819 observó Stark una mancha muy detallada, de forma perfectamente circular y casi del tamaño de Mercurio, en las horas de la mañana; á la caída de la tarde intentó buscarla inútilmente, pues ya no era visible.

Una observación análoga hizo Schmidt el 11 de octubre de 1847 y el mismo astrónomo, en octubre de 1849, vió un punto negro, de unos 15" de diámetro, que cruzó rápidamente el disco solar de Este á Oeste. El citado observador dice que tiene la seguridad de que no era ni un pájaro, ni un insecto, el cuerpo que atravesó el campo de su anteojo.

En la misma fecha en que el Dr. Lescarbault vió el supuesto planeta, observaba en el Brasil el astrónomo francés Liais, el cual publicó una comunicación diciendo que, á pesar de haber usado un anteojo mucho más poderoso que el del médico de Orgiérés, nada había notado en la superficie del Sol en las distintas veces que lo observó; no basta la paralaje para explicar cómo un cuerpo tan cercano al Sol, y que se proyectase sobre su disco en Francia, no fuese visible en el Brasil.

Durante varios años, apenas si volvió á hablarse del asunto, siendo muchas las personas que creían desprovisto de fundamento cuanto se dijera sobre la existencia de Vulcano. Mr. Hind, el famoso astrónomo de Inglaterra, sin embargo, juzgó conveniente publicar una carta en 1872, de la que extractamos los párrafos más importantes y en la que casi se asegura que el hipotético cuerpo debe existir. Es muy importante que los elementos relativos á la posición del nodo, ó punto de intersección de la órbita del planeta con la eclíptica, y su inclinación sobre ella, según los cálculos de Valz, basados en la observación de Lummis, sean tan semejantes á los hallados por Le Verrier, fundados en la observación de Lescarbault. Es cierto que si la posición del nodo y la inclinación fueran precisamente las indicadas por los calculadores, no debiera haberse visto el día 16 de marzo el planeta proyectado sobre el disco del Sol, habiéndose observado en esta situación seis días antes, esto es, el 20 del mismo mes. Pero considerando cuán groseras son las observaciones en que se apoyan estos cálculos, no es grande la fuerza de la objeción. El período de la revolución del planeta, deducido por Le Verrier de la observación hecha en 1859, es de 19.70 días; to-

mándolo como un valor aproximado del verdadero período, se encuentra que si suponemos verificadas cincuenta y siete revoluciones entre la observación de Lescarbault y la de Lummis, resulta un período de 19.81 días. Comparando este valor con las observaciones anteriores de marzo y octubre, en que el supuesto cuerpo pasaría por el disco del Sol en opuestos nodos, vemos que en 9 de octubre de 1819 debió el hipotético planeta haberse encontrado en conjunción con el Sol, y en este día precisamente hizo el canónigo Stark la siguiente observación: «En este momento apareció una mancha nuclear, negra, de contornos bien definidos y de forma circular, del tamaño de Mercurio. La mancha dejó de verse á las 4<sup>h</sup> 37<sup>m</sup> de la tarde y no volví á distinguirla ni el 9 ni el 12, cuando me fué dable observar de nuevo el Sol.»

La hora exacta de la observación no se menciona, pero parece ser la del mediodía, que era el tiempo en que Stark observaba habitualmente el disco solar. De aquí se deduce un período de 19.812 días.

Quedó así este asunto, poco menos que olvidado, durante algunos años, hasta que á fines del verano de 1876 se hizo pública una observación efectuada en Peckeloh por Weber, el 4 de abril de 1876, del paso de un cuerpo negro y redondo por el disco solar. Pero sólo era una mancha algo más particular que otras, y nada más, y fué dibujada en el Observatorio de Madrid por el Sr. Ventosa, y fotografiada en Greenwich por la señorita que tiene á su cargo esta parte de las tareas de aquel importante Observatorio. Esto se supo más tarde, y mientras tanto, despertada de nuevo la atención de los astrónomos, ocupóse Le Verrier en discutir y examinar todas las observaciones que se habían presentado sobre pasos de planetas, admitiendo la errónea de Weber, que daba lugar á suponer otro paso del 2 al 3 de octubre del mismo año, si la revolución sidérea era de 28 días, y del 9 al 10 del propio mes, si era de 42.

