

G-004-001 (2)

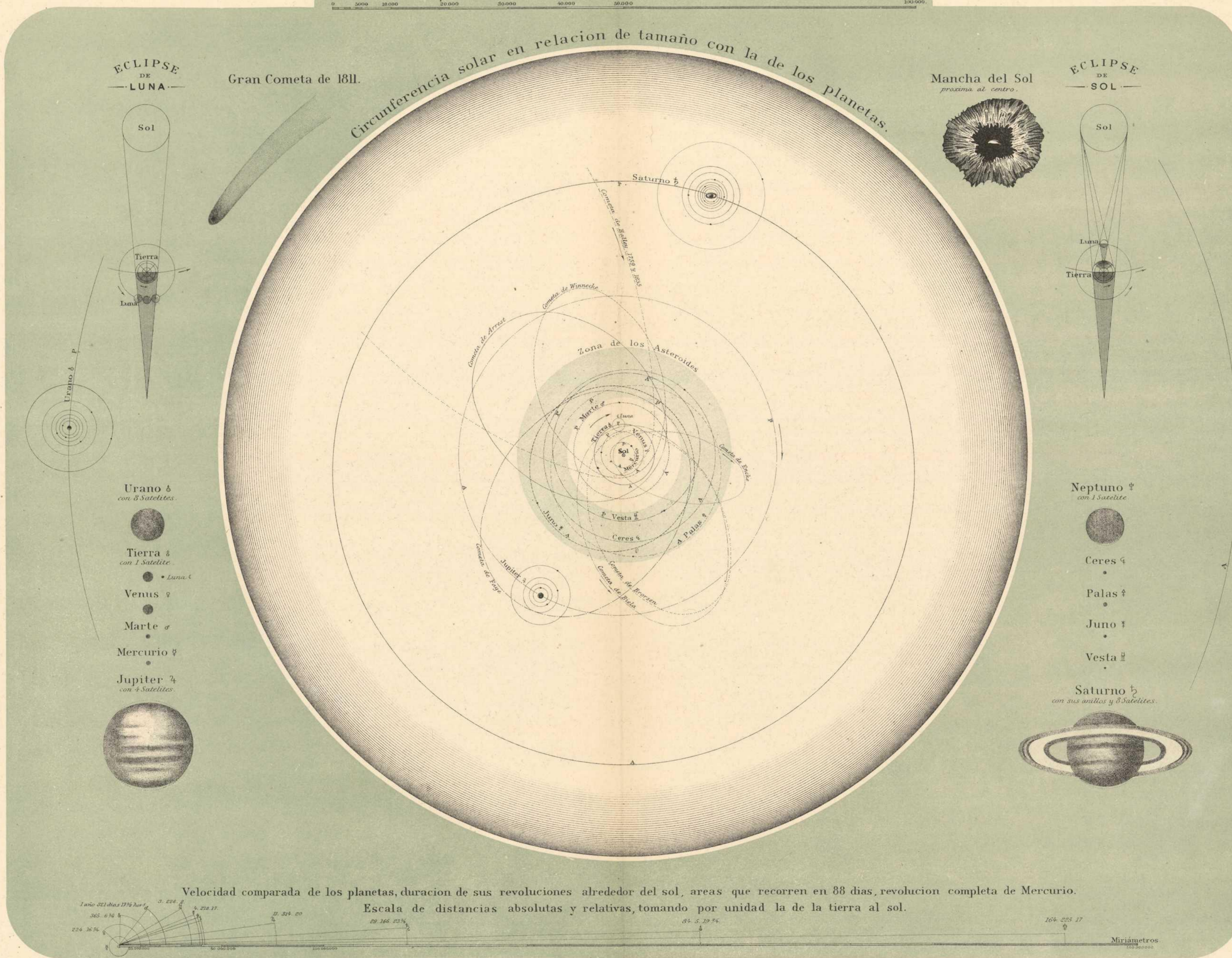
SISTEMA SOLAR

Dibujo y Grabado por
OTTO NEUSSEL.

Texto por el
DR. JUAN VILANOVA.

