contraremos en números redondos 320.000 para relación aproximada entre la masa del Sol y la de la Tierra. Si hubiésemos tenido en cuenta las decimales y las fracciones, habríamos encontrado 324.000.

Sabemos, pues, matemáticamente, que el Sol pesa 324.000 veces más que la Tierra.

Puesto que la Tierra pesa 5.875 sextrillones de kilogramos, como hemos dicho, el Sol pesa 324.000 veces más, ó sean 1.900 octillones, ó, en números redondos, dos nonillones de kilogramos. Como se ve, todo es muy sencillo.

Los planetas se pesan de la misma manera, por la velocidad del movimiento de sus satélites alrededor de ellos; los que no tienen satélites han sido pesados por la atracción que ejercen sobre los otros planetas ó sobre los cometas.

Las estrellas se pesan igualmente cuando se puede observar la revolución de otra estrella regida por su atracción. Así, pues, medir y pesar los astros no es un mito, sino verdadera realidad.

XI

DESCRIPCIÓN DE LOS PLANETAS DE NUESTRO SISTEMA

Examinemos ahora en detalle, en un rápido viaje astronómico, cada uno de los mundos que constituyen nuestra gran familia celeste. Es natural empezar el viaje por el centro del sistema, por el planeta más próximo al foco; es decir, por Mercurio.

MERCURIO

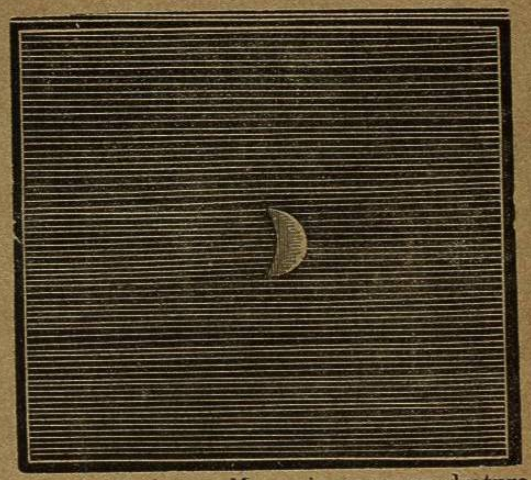
Mercurio es, como ya hemos dicho, el primer planeta que se encuentra, partiendo del Sol: á 15 millones de leguas. Su órbita, siendo interior á la de la Tierra, unas veces se halla entre el Sol y nosotros, otras del otro lado del Sol, con relación á nuestro globo, otras formando ángulo recto, etc. Resulta, pues, que sus fases son análogas á las de la Luna, viéndose con auxilio del telescopio. Cuando está entre el Sol y la Tierra no podemos verlo en el cielo, porque tiene entonces un hemisferio obscuro vuelto hacia nosotros (no brilla co-

mo la Luna y todos los planetas, más que por la luz que recibe del Sol y que refleja en el espacio). Cuando forma un pequeño ángulo con el Sol, vemos un poco de su hemisferio iluminado, y un *creciente* muy marcado se divisa con el anteojo. Cuando forma ángulo recto se asemeja al primero ó al último cuarto de la Luda, etc. No se le ve jamás perfectamente redondo con el telescopio, porque en las épocas en que nos mostraría todo su hemisferio alumbrado, se halla detrás del por delante Sol, que lo eclipsa. A veces pasa precisamente del Sol: ejemplo, el 10 de Mayo de 1891.

Presenta generalmente un aspecto análogo al de figura. A causa de su proximidad al Sol, Mercurio no es visible para nosotros, habitantes de la Tierra, más que á las primeras horas de la noche ó por la mañana, jamás á media noche, y siempre en el crepúsculo. Pero se le puede observar durante el día con instrumentos astronómicos.

Este planeta es el más pequeño del sistema (excepción hecha de los fragmentos que gravitan entre Marte y Júpiter). En volumen es diez y ocho veces más pequeño que la Tierra; en superficie es siete veces menor; su diámetro apenas si llega á la tercera parte del de nuestro globo, pues está con el de la Tierra en la relación de 373 á 1.000, y su longitud es de 4.753 kilómetros; de donde se

deduce que ese globo tiene solamente 14.924 kilómetros de circunferencia ó contorno.