Esta incertidumbre provenía de que todas las observaciones habían sido hechas en el nodo descendente, ignorándose por esta razón la excentricidad de la órbita, cuya influencia habría de manifestarse en el paso de octubre.

Janssen, el astrónomo francés que ideó el método de observar las protuberancias solares, sin aguardar á las raras ocasiones de los eclipses, y que tanto ha contribuído á hacer progresar la óptica celeste, creyó posible encontrar el planeta sin que se proyectara sobre el disco del Sol. Para facilitar estas investigaciones, calculó Le Verrier unas efemérides de las elongaciones del planeta para octubre de 1876 y que no reproducimos por ser innecesario; baste saber que el problema es mucho más complicado, pues las varias órbitas que se han establecido anteriormente, coinciden con las épocas de los pasos por los nodos; pero no sucede lo mismo en los tiempos intermedios, de donde nace la necesidad de consultar las cuatro órbitas y de extender las investigaciones á las cuatro posiciones que resulten.

El interés de este asunto era extraordinario y preocupaba grandemente la atención de los astrónomos. Estaba anunciado un paso probable para el 22 de marzo de 1877. El Director del Observatorio de París dirigió, poco antes de esa fecha, una comunicación á muchos astrónomos de las cinco partes del mundo, excitándolos á observar el disco del Sol del modo más escrupuloso en los días 21, 22 y 23 del citado marzo. Decía Le Verrier, que después de una eliminación

delicada de las observaciones inconciliables, podía reconocerse que cinco de ellas parecían pertenecer, en efecto, á pasos de un planeta, á saber:

Fristch	1802,	Octubre	10
Decuppis	1839,	Octubre	2
Sidebotham	1849,	Marzo	12
Lescarbault	1859,	Marzo	26
Lummis	1862,	Marzo	20

Parece difícil creer que observadores que no han tenido entre sí relación alguna, ni conocimiento de los períodos que estaban en discusión, hayan venido á fijarse casualmente sobre las cinco épocas exactas de un fenómeno que puede explicarse por el movimiento de un solo planeta.

El sabio Director del *Nautical Almanach* Mr. Hind dió mayor autoridad á estas conclusiones, haciendo conocer una sexta observación, la de Stark, del 9 de octubre de 1819, que también podía representarse por la misma órbita. Los pasos del planeta presentan períodos como todos los fenómenos del mismo género.

Considerando Mr. Airy que el planeta sólo tardaría en cruzar el disco del Sol dos ó tres horas, y que limitando las observaciones á Europa podía muy bien pasar inadvertido, telegrafió á los observatorios de la India, de Australia y de Nueva Zelanda; este último era de grande importancia, por estar situado en una longitud precisamente opuesta á la de Inglaterra. Otros telegramas se dirigieron á Wáshington, Santiago de Chile y San Francisco de California. Struve, Director del Observatorio de Pulkowa, avisó á los astrónomos de Siberia y del Japón; de suerte que, contando los Observatorios de Africa, se podía observar el fenómeno en toda la redondez de la Tierra, distando entre sí los Observatorios más apartados sólo dos horas; la única laguna era el inmenso Pacífico.

Llegó el deseado 21 de marzo de 1877; el tiempo en general fué bastante favorable para la inspección del disco solar, en el que sólo se percibieron algunas manchas sin importancia; este día, sin embargo, no era el crítico, sino el siguiente 22: pero tampoco se vió el planeta en ninguna de las múltiples estaciones esparcidas por el globo; pasó el día 23 y con él la última esperanza de los astrónomos; es cierto, que el cálculo no indicaba un paso preciso, pues la distancia al nodo era de casi 11°, y así lo avisó Le Verrier, sin que tengan fundamento, por lo tanto, las críticas y censuras que algunos astrónomos se permitieron hacer de este asunto después, y no antes, de la fecha anunciada.

El profesor Watson, del Observatorio de Wáshington, observó el eclipse total de Sol del 29 de julio de 1878, y creyó distinguir una estrella rojiza en la constelación de Cáncer, de cuarta magnitud, que no presentaba elongación ninguna que hubiera podido hacer creer que se tratase de un cometa. El profesor Watson era un buen astrónomo, hábil y gozaba de buen concepto, que aleja toda idea de que pudiese haber en el asunto alguna superchería. La observación se hizo en condiciones excelentes. También en el eclipse total del 11 de enero de 1880, observado en California, se vió un planeta intramercurial; pero en ninguno de los posteriores, ni en el último del 28 de Mayo de 1900, á pesar de la perfección de los instrumentos y de la mayor atención y cuidado que los astrónomos han consagrado al asunto, se ha descubierto el enigmático cuerpo, por lo cual empieza á ser general la creencia de que no existe.

## CAPITULO II

### MERCURIO

Conocimientos de los antiguos sobre Mercurio. — Dimensiones y distancias de Mercurio. Aspecto y movimientos de Mercurio. — Pasos de Mercurio por el disco del Sol

Como hemos visto en el capítulo anterior, la existencia de Vulcano es muy problemática, y por lo tanto, tenemos que admitir que Mercurio es el planeta conocido más próximo al Sol. Estudiado desde la más remota antigüedad, recibió de los egipcios los nombres de Set y de Horos; los indios lo llamaron Buda y Rohineya.

Por las ligeras ideas que apuntamos en la *Introducción* de este libro, sabemos que Mercurio, en su movimiento de revolución, ha de encontrarse á diversas distancias del Sol, ora á la derecha, ya á la izquierda de este astro. Por esta causa, dice Laplace, hubo de necesitarse una larga serie de observaciones para reconocer la identidad de los dos astros que se veían alternativamente por la mañana ó por la tarde, aproximarse al Sol y separarse de él; pero como jamás se veían ambos cuerpos al mismo tiempo, y el uno se presentaba únicamente cuando el otro había desaparecido, se vino al fin en conocimiento de que era un solo planeta que oscilaba á uno y otro lado del Sol. A esto se debe que, en casi todos los pueblos antiguos, dieran dos nombres á un solo y único cuerpo celeste; los griegos lo llamaban Apolo, el dios del día, cuando se encontraba al Oeste del Sol y anunciaba la aurora, y Mercurio, el dios de los ladrones, cuando era visible por la tarde, después de la postura del luminar del día, pues la noche protege las fechorías de los desalmados.

Los nombres de los planetas los hemos heredado de los latinos; pero, en realidad, son traducciones de voces griegas.

La observación más antigua que se registra sobre Mercurio se remonta al año 494 de la era de Nabonasar, esto es, 60 años después de la muerte de Alejandro Magno, en la mañana del día 19 del mes egipcio Toth, fecha que corresponde al 15 de noviembre del año 265 antes de J. C. El planeta distaba como un diámetro lunar de la línea que une las estrellas *beta* y *delta* de la constelación de Escorpión, y dos diámetros lunares, hacia el Norte, de la estrella *beta*. En la grande obra de Claudio Ptolemeo el *Almagesto*, se mencionan, además de ésta, otras observaciones que alcanzan hasta el año 134 de nuestra era.

En los anales de los chinos se registran observaciones de Mercurio, efectuadas el año 118 de la era cristiana; consisten, por lo general, en *apulsos*, nombre que se da á la aproximación de dos cuerpos celestes, como estrellas con planetas ó con la Luna, etc. Le Verrier ha comprobado la exactitud de algunas de estas observaciones de los astrónomos del Celeste Imperio, comparándolas con