ESCALA DE DIAMETROS

Miriámetros:



SUMARIO

Elementos del sistema solar: el Sol, los planetas, satélites, asteroides, cometas, etc.—Relación de distancias.—Velocidad, masa y densidad.—Órbitas.—Eclipses de Luna y de Sol: parciales y totales.—Formas de la Tierra: su aislamiento en el espacio.—Sistemas de Ptolomeo y de Copérnico.—Usidades de tiempo: día, año, estaciones, eras, etc.

Se compone del Sol; de ocho grandes planetas, en cuyo número se cuenta la Tierra, que giran en torno suyo en virtud, al parecer, de un impulso primitivo y de la atracción que del mismo Sol emana; de los satélites, semejantes á la Luna, que se mueven alrededor de algunos planetas, formando sistemas subalternos, análogos al principal; de una zona de asteroides ó pequeños planetas; de los cometas, en número indefinido, periódicos unos, y otros no, y caracterizados todos por su escasa densidad, lo vago de sus formas y la grande excentricidad de sus órbitas; y de una ó más zonas de materia cósmica en diversos estados de aglomeración, de donde, segun las probabilidades más fundadas, provienen la luz zodiacal, los aerolitos ó piedras metéóricas, los bólidos ó globos de fuego, y las estrellas fugaces. Forman estos cuerpos un sistema particular en el Universo: 1.º por recibir del Sol la luz que distingue á la mayoría, el calor que á muchos vivifica y el movimiento curvilíneo que los anima; 2.º por ejercer unos sobre otros una influencia recíproca, que modifica sus movimientos, priva al individuo de mucha parte de su importancia y presta al conjunto un sello grande de unidad; y 3.º por mediar entre ellos y los demas astros una distancia inmensa, que los coloca sensiblemente fuera de su acción.

En el órden de sus distancias al Sol, segun demuestra este mapa, los elementos del sistema se distribuyen así: anillo planetario de pequeños planetas, llamados intra-mercuriales; Mercurio, raras veces visible, sin el intermedio de un anteojos, poco ántes de amanecer ó despues de anochecer; Venus, ó la estrella principal de la mañana y de la tarde, perceptible tambien, en algunos casos, en la mitad del día; zona de la luz zodiacal, aunque esto es un poco dudoso; la Tierra con la Luna, centro aparente del sistema; Marte, de luz roja característica, zona de asteroides; Júpiter, rodeado de cuatro satélites, y comparable por su brillo con Venus; Saturno, más pálido y amarillento que el anterior, acompañado de ocho satélites, difícilmente visibles, y de un anillo de materia luminosa; Urano, que en las mejores circunstancias atmosféricas aparece como una estrella de recta magnitud, con seis satélites bien comprobados, y dos algo inciertos; y Neptuno, de luz todavía más tenue y tinte levemente verdoso, del cual no se conoce con seguridad más que un solo satélite, y otro con incertidumbre.

Por el órden de sus volúmenes, procediendo de menor á mayor, los principales planetas se cuentan así: Mercurio, Marte, Venus, Tierra, Neptuno, Urano, Saturno y Júpiter. Entre los asteroides, Pallas y Vesta pasan por los mayores. El volúmen del Sol es, próximamente, seiscientos veces más grande que el de todos los planetas reunidos; casi igual á una esfera cuyo centro coincidiera con el de la Tierra, extendiéndose el radio á doble distancia de la Luna. El gran círculo que encierra todo el sistema, exceptuando las órbitas de Neptuno y Urano, representa en este mapa el Sol, siendo fácil comprender, por este procedimiento, las relaciones de volúmen y masa que aquí se indican.

En atención á sus masas, los planetas se ordenan como respecto á sus volúmenes, con la sola diferencia de que Urano se antepone ántes á Neptuno. La masa del Sol es cerca de setecientos cuarenta veces mayor que la de todos los planetas.