Aspecto del planeta Mercurio en su cuadratura.

Las quebraduras observadas á lo largo del borde iluminado por el Sol, indican que la superficie de Mercurio es accidentada. Los dentellones de la línea de separación de la sombra y de la luz, atestiguan la existencia de altas montañas que interceptan la iluminación solar, y valles ocultos en la sombra que resaltan sobre las partes iluminadas del suelo del planeta. Sabemos, además, que está rodeado de extensa atmósfera, en la cual flotan vapores absorbentes.

Mercurio es el mundo que recibe del Sol más

luz y calor; gravita al derredor del astro radiante en el corto período de 88 días: su año es, pues, más corto que tres meses de los nuestros. Su distancia al Sol varía mucho en el curso de su año, y el astro del día brilla en su cielo ya con disco, diez veces mayor y más caloroso que el que á nosotros presenta, ya con disco solamente cuatro veces mayor, lo que es aún considerable.

Aunque el planeta Mercurio no es fácil de observarlo por elevarse muy poco sobre las brumas de nuestro horizonte, se puede juzgar por su aspecto que su atmósfera es mucho más densa que la nuestra.

Mercurio pesa próximamente 15 veces menos que el globo terráqueo; de donde resulta que la densidad de los materiales que lo componen excede solamente en un sexto á la de las materias terrestres, por término medio, pues allí, como aquí, hay diferencias según las substancias. *La gravedad* en su superficie es menos de la mitad de la terreste; un kilogramo transportado á Mercurio pesaría allí solo 439 gramos. Esa disminución de peso hace que seres pesados y enormes, como el elefante, el hipopótamo, el mastodonte ó el mammouh podrían tener en ciertos mundos la agilidad de la gacela y de la ardilla. La imaginación puede fácilmente suponer la metamorfosis que la diferencia de pesantez ha de realizar en las obras

materiales y hasta intelectuales de la humanidad en la superficie de otro planeta.

En cuanto á las condiciones de vida en ese mundo, son muy diferentes que las de la Tierra. La temperatura debe ser muy elevada, á pesar de las nubes de la atmósfera. El planeta es pequeño, y las provincias que le dividen no deben tener más que una pequeña extensión. Los materiales de que se componen los seres y las cosas son un poco menos densos que los nuestros; el peso es menor de la mitad que aquí. Esas son ya grandes diferencias con el mundo que habitamos; pero la mayor de todas es que este planeta gira en derredor del Sol, presentándole siempre la misma cara, como la Luna en derredor de la Tierra; de suerte, que tiene un hemisferio constantemenre iluminado, y el otro constantemente obscuro.

Este descubrimiento, muy reciente, fué hecho por M. Schiaparelli en 1889: día eterno en un lado, y noche eterna en el otro. Un ligero balanceo debido á la elipticidad de la órbita, permite á veces que el Sol llegue á los bordes del hemisferio obscuro. He ahí un mundo sin días, sin noches, sin meses, sin años, sin calendario. ¿Se mide allí el tiempo? ¿Se envejece? ¿Se muere? ¡Quién sabe! La variedad de la creación es infinita.

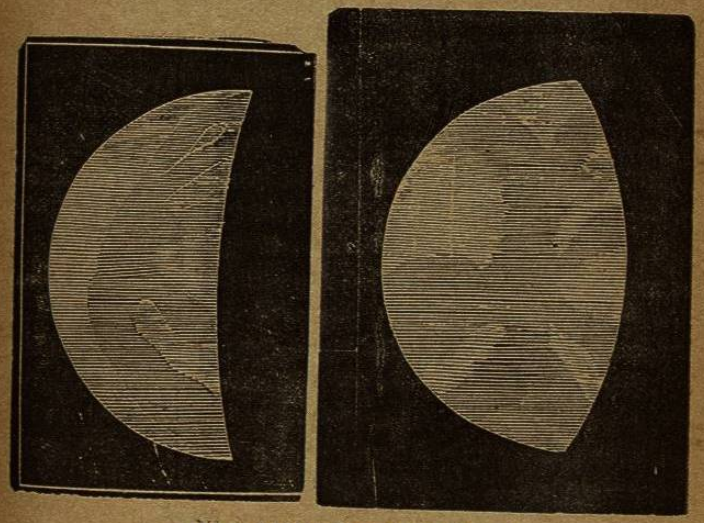
VENUS

El planeta Venus sigue á Mercurio en el orden

de distancias al Sol. Está situado entre Mercurio y nosotros, puesto que Mercurio es la primera y la Tierra la tercera de las provincias de la gran república solar. Mientras que Mercurio gira en derredor del astro del día á la distancia de 15 millones de leguas, y nuestro mundo á la de 37 millones, Venus gravita á la de 27 millones.

Es para nosotros el astro más brillante del cielo. Su órbita, siendo interior á la de la Tierra, y mucho más pequeña, Venus queda siempre, como Mercurio, en los alrededores del Sol, cuya luz nos refleja con gran vivacidad y briilo; pero puede alejarse de éste mucho más allá de la mayor elongación de Mercurio. Cuando se halla en la mitad de su órbita, que precede al Sol, se divisa por la mañana al Oriente antes de salir este astro, precediéndole más ó menos, según su distancia angular, ya una hora, ya dos, ya tres; por lo cual, desde la más remota antigüedad, se ha distinguido con los nombres de *estrella de la mañana*, *estrella del Pastor y de Lucifer*. Cuando recorre la mitad de su órblta, que sigue al Sol, se muestra anochecido al Occidente, antes que todos los demás astros del firmamento, y atrasándose al Sol en una, dos, y hasta tres horas, según su distancia angular á este astro. Por eso también se le ha dado el nombre de estrella de la tarde, *Vesper*. Este planeta presenta, visto con telescopio, fases

como Mercurio; los mejores dibujos han sido hechos durante las fases que correspondían á las épocas de su buena visibilidad, pero son siempre bastante vagos, porque la observación es extremamente difícil, siendo preciso hacerlos duramte el día, pues la luz de Venus es demasiado brillante durante la noche.



Vistas telescópicas de Venus.

Presentamos á nuestros lectores, como muestra, dos dibujos hechos en el observatorio de Niza, por M. Perrotín, el 17 de Abril de 1890, de las 4 horas, 45 minutos á las 7, y el 27 de Septiembre, desde la 1 hasta las 5.

Venus gira en derredor del Sol en una revolución de 224 días y 16 horas, en la misma dirección que la Tierra, y según las observaciones más recientes, parece hallarse en una situación análoga á la de Mercurio, y presenta siempre la misma cara al Sol, de donde resulta que tampoco tendrá ni años, ni noches, ni días, ni calendario, y que un eterno día reinará en el hemisferio expuesto constantemente al Sol, y una noche eterna en el opuesto; pero no se tiene de ello tanta seguridad como para Mercurio. Como dimensiones, Venus es el planeta que se asemeja más á la Tierra. Su diámetro es casi igual al de nuestro mundo. Ningún otro globo del sistema ofrece tanta semejanza con el nuestro. Júpiter, por ejemplo, es 1.279 veces más voluminoso que la Tierra; Saturno, 719; Urano, 69, y Neptuno, 55. Esos son colosos con relación á nosotros. El volumen de Marte, al contrario, no es más que las 15 centésimas partes del de la Tierra, y el volumen de Mercurio, las 5 centésimas partes del nuestro. El volumen de la Luna, la 49ª parte del de la Tierra; es decir, un poco más del tercio del de Mercurio. En fin, los mayores de los minúsculos planetas que circulan entre Marte y Júpiter, no miden más que algunos centenares de kilómetros, y los más pequeños bajan hasta algunos kilómetros solamente. Se ve que en todas esas diversidades, Venus puede ser llamado el hermano gemelo de la Tierra.

Las primeras escrupulosas observaciones han mostrado en su superficie irregularidades considerables para su volumen, formadas por inmensas y altas cadenas de montañas, muy superiores á nuestros Andes y á nuestras cordilleras. Pero han sido precisos los cuidados más minuciosos para asegurarse de esas particularidades, y sobre todo para determinar las altitudes. Las mediciones de esas irregularidades atestiguan que el mundo de Venus, aunque más pequeño que el nuestro, posee montañas mucho más elevadas.

La curiosidad y la perseverancia de los astrónomos, ambiciosos de escudriñar los misterios del verdadero Cielo, han logrado alzar una punta del velo nuboso de la atmósfera de Venus.

Se forman en aquella atmósfera, como sobre la tierra, nubes é inmensas regiones brumosas. Podemos asegurar, por el brillo particular del planeta y por las dificultades de observarlo, que el estado ordinario de su atmósfera es poco transparente, se halla cubierta de nubes; de modo que en general no vemos más que la superficie exterior, formada por las nubes y no como en la Luna, ó en Marte, el suelo mismo. Hasta hace algunos años se podía dudar de la existencia de la atmósfera en Venus; pero hoy tenemos en nuestras ma-

nos las pruebas irrecusables de la semejanza completa de ese mundo con el nuestro; no solamente se sabe que la atmósfera existe, sino que se ha podido medir su espesor, su densidad, y hasta su constitución física y química. Es casi dos veces más densa que la nuestra, se extiende á mayor distancia y contiene mucho vapor de agua. La semejanza que ese mundo ofrece con el nnestro, por su volumen, la constitución de su atmósfera y la proximidad al Sol, no impiden que difiera en un punto capital, que es el de los años, las estaciones, los días y las noches, que parece que no existen allí. ¿Qué seres lo habitan? No lo podemos adivinar; ¿pero la naturaleza no es de fecundidad infinita?

MARTE

Después de Mercurio y Venus, se encuentra en el espacio, á 37 millones de leguas del Sol, la Tierra, acompañada de la Luna. Como hemos empezado esta obra por la descripción de nuestro planeta, continuemos nuestro viaje sin detenernos en ella.

Nuestra travesía celeste nos conduce en este momento á la órbita del planeta Marte, que es la cuarta del sistema solar, y que sigue inmediatamente á la de la Tierra en el orden de las distancias al foco común de las órbitas planetarias. Mercurio, Venus y la Tierra han pasado sucesivamen-

te ante nuestra vista. Ahora dejemos completameute la Tierra y las regiones en las cuales se mueve. La órbita de Marte es la primera *exterior* á la órbita terrestre. Se desarrollan enseguida en la inmensidad las órbitas de Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno, que envuelven una á otra, y se suceden de distancia en distancia.

A la simple vista, el planeta Marte brilla en el cielo como una estrella de primera magnitud, y se distingue particularmente por su brillo rojizo, que la ha hecho notable en todos tiempos.

Circula en derredor del Sol á lo largo de una órbita, trazada á la distancia media de 56 millones de leguas del centro solar. Como la órbita de la Tierra esta á la distancia media de 37 millones de leguas del mismo astro, la órbita de Marte envuelve á la de la Tierra á 19 millones de leguas de distancia. Esa órbita es además muy elíptica, de tal suerte, que de un lado se acerca mucho más á la órbita terrestre que del lado opuesto. Nuestro planeta sigue también una órbita elíptica. Por la combinación de los movimientos, Marte pasa cada 15 años á 14 millones de leguas solamente, que fué lo que sucedió en 1877.

Este planeta tiene un diámetro de 6.728 kilómetros. La vuelta al muudo de Marte es, pues, de 21.125 kilómetros. Se ve que es más pequeño que la Tierra. Su superficie sólo es las 29 centésimas

partes de la superficie del globo terrestre, y su volumen las 15 centésimas partes. Como es seis veces y media más pequeño que la Tierra en volumen, resulta ser siete veces y media más grueso que la Luna, y tres veces más voluminoso que Mercurio. Pesa nueve veces menos que nuestro globo: si se representa por 1.000 el peso de la Tierra, el de Marte lo estará por 105. Su densidad, comparada á la media del globo terrestre, es de 0,711; es decir, las siete décimas.

Marte gira sobre sí mismo en 24 horas, 37 minutos y 23 segundos. La duración del día y de la noche es casi la misma en Marte que en la Tierra; excede á la nuestra en poco más de media hora. Es notable que esta duración sea tan análoga para estos dos planetas vecinos.

Entre Marte y la Tierra, la diferencia es poco sensible con respecto al movimiento de rotación: los fenómenos que de éstos se derivan, la sucesión de los días y de las noches, la salida y la puesta del Sol y de las estrellas, la marcha de las horas rápidas ó lentas, según el estado del alma, los trabajos, los goces ó las penas; en una palabra, el curso cotidiano de la vida y el curso habitual de las cosas, se verifican casi en las mismas condiciones que aquí.

El conocimiento tan exacto que tenemos del movimiento de rotación del planeta Marte (tan

preciso, en verdad, como el del movimiento de la Tierra), nos ha permitido determinar no menos exactamente la inclinación de su eje de rotación sobre el plano de su órbita. Esta inclinación es casi análoga á la nuestra, de donde resulta que las estaciones son las mismas que las terrestres; sabemos además que esas estaciones no son muy diferentes á las nuestras en su variación de intensidad, entre el verano y el invierno. Un astrónomo de la Tierra no tiene necesidad de hacer el viaje á Marte para conocer sus climas.

Ese mundo presenta, como el nuestro, tres zonas bien distintas: la zona tórrida, la templada y la glacial. Así, la duración de los días y de las noches, sus diferencias según las latitudes, sus variaciones según el curso del año, los largos días y las largas noches en las regiones polares, en una palabra, todo lo que concierne á la distribución del calor, son otros tantos fenómenos casi semejantes en Marte y en la Tierra. Entre los dos planetas hay, sin embargo, una notable diferencia; *la duración* de las estaciones. Esta duración es mucho más larga en Marte. En efecto, el año marciano es de 687 días; cada una de las cuatro estaciones, es, pues, casi el doble que las de aquí. Además, la órbita de Marte, siendo muy alargada la desigualdad en la duración de las estaciones, es más marcada que en la Tierra.

El día de Marte es 37 minutos más largo que el nuestro, y su año consta de 668 días marcianos. Tal es, para los habitantes de Marte, el número de días de su calendario.

Podemos estudiar desde la Tierra las variaciones climatológicas causadas por las estaciones, y este estudio es uno de los más interesantes que podemos hacer, pues transporta nuestro pensamiento al seno de una naturaleza física, que ofrece con la nuestra simpática analogía.

Hace más de dos siglos que observamos desde la Tierra los principales sucesos de la meteorología marcial. Asistimos á la formación de los témpanos polares, á los deshielos, á las intemperies, nubes, lluvias, tempestades y al regreso del buen tiempo; en una palabra, á todas las vicisitudes de las estaciones. La sucesión de esos hechos es en la actualidad tan conocida, que los astrónomos pueden predecir la forma, magnitud y la posición de las nieves polares, así como el estado probable, nuboso ó claro, de su atmósfera. El globo de Marte está rodeado de atmósfera análoga á la de la Tierra.

La comparación de todos los dibujos telescópicos de Marte prueba que hay en ese globo manchas permanentes, y el análisis de esos aspectos ha permitido trazar, con cierta aproximación, su geografía general. Las observaciones son bastantes numerosas y bastante armónicas para dar resultados satisfactorios; poseemos hoy cartas *geográficas* de Marte que representan el estado actual de nuestros conocimientos acerca de este planeta vecino (1).

La geografía de Marte no se parece á la de la Tierra. Las *tres cuartas* partes de nuestro globo están cubiertas de agua, y en Marte la distribución en mares y tierras es casi igual, y hasta hay un poco más de *tierra que de agua*. En lugar de haber islas rodeadas del elemento líquido, los continentes parecen reducir los océanos á simples mares interiores, á verdaderos mediterráneos. Allí no hay Atlántico, ni Pacífico, y la vuelta al mundo puede darse por tierra. Los mares están cortados en golfos prolongados en gran número de brazos, que se introducen, como nuestro mar Rojo, en tierra firme. Se ha acordado considerar como *mares* las manchas sombrías, y el fondo claro como *tierras*; que hay agua en ese mundo es muy evidente, puesto que se la *vé* en estado de hielo polar, en el de nieve, y también en el de nubes que flotan en la atmósfera, comprobándose además su presencia con ayuda del espectróscopo.

Los mares, vistos de lejos, aparentan ser más

(1) Estas cartas figuran en mis obras *Las Tierras del Cielo* y *Astronomía popular*; también hemos publicado un pequeño globo del planeta Marte.