

de ser agradable, pero en cambio es instructiva, y por imperfecta que haya sido nuestra descripción, servirá al menos para que el lector reflexivo ensanche el campo de sus especulaciones y considere el extraordinario interés que despiertan las escenas de la naturaleza, según que se estudian en nuestro globo ó en cualquiera de los infinitos mundos que pueblan los espacios.

CAPITULO VI

MARTE

Conocimientos de los antiguos sobre Marte - Movimiento de Marte. - Aspecto de Marte: sus fases y dimensiones. - Satélites de Marte. - Aspecto geográfico y constitución física de Marte.

Los astrónomos representan á Marte con este signo σ , que se compone, al parecer, de una lanza y un escudo.

Este planeta se conoce desde muy antiguo; los israelitas le daban un nombre que significa *abrasado*; los griegos lo llamaban *incandescente*; los indios *Angaraka*, que significa carbón ardiente, y también de *Lohitanga*, que quiere decir cuerpo rojo.

Cuando los griegos y los romanos querían hablar de un estrella rojiza, tomaban siempre por término de comparación á este planeta; hoy día, es Marte aún el astro del firmamento que presenta un color rojo más pronunciado, y parece que dos ó tres mil años no han alterado el carácter particular de la luz que nos refleja, color que depende, sin duda alguna, de la naturaleza de la materia de que se componen ciertas regiones del planeta.

Las observaciones más antiguas que se registran sobre Marte pertenecen á la época en que florecieron las ciencias en el Egipto; la primera de todas, hecha por Ptolemeo, se halla consignada en el *Almagesto*. Su fecha corresponde al 17 de enero de 272 años antes de Jesucristo.

A este propósito, dice un autor inglés, muy versado en los estudios orientales, que el curso de Marte se conocía mucho antes de esa época, puesto que en las ruinas de Nínive se han encontrado tabletas de barro cocido, escritas en caracteres cuneiformes, de una obra titulada *Las Observaciones de Belo*; esta obra, dividida en LX libros, había permanecido entre las ruinas del palacio de Sardanápalo y pertenecía anteriormente á la biblioteca pública de la ciudad, en una época que no puede ser posterior al siglo XVIII antes de nuestra era, pues estaba dedicada al rey Sargou de Argané, en Babilonia. Uno de los libros de la obra está consagrado al planeta Marte, otro á Venus, otro á la estrella polar (que entonces era alfa del Dragón), etc., etc.; los cinco planetas, Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno, se conocen desde esta época, y la semana de siete días, consagrada á los siete astros, que eran los cinco planetas indicados, y además al Sol y á la Luna, se usaba ya al comenzar las observaciones asirias y acacias, es decir, hacia el año 2540 antes de nuestra era.

Así se demuestra una vez más, como hemos dicho en el curso de esta obra, que la astronomía es la primera y más antigua de las ciencias, sin que su mérito é importancia actual se reduzca al conocimiento, importantísimo en sí mismo, de

los cuerpos del cielo; sino que también nos auxilia, y mucho, en nuestras investigaciones sobre la cronología y costumbres de los pueblos antiguos, cuyas religiones están basadas, por lo común, en esta ciencia admirable; en los tiempos primitivos, lo mismo que en los actuales, se ha fijado el hombre en la estructura y disposición del firmamento, para construir sus quiméricas especulaciones metafísicas; y ya bajo un nombre, ora bajo otro, han representado siempre los planetas un papel importante en muchas religiones de la antigüedad y en algunas sectas filosóficas de la edad presente.

Los planetas que hemos estudiado hasta aquí, Mercurio y Venus, pues la Tierra, aunque planeta, debe en este caso exceptuarse, se llaman *inferiores* ó *interiores*, porque están comprendidos dentro de la órbita de la Tierra, y también porque nunca se apartan á uno y otro lado del Sol, sino ciertas cantidades limitadas, cuyos valores angulares hemos indicado; los planetas de que vamos á ocuparnos ahora, y de los cuales es Marte el primero, se llaman *superiores* ó *exteriores* porque se alejan angularmente del Sol á todas las distancias imaginables y porque circulan en órbitas externas á la de la Tierra.

Como llevamos explicado, Mercurio y Venus se encuentran á veces más allá del Sol, con relación á la Tierra; y en otras ocasiones, en una posición intermedia entre el Sol y nosotros. En el primer caso, cuando ambos astros pasan casi al mismo tiempo por el meridiano, se dice que el planeta está en *conjunción superior*; la conjunción inferior tiene lugar en el momento en que el planeta, á su paso por el meridiano con el Sol, se encuentra entre este astro y nosotros; de modo que todos los planetas que vamos á estudiar de aquí adelante, carecen de conjunción inferior, puesto que jamás pasan entre la Tierra y el astro lumínico del día; pero, en cambio, hay un punto en su órbita en el que el astro se encuentra al lado opuesto del Sol con relación al globo terrestre, pasando por el meridiano doce horas después que el Sol, esto es, á media noche, y entonces se dice que está en *oposición*.

Cuando ocupa unas posiciones intermedias particulares entre estas dos y su distancia angular al Sol es de 90° , ora al Oriente, ya al Occidente, y pasa por el meridiano hacia las seis de la tarde ó de la mañana, se dice que está en *cuadratura*, frase que conocemos por haberla empleado anteriormente al hablar de la Luna.

Cuando por la mañana se desprende Marte de los rayos solares, su movimiento, relativamente á las estrellas, se dirige de Occidente á Oriente, esto es, camina en la dirección de todos los cuerpos del sistema solar; este movimiento se llama *directo*, lo cual no impide, sin embargo, que el Sol, que está al oriente de Marte y cuya marcha se dirige en igual sentido, se aleje más cada día del planeta, pues su velocidad angular aparente es más considerable; el movimiento de Marte disminuye, llega á ser nulo cuando el planeta se encuentra á 137° del Sol y entonces se dice que *está estacionario*.

En seguida, comienza el astro á caminar nuevamente, pero su movimiento se efectúa en sentido contrario al anterior; se llama movimiento *retrógrado* y se dirige de Oriente á Occidente, alcanzando su velocidad máxima el día de la oposición; disminuye luego, y durante varios días permanece el planeta estacionario otra vez, con relación á las estrellas, cuando su distancia al Sol es tan sólo de

137° . Desde esta segunda estación y durante el resto del año continúa Marte caminando en sentido directo ó sea de Occidente á Oriente.

Estos movimientos directos, separados por un arco de retrogradación cuya mitad se encuentra en el punto de oposición, y que parten de los dos lugares en que el planeta aparece algún tiempo estacionario entre las estrellas, son importantísimos, y podemos decir que en este fenómeno se encuentra el secreto del verdadero sistema del mundo, que debemos al incansable é inmortal Keplero; si la órbita de Marte, en vez de ser elíptica y muy excéntrica, fuese casi circular como la de Venus, quizás no conociésemos todavía las verdaderas leyes astronómicas. Tycho Brahe había observado el planeta Marte con gran asiduidad y durante largo tiempo, con objeto de determinar con exactitud la naturaleza de sus movimientos. Keplero pidió al ilustre dinamarqués esta magnífica serie de observaciones, y Tycho se las confió, *con la precisa condición de que no se sirviera de ellas para probar el sistema de Copérnico*.

Afortunadamente para la ciencia, no cumplió Keplero su palabra, y durante quince años consecutivos trabajó sin cesar en estas observaciones, procurando conciliarlas con la antigua doctrina de la inmovilidad de la Tierra, que enseñaba asimismo que en el universo todo se mueve en círculo perfecto. Llegó al cabo á deducir que era absolutamente imposible hacerlas coincidir con esta figura y que desde luego podía afirmarse que los planetas no describen círculos, sino elipses. A este descubrimiento se debe la verdadera fundación de la mecánica celeste, comprendiendo en él, por supuesto, el gran invento de Newton de la atracción universal. Queriendo Keplero significar la magnitud é importancia del trabajo que había ejecutado, refería que Retico intentó antes que él reformar la astronomía; pero que, confundido por los movimientos de Marte, había evocado á su genio familiar, el cual llegó, y cogiéndolo por los cabellos, lo suspendió hasta el techo y lo dejó caer, diciéndole: «Este es el movimiento de Marte.»

El arco de retrogradación de Marte vale próximamente unos 16° que recorre el astro en 73 días. El tiempo que emplea en volver á coincidir con unas mismas estrellas del cielo, es decir, la duración de su revolución sidérea, es de 686 días y 98 centésimas de día, ó sea 1 año, 10 meses y $21,9^d$.

Su revolución sinódica, ó lo que es lo mismo, el tiempo que tarda en volver á ocupar una misma posición aparente respecto del Sol, es de 779 días ó 2 años, 1 mes y 19 días, en cuya duración se comprenden ambos movimientos, el directo y el retrógrado.

La órbita de Marte no coincide con el plano de la eclíptica, siendo su inclinación de $1^\circ 51' 6''$; también forma un ángulo de $24^\circ 44' 44''$ con el plano del ecuador terrestre.

La duración de la revolución sinódica es variable, y el número que hemos dado de 779 es el término medio común; en esta cantidad hay que distinguir un período de 73 días, en cuyo promedio ocurre la oposición; durante este tiempo, el movimiento del planeta en el cielo es retrógrado, es decir, que parece que se dirige de Oriente á Occidente, con una velocidad variable que llega á su máximo el mismo día de la oposición. Al principio y al fin de este período retrógrado parece que Marte está estacionario, y por último, el resto de su movimiento aparente es directo, y la velocidad con que Marte se mueve á través de las conste-

laciones del firmamento alcanza su velocidad máxima el día de la conjunción. Estas apariencias, estas estaciones y retrogradaciones son comunes á todos los planetas superiores y se explican fácilmente por los movimientos reales y simultáneos de dichos cuerpos y la Tierra; se producen por un efecto de perspectiva, imposible de demostrar sin un aparato mecánico; pero pondremos un ejemplo fácil de ejecutar por dos observadores, y que con toda claridad manifiesta las leyes en cuya virtud se ejecutan los movimientos aparentes de Marte.

Supongamos que en un llano, en medio del campo, clavamos una estaca que va á representar el Sol, y el suelo, el plano de la eclíptica; alrededor de la estaca, y con radios distintos, trazamos dos grandes círculos que servirán para indicarnos las órbitas de la Tierra y de Marte, ó de cualquier otro de los planetas exteriores; por el círculo interior camina uno de los observadores (fig. 155) que representa la Tierra, mientras que el otro, colocado en el círculo de fuera y que figura Marte, permanece fijo por ahora; si el observador interno, sin cesar de dar vueltas, marca con los ojos la posición que el otro observador ocupaba al principiar su movimiento, tomando como punto de mira ó de enfilación un árbol ó cualquiera otro objeto del horizonte, notará que parece moverse, primero, en el mismo sentido que el poste ó el Sol, pero que poco á poco se detiene, llega á permanecer estacionario, vuelve á su posición primitiva por un movimiento opuesto, pasa adelante, se detiene de nuevo y toma otra vez su movimiento directo y la posición que ocupaba en el momento de partir.

En este ejemplo, la persona que se mueve en el círculo interior representa la Tierra, y se ve que la conjunción y la oposición, que las estaciones y retrogradaciones, deben reproducirse á cada revolución terrestre, es decir, todos los años. Esto proviene de que hemos supuesto que la persona situada en el círculo exterior permanecía inmóvil; pero si á su vez camina, como en realidad lo efectúan los planetas superiores, teniendo por centro de su movimiento el mismo poste ó Sol, con menor velocidad que la Tierra, desde ésta se verá que se producen las mismas apariencias y en orden idéntico, con la diferencia de que los intervalos de los diversos fenómenos serán más largos, y el período total se apartará tanto más de un año, es decir, del de una revolución terrestre, cuanto más rápido sea el movimiento del planeta exterior, ó lo que viene á ser lo mismo, cuanto más cerca esté de la Tierra.

La complicación de los movimientos que acabamos de estudiar, fué durante muchos siglos la barrera que se opuso al progreso de la astronomía. Como la base de la doctrina de los antiguos astrónomos era la inmovilidad y fijeza de la Tierra y el movimiento real del Sol, no podían darse cuenta de las estaciones y retrogradaciones de los planetas, sino adoptando unas hipótesis absurdas y complicadísimas, que fundaban en los para ellos incomprensibles movimientos aparentes de los planetas. Suponían que las curvas en que caminaban no eran únicas, sino múltiples, esto es, una serie de círculos, cuyos centros se movían respectivamente sobre la circunferencia de la curva principal, á cuales círculos daban el nombre de *epiciclos*.

A medida que se perfeccionaban los instrumentos y las observaciones eran más exactas, aumentaba la confusión y se hacían más sensibles las anomalías de los movimientos; al propio tiempo crecía la complicación de las teorías astronó-

micas. Se dice, á este propósito, que don Alfonso el Sabio, examinando el sistema de los epiciclos, exclamó: «Si Dios me hubiese llamado á su consejo cuando creó el mundo, á buen seguro que yo le hubiera indicado un sistema menos complicado.» Comprenderán nuestros lectores que esta es una anécdota que, sin pruebas de ninguna especie, se atribuye al sabio rey, de cuya piedad no puede dudarse ni un solo instante.

A Copérnico corresponde, como hemos dicho, el honor de haber promulgado el verdadero sistema del mundo ó de los movimientos planetarios. Colocando el Sol en el centro del mundo solar, y haciendo mover á su alrededor la Tierra y los demás astros que lo componen, consiguió explicar, con sencillez maravillosa, las apariencias y fenómenos que acabamos de describir. Las estaciones y retrogradaciones de los planetas, sus velocidades, que alternativamente crecen y



Fig. 155. — Estaciones y retrogradaciones de los planetas exteriores

disminuyen, llegando á ser nulas en el intermedio, son testimonios fehacientes de la verdad de su doctrina, y como dice Biot en su *Astronomía*, bastan por sí solas para que se adopte sin vacilar, y sin más pruebas, la teoría completa.

La órbita de Marte es elíptica y se separa mucho de la forma circular, lo que quiere decir que su excentricidad es muy grande; en efecto, tiene un valor de 0,093, mayor, por lo tanto, que la de ningún otro planeta, salvo Mercurio; sus distancias al Sol son muy variables; si representamos por 1 la distancia media de la Tierra al Sol, viene á ser la distancia media de Marte al cuerpo central asimismo de 1,524; en su perihelio de 1,382 y en su afelio de 1,666. En leguas:

Distancias de Marte al Sol	{	En el afelio.	61 600.000
		Media.	56 400.000
		En el perihelio.	51.100.000

Como vemos, la diferencia que existe entre las distancias máxima y mínima del planeta al Sol viene á ser de 10.500.000 leguas; poco más ó menos, la quinta parte de su distancia media; el desarrollo total de su órbita mide 350 millones de leguas, que el planeta recorre con una velocidad variable de 5,5 á 6,5 le-

guas por segundo, y por término medio de 500,000 leguas diarias. De modo que su velocidad de traslación es aproximadamente como los 8 décimos de la terrestre, esto es, que camina más despacio que la Tierra.

Resulta de las posiciones respectivas de Marte y la Tierra, que sus distancias varían en proporciones considerables. En efecto, en la época de las conjunciones nos separa del astro un radio de la órbita terrestre y el radio de la órbita marcial, es decir, que hay que sumar los radios vectores ó distancias de la Tierra y de Marte al Sol para obtener la distancia mutua, poco más ó menos; mientras que en las oposiciones, la distancia es igual á la diferencia que existe entre estos dos valores.

Resumiendo; las distancias de Marte á la Tierra varían de 1 á 7; la más pequeña de todas equivale á los $\frac{3}{8}$, únicamente de la distancia media de la Tierra al Sol, es decir, que es igual á 14 millones de leguas; la mayor es tres veces superior á la distancia media ó sean 99 millones de leguas. La cantidad de calor y de luz que Marte recibe del Sol equivale á 0,43 de las que envía á la Tierra, suponiendo estas últimas iguales á 1.

El hermoso planeta Marte brilla con luz roja y tranquila en el azul firmamento; esta falta de centelleo hace que se le reconozca con gran facilidad á la simple vista, pues todos los demás cuerpos celestes de color de fuego brillan con marcadas intermitencias, carácter común á todas las estrellas. Los planetas Mercurio y Venus, cuya luz es blanca, pueden confundirse con las estrellas fijas pues centellean como éstas; pero el color sangriento de Marte y la tranquilidad de su luz hacen que se le reconozca fácilmente, á la simple vista.

Cuando Marte comienza á desprenderse de los rayos solares, esto es, cuando se aparta de su conjunción con el Sol y se examina con un mediano telescopio, aparece su disco perfectamente circular y de un color rojo, menos brillante que á la simple vista.

En la época de la oposición, algunos días antes y después de esta situación particular, es igual su forma al Oriente y al Occidente; pero á mayor distancia de la oposición presenta una fase sensible, la cual alcanza su máximo en las cuadraturas, sin que jamás obtenga el planeta, no obstante, la forma de una media luna, como ocurre con los dos planetas interiores Mercurio y Venus, que ya hemos estudiado. Esto depende de que, como la órbita de Marte comprende á la de la Tierra, nunca puede volver hacia nosotros más que una pequeñísima parte de su hemisferio obscuro; en la época de las cuadraturas, como decimos, tiene lugar la fase más considerable, que llega á ser de unos 30° ; pero aun en este caso, se parece el disco visible al de la Luna, tres días antes de su lleno, con su parte circular dirigida hacia el Sol.

De estas observaciones resulta que Marte carece de luz propia y que brilla á nuestros ojos gracias á la luz que refleja del Sol. En esta situación se dice que Marte está *dicótomo*.

El descubrimiento de las fases de Marte se debe á Galileo; el 30 de diciembre de 1610 escribía el ilustre astrónomo al P. Castelli: «No me atrevo á asegurar que haya observado las fases de Marte; sin embargo, si no me equivoco, creo ver que no es perfectamente redondo.» El 24 de agosto de 1638 vió Fontana, en Nápoles, según refiere Riccioli, que el planeta aparecía jiboso; esta ob-

servación, dada la época, puede considerarse como un descubrimiento; hoy día, con los medios de que disponen los astrónomos, se observan fácilmente las fases, en la época de las cuadraturas. Arago dice que es necesario valerse de un buen antejo para percibir las; sin embargo, se distinguen fácilmente con un antejo de larga vista.

Las distancias de Marte á nuestro globo, como sabemos, son muy variables, de donde resulta que su diámetro angular oscila entre límites bastante considerables; su valor mínimo después de la conjunción es de $3''3$, y el máximo, correspondiente á una oposición, se eleva á $23''5$. A la distancia media de la Tierra al Sol, sería el diámetro de Marte de $8''9$, lo que corresponde próximamente á

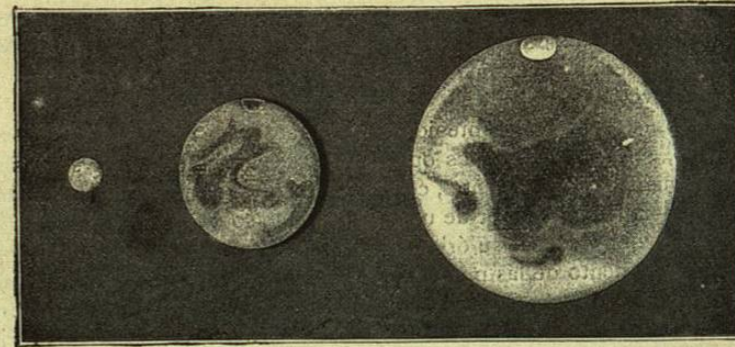


Fig. 156. - Magnitudes aparentes del disco de Marte á sus distancias extremas y media de la Tierra

1.700 leguas; pero las medidas micrométricas obtenidas últimamente han hecho modificar estos guarismos.

Arago obtuvo	9''57
Herschel	9 10
Liais	9 90

En la fig. 156 pueden verse las relaciones de las magnitudes aparentes del disco de Marte á su mayor distancia de la Tierra, á su distancia mínima y á una distancia media, igual á la que hay de la Tierra al Sol.

Las variaciones de distancia son muy sensibles, aunque sólo se comparen entre sí, las que corresponden á las oposiciones, lo cual depende de la gran diferencia que existe entre el círculo y la órbita real de Marte.

Si suponemos que el diámetro aparente del planeta sea igual á $9''57$, resultan las siguientes dimensiones reales, en la inteligencia de que la Tierra es igual á 1.

Diámetro de Marte	0,540
Superficie	0,292
Volumen	0,157

Como vemos, el diámetro de Marte viene á ser poco más que la mitad del terrestre, según fácilmente se observa en la fig. 157.

Expresado en medidas itinerarias, equivale el diámetro de Marte á 1.700 leguas, y la circunferencia de su ecuador á 5.375 leguas. Para formar una esfera del tamaño del Sol, harían falta 8.300.000 globos como Marte.

El disco de Marte no es perfectamente circular como hemos supuesto, y uno de sus diámetros es más corto que los demás; Marte, pues, es un globo achatado. Las primeras observaciones del achatamiento de Marte se deben á Herschel I y son del año 1784; este astrónomo inmortal creía que la diferencia entre los diámetros máximo y mínimo del planeta se elevaba á $\frac{1}{16}$. El famoso Schroeter rechazó esta afirmación, y supuso que sólo llegaba, dado que existiera, á $\frac{1}{80}$. Bessel, cuya autoridad en este asunto no puede ni por un momento ponerse en duda, no aceptó tampoco la suposición del achatamiento de Marte, puesto que su hermoso heliómetro no le acusaba discrepancia alguna. La cuestión está todavía por resolver.

Valiéndose de un buen anteojo astronómico, y en condiciones favorables, por ejemplo, en las épocas de las oposiciones, se distinguen en la superficie de Marte unas manchas permanentes, con cuyo auxilio se ha probado el movimiento giratorio del planeta alrededor de un eje inclinado sobre el plano de la eclíptica $59^{\circ} 42'$ y sobre el plano de su órbita $61^{\circ} 18'$.

El descubrimiento de las manchas de Marte fué uno de los primeros frutos que se obtuvieron del invento del anteojo. En 1636, Fontana distinguió un punto obscuro en el disco de Marte; el P. Zucchi en 1640 habla también de ciertas manchas de igual clase; el P. Bartoli, de Nápoles, escribía en diciembre de 1644 que había visto dos manchas negras en la parte inferior del disco. Otros astrónomos distinguieron las manchas á diversas horas de las señaladas por Bartoli, y empezaron á sospechar el movimiento rotatorio del planeta.

Juan Domingo Cassini, por observaciones directas que hizo en Bolonia en 1666, determinó aproximadamente el período de rotación de Marte; halló que una revolución completa se efectuaba de Occidente á Oriente en $24^{\text{h}} 40^{\text{m}}$; los observadores de Roma pretendieron, sin razón, disminuirla á 13^{h} ; Cassini confirmó sus primeros resultados en el Observatorio de París en 1670. Posteriormente, en 1704, halló Maraldi $24^{\text{h}} 39^{\text{m}}$ como valor del período; pero durante la favorable oposición de 1719 aprovechó este mismo astrónomo cuantas ocasiones propicias se le presentaron para observar, y obtuvo el mismo número que Cassini, esto es, $24^{\text{h}} 40^{\text{m}}$ como duración de la revolución marcial.

Herschel adoptó, según sus propias observaciones, $24^{\text{h}} 39^{\text{m}} 4^{\text{s}}$; á este astrónomo se debe la primera determinación de la posición del eje de rotación del planeta, y por consiguiente, la inclinación y la proyección de su ecuador sobre el plano de la eclíptica. Beer y Maedler dedujeron de las observaciones verificadas en Berlín, con extraordinaria minuciosidad, un período de rotación igual á $24^{\text{h}} 37^{\text{m}} 23^{\text{s}}$. El profesor Kaiser, de Leyde, lo estima de $24^{\text{h}} 37^{\text{m}} 22,6^{\text{s}}$. Las discrepancias que se notan entre estos números dependen principalmente de la dificultad que hay en reconocer una misma mancha ó punto del disco en dos situaciones exactamente idénticas, pues para conseguirlo se necesita el concurso de muchas circunstancias favorables.

Hoy día se admite que la duración del día sidéreo de Marte es igual á $24^{\text{h}} 37^{\text{m}} 22^{\text{s}} 735$, esto es, $41^{\text{m}} 19^{\text{s}}$ más largo que el terrestre; de este dato podemos deducir la duración del día solar, teniendo presente que Marte efectúa una revolución en $686^{\text{d}} 98$ y que, por lo tanto, su año consta de 669 rotaciones y $\frac{2}{3}$ poco más ó menos; y como este mismo año debe tener un día menos, resulta que comprende 668 días y 16 horas solares del planeta, de una duración media de $24^{\text{h}} 39^{\text{m}} 35^{\text{s}}$.

Es Marte un planeta que ofrece muchos puntos de contacto y semejanza con la Tierra, en particular en cuanto á la velocidad del movimiento de rotación; los fenómenos que de esto resultan, la sucesión de los días y las noches, las salidas y posturas del Sol y de las estrellas, son poco más ó menos iguales á las terrestres, y se suceden en períodos de tiempo casi iguales; pero si la velocidad angular de la rotación es casi igual, esto es, si Marte y la Tierra giran sobre sus respectivos ejes en períodos de tiempo iguales ó poco menos, no ocurre lo mismo con la velocidad de traslación ó lineal, que es muy inferior á la de nuestro globo.

La relación de estas velocidades está en razón directa de los radios de ambos globos é inversa de los períodos de rotación; en una misma latitud arbitraria, un punto de Marte posee una velocidad lineal de rotación algo mayor que la mitad de la que tiene un punto análogo situado en la superficie de la Tierra; en nuestro globo sería la velocidad del lugar supuesto 1000, por ejemplo, y en Marte sólo de 0,526; más claro: un punto del ecuador terrestre recorre, según sabemos, 465 metros en un segundo, mientras que un punto situado en el ecuador de Marte sólo recorre en el mismo período de tiempo 247 metros.

La fuerza centrífuga es menor que en la Tierra en una proporción semejante; por manera que su influjo en la disminución de la fuerza de gravedad es también menos considerable que en la Tierra, y en esta consideración se apoyan precisamente los astrónomos que rechazan por exagerado el achatamiento que indican las medidas micrométricas.

De la posición de los polos de Marte y de la inclinación de su eje de rotación sobre el plano de su órbita resulta una nueva semejanza entre este planeta y la Tierra; los solsticios de Marte se apartan poco del perihelio y del afelio; durante el invierno del hemisferio Norte, se halla el Sol á su distancia mínima de Marte, y en el verano, por el contrario, alcanza su mayor valor. En esta circunstancia hallamos, según hemos podido ver al estudiar los planetas anteriores, un elemento fundamental del clima astronómico y sin duda meteorológico también,

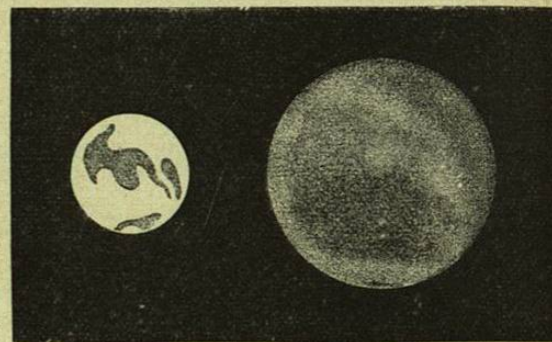


Fig. 157. - Marte y la Tierra: dimensiones comparadas

puesto que éste es una consecuencia precisa del primero; sin profundizar mucho en nuestras observaciones, podemos afirmar que el globo de Marte se halla dividido en zonas glaciales, templadas y tórridas, de extensión proporcionada á las zonas terrestres (fig. 158), toda vez que la inclinación del eje marcial es inferior, á la del eje de la Tierra tan sólo en unos 4 grados próximamente; así, pues, las duraciones de los días y las noches; sus variaciones según las latitudes, y en una misma latitud según la época del año; las interminables noches y eternos días de las regiones polares; en una palabra, todo lo que se relaciona con la distribución de la luz y el calor del Sol, haciendo abstracción completa de su intensidad, presenta un carácter de semejanza extraordinario entre Marte y la Tierra; sin embargo, hay algunas diferencias notables que señalar, siendo la principal de todas la desigualdad que existe en el período ó duración de las estaciones. Esto nos obliga á entrar en ciertos detalles.

Toda vez que existe un eje de rotación, hemos de distinguir en Marte, como en la Tierra, dos polos diametralmente opuestos y dos hemisferios, el uno boreal y austral el otro, separados por un plano que pasa por el centro del planeta y es perpendicular al eje, á saber, por un plano ecuatorial; este plano permanece paralelo á sí mismo, y el Sol ha de encontrarse precisamente en el hemisferio boreal durante la mitad de la revolución del planeta y luego en el hemisferio opuesto.

Estos dos períodos se encuentran separados por los equinoccios, que son semejantes á los que se observan en nuestro globo. Habrá también en Marte diversas estaciones, análogas á las que se experimentan en la Tierra, y cuya explicación hallamos en las distintas posiciones del Sol respecto del ecuador.

La desigual duración de las estaciones frías y cálidas no impide que en ambos hemisferios se experimente una misma temperatura media; en cuanto á las extremas, pueden presentar enormes diferencias, si se compara un hemisferio con el opuesto. Así, pues, en el solsticio de verano del hemisferio austral, se encuentra el planeta á su distancia mínima del Sol, y por consecuencia recibe de este astro la cantidad máxima de calor que le puede comunicar, la cual alcanzará su mínimo en el solsticio de invierno.

Las estaciones en Marte, aunque análogas á las terrestres, según vamos viendo, se diferencian de éstas notablemente en cuanto á su duración; en efecto, hemos hecho observar que el año marcial consta de 687 días terrestres, por manera que cada estación viene á ser de doble duración que en la Tierra. Además, siendo muy excéntrica la órbita de Marte, tiene que ser más acentuada la desigualdad de las estaciones. He aquí la división de los 668 *días solares* del año marcial en el hemisferio boreal del planeta:

DURACIÓN DE LAS ESTACIONES

EN LA TIERRA		EN MARTE	
Primavera. . .	93 días terrestres	191 días marciales.	
Verano.	93 » »	181 » »	
Otoño.	90 » »	149 » »	
Invierno	89 » »	147 » »	

Claramente se percibe que las estaciones de Marte son mucho más lentas y desiguales que las nuestras; los números que anteceden son relativos á las estaciones estivales del hemisferio boreal; pero como las estaciones estivales de este hemisferio son invernales en el hemisferio sur, y recíprocamente, resulta que la primavera y el verano reunidos duran en el primero 76 días más que en el segundo; de modo que el Sol permanece más tiempo al Norte del ecuador marcial que hacia el Sur, y por lo tanto, su calor debe acumularse en el hemisferio boreal en mucha mayor proporción que en el hemisferio opuesto. Pero en Marte,

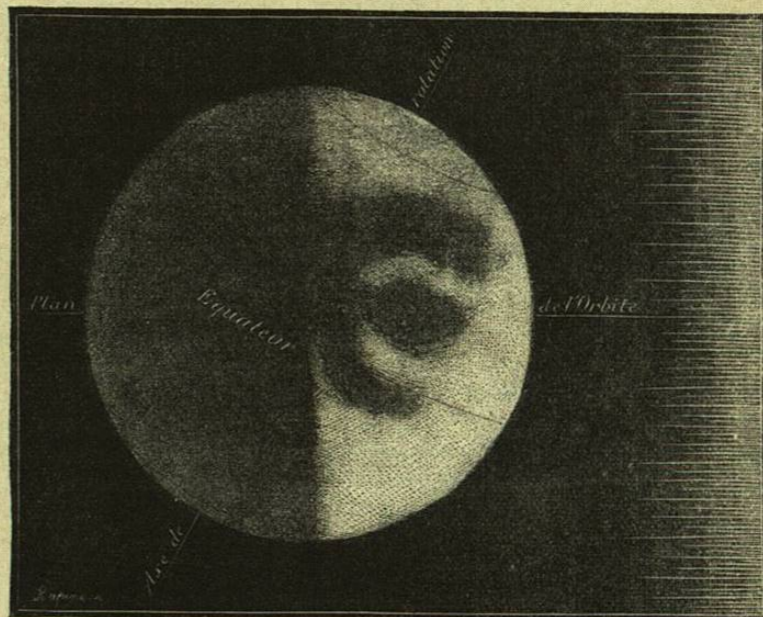


Fig. 158. - Marte en el solsticio de verano: inclinación del eje de rotación

lo mismo que en la Tierra, hay cierta compensación, que proviene de las variaciones de las distancias del planeta á su foco de luz y de calor. Por ejemplo, cuando Marte se encuentra á su distancia media del Sol, la intensidad de las radiaciones solares que hieren su superficie puede expresarse por el número 0,431, tomando como unidad la intensidad relativa á nuestro globo; en el afelio sólo llega á 0,360, mientras que en el perihelio la misma intensidad sube hasta 0,524, aumentando, pues, casi en una mitad del afelio al perihelio. Teniendo en cuenta todas las causas de compensación, debe el hemisferio austral sufrir unos veranos más cálidos y unos inviernos más fríos que el opuesto, del mismo modo que ocurre en la Tierra.

En otras ocasiones hemos manifestado que, para determinar la masa ó peso de un cuerpo celeste, hay que conocer las perturbaciones que en su movimiento causan las atracciones de los cuerpos vecinos; como no se conocían las lunas de