Por sus densidades, ó sea por la relación que existe entre las masas y los volúmenes, se clasifican los cuerpos mencionados de este otro modo, completamente distinto de los precedentes: Saturno, Urano, Neptuno, Júpiter, Marte, Venus, la Tierra y Mercurio. Por término medio, la densidad de los cuatro planetas más distantes del Sol no llega á la quinta parte de la densidad de los cuatro más próximos. La del Sol es también notable por lo pequeña, y la de la Luna apenas se eleva á los tres quintos de la densidad de la Tierra.

Además de su volúmen ó tamaño real, de la masa ó cantidad de materia en este volúmen comprendida, y de la densidad ó masa correspondiente á cada

unidad de volúmen, hay que conocer en cada planeta el tiempo de la revolución alrededor de su eje; su tamaño ó diámetro aparente, valuado en grados, minutos y segundos de arco á la distancia media de la Tierra; el grado de luz que recibe del Sol, y la intensidad de la gravedad en su superficie, ó sea la energía con que los cuerpos sobre ella colocados son atraídos hácia el centro, todo con referencia á la Tierra. El diámetro aparente ó ángulo visual de un planeta se mide directamente sin extremada dificultad; la distancia á la Tierra se deduce de operaciones y cálculos mucho más delicados: con estos dos datos se encuentra su diámetro verdadero ó su volúmen; la masa se valia por razon de los efectos atractivos que ejerce, ya sobre los demas planetas, ya sobre algun satélite; la densidad resulta de la comparación de la masa con el volúmen; la rotación del planeta se determina por los cambios periódicos de aspecto que en la superficie del mismo se advierten; la luz que recibe del Sol depende exclusivamente de su distancia á este astro, y la gravedad en la superficie, á la vez que de la masa, del radio ó volúmen del planeta.

Los elementos del movimiento ó de la órbita que cada planeta describe en torno del Sol pueden dividirse en tres clases: la inclinación de la órbita, la longitud del nodo ascendente y la del perihelio determinan la posición de la órbita en el espacio; la distancia media al globo y la excentricidad fijan el tamaño ó naturaleza de esta curva; y el tiempo de la revolución del planeta y su longitud ó posición en una época conocida sirven para calcular su posición en otra época distinta, sea anterior ó venidera. Para comprender lo aquí dicho, debe tenerse presente: 1.º que cada planeta se mueve en un plano distinto, cuya inclinación se valia con respecto al plano de la eclíptica ó órbita de la Tierra; 2.º que la intersección de estos dos planos se llama línea de los nodos; nodo ascendente, el punto de la eclíptica por donde el planeta pasa del hemisferio austral al boreal; y longitud del nodo, el arco comprendido entre este punto y el equinoccial de primavera, ó aquel donde la Tierra se encuentra al comenzar esta estación; 3.º que un planeta pasa por el perihelio cuando es mínima su distancia al Sol; y 4.º que las órbitas planetarias no son circulares, sino elípticas ó ligeramente ovaladas, dependiendo sus dimensiones ó trazados de las dimensiones de ambos ejes, ó sea de la distancia media del planeta al Sol, igual al semi-eje mayor, y de la excentricidad ó distancia que media entre el Sol y el centro de la curva. Forman parte tambien del sistema, segun se ve en esta lámina, los satélites que en número vario giran en torno de algunos planetas, siendo el que corresponde al nuestro la Luna, acerca de la cual darémos en el texto los detalles convenientes; debiendo limitarnos por ahora á los eclipses de Sol ó de Luna, segun se ve en el mapa.

Llámanse eclipses de Sol, cuando la Luna en su revolución alrededor de la Tierra se interpone entre ésta y el Sol, en cuyo caso no recibe los rayos solares una parte de la superficie terrestre. Llámanse totales, cuando se oscurece completamente la luz del Sol; parciales, cuando se oscurece sólo una parte del disco solar; y anulares, cuando se oculta el centro del Sol, quedando visible alrededor un anillo luminoso. Los eclipses de Sol sólo son perceptibles desde una corta region del globo terráqueo, distinguiéndose, por esta razon, en visibles ó invisibles. Su duración no pasa de cuatro horas y media, pudiendo llegar la oscuridad total á muy cerca de ocho minutos.

Eclipses de Luna. Estos fenómenos se verifican cuando la Tierra, en su revolución alrededor del Sol, se interpone entre este astro y la Luna, en cuyo caso no recibe esta última los rayos solares, y desaparece de nuestra vista, parcial ó totalmente, todo el tiempo que emplee en atravesar el cono de sombra proyectado por nuestro planeta.

Los eclipses de Luna, sean parciales ó totales, son siempre visibles en el mismo momento desde casi la mitad de la Tierra. Su duración no pasa nunca de cuatro horas.

Si el Sol, la Tierra y la Luna se hallasen siempre en un mismo plano, habria eclipse de Sol en los doce novilunios, y de Luna en los doce plenilunios de cada año. Pero no ocurren de este modo las cosas, porque, en vez de estar comprendidas las dos órbitas de la Tierra y de la Luna en el mismo plano, media

entre ellas una inclinación ó ángulo próximamente de 5º 8', y porque la comun intersección de los planos de aquellas órbitas por donde la Luna debe atravesar, al dirigirse de la region inferior de la suya á la superior ó vice-versa, no siempre coincide ó se halla próxima á la línea que pasa por el Sol y el Sol. Cuando esta coincidencia, exacta ó aproximada, se verifica, y la Luna se halla en oposición ó conjunción, ó al verificarse las lunas llenas ó nuevas, es cuando ocurren los eclipses de Luna ó Sol, parciales ó totales.

Entre los eclipses de Sol y los de Luna hay una diferencia esencial, que los dibujos adjuntos demuestran bien claramente; pues, cuando el último astro se eclipsa, quedan privados de su luz todos los observadores que lo miran sobre su horizonte, ó casi la mitad de la Tierra; pero, si el eclipsado es el Sol, el fenómeno sólo es perceptible desde una corta region del globo terrestre. Consiste el primero en que, cuando la Luna penetra en la sombra de la Tierra como limpa que se apaga, queda realmente falta de luz y desaparece de la vista de cuantos la contemplan; y lo segundo, en que la sombra proyectada por la Luna es de tan pequeñas dimensiones relativas, que apenas alcanza á nuestro globo, en términos de que éste nunca puede

quedar envuelto en aquella, á no ser en muy pequeña parte. Desde que empiezan hasta que terminan, los eclipses de Luna son por lo general visibles sobre más de un hemisferio terrestre, y los de Sol en una region de considerable longitud, aunque proporcionalmente de pequeña anchura. En el eclipse de Sol del mes de Julio de 1860, la zona de totalidad se extendia desde la costa del Pacífico, en la Alta-California, hasta las orillas del Mar Rojo; pero esta zona, en España, no media en anchura más que 87 leguas. Como complemento de estos antecedentes, debemos manifestar que uno de los resultados prácticos de los eclipses es la demostración de la forma del Sol, de la Tierra y de la Luna, por el aspecto que toma la sombra del astro interpuesto, que es un cono más ó ménos prolongado, segun se ve en la lámina.

Forman tambien parte del sistema solar los cometas, esos nubes visibles, como con gráfica frase los ha llamado el célebre Babinet, acerca de cuya naturaleza y circunstancias especiales que en ellos concurren diremos lo que convenga en el texto de la Geografía astronómica; por ahora bastará llamar la atención del lector acerca de su número, que es indefinido, siendo unos periódicos y otros no; sobre la gran excentricidad de sus órbitas, como clara-

mente se indican en los dibujos adjuntos; lo vago de sus formas y escasa densidad de su materia, que permite el paso de la luz de las estrellas sin refractarse; una ráfaga luminosa que los acompaña se llama *barba, cabellera ó cola*, la cual arranca de lo que se llama el *núcleo*, como se indica tambien en el dibujo que representa el cometa de 1811. Excusado parece añadir que no tiene fundamento de ningún género la opinion sostenida por algunos autores acerca de la influencia que hayan podido ejercer los cometas en el cambio del eje terrestre, que tampoco hay datos suficientes para admitir, que áun tiene ménos razon de ser la preocupación del vulgo que les atribuye una acción mágica, que no ejercen en manera alguna, sobre los destinos humanos.

Atendida la importancia que en estos últimos tiempos han adquirido las manchas del Sol, como esclarecimiento de su estudio hemos creído oportuno dibujar una, para que el lector forme idea de lo que son, juzgadas por el sentido de la vista; en el texto se dirá más ampliamente lo que significan para el entendimiento, en la composición solar. Por último, completa el cuadro del mapa la representación de los principales planetas del sistema, de tamaño

proporcionado, para que pueda apreciarse la enorme magnitud del Sol y la pequeñez de la Tierra; al lado de cada planeta se encuentra representado el signo con que generalmente se le distingue, con objeto de facilitar la inteligencia del asunto.

Indicados ya los elementos sidéreos que en su conjunto representan el sistema solar, y las diferentes particularidades que caracterizan á cada grupo de ellos, conviene decir algo, como complemento, acerca de las ideas que en los diferentes períodos de la historia han dominado respecto al modo de considerar á nuestro sistema, completando estas nociones con alguna indicación acerca de las unidades de tiempo que resultan de los movimientos absolutos y relativos de los diferentes planetas.

Uno de los asuntos que más han preocupado á la humanidad ha sido la forma de nuestro planeta, y su aislamiento en el espacio; y despues, las relaciones que guarda con los demas astros; de donde se han derivado los diferentes sistemas que en la historia de la Geografía han reinado. Tocante á la forma, algunos creyeron en un principio que era plana; Leucipo, Apaximandro y otros filósofos griegos, fundados en el movimiento del Sol y denas

planetas alrededor de la Tierra, creyeron que la figura de ésta debía ser cilíndrica; estudios y observaciones posteriores hicieron, sin embargo, desecharse estas falsas ideas y establecer, como verdad incontestable, que la Tierra es redonda ó esférica.

Tocante á su aislamiento en el espacio, tampoco se ha creído siempre así, pues en tiempo de Homero se suponía que el globo se hallaba sostenido por una columna guardada por Atlas ó Atlante; los adoradores de Brahma, en la India, la suponían llevada por cuatro elefantes; y los escandinavos, apoyada en nueve pilares; sin advertir que esto no hacia más que aplazar la dificultad, pues sobre algo debían descansar las columnas, los elefantes ó los pilares. Resueltas ya ambas cuestiones, relacionadas con la forma y el aislamiento de la Tierra en el espacio, como sucede con los demas planetas, faltaba conocer el punto más importante, cual es el de las relaciones de unos astros con otros. En esta materia, tratando de resumir todo lo posible el asunto, debeómos limitarnos á indicar los sistemas de Ptolomeo y de Copérnico: aquel sabio matemático, que floreció en Egipto hácia la mitad del segundo siglo de nuestra era, colocaba á la Tierra en el centro del Universo, y suponía que el Sol y los demas cuerpos celestes giraban en torno suyo; de modo que, para los que adoptaron esta doctrina, la Tierra se hallaba fija, y los demas astros en movimiento. El sistema de Copérnico, célebre astrónomo prusiano del siglo XVI, consiste, por el contrario, en colocar el Sol en el centro, y la Tierra y demas planetas girando á su alrededor; sistema que hoy siguen todos los astrónomos, y que puede decirse es la expresión de la verdad, segun acreditan las observaciones repetidas y los cálculos más delicados y exactos. Señalados ya ántes los elementos del movimiento ó de la órbita que cada planeta describe en torno del Sol, veamos cuáles son las unidades de tiempo que originan los movimientos de los astros. La Tierra posee un movimiento muy complejo, mentalmente descomponible, prescindiendo de las pequeñas irregularidades ó accidentes que le complican en otros dos más sencillos, uno de rotación sobre sí misma, y otro de revolución ó traslación alrededor del Sol.

El primer movimiento se nos revela en la rotación aparente y contraria de todos los cuerpos celestes alrededor de la Tierra, ó en la salida y la puesta periódicas de los astros por diversos puntos del horizonte; y el segundo en la revolución, aparente tambien, del Sol alrededor de nuestro globo, ó en el cambio de aspecto de la bóveda celeste en el curso de varias noches, ó durante un periodo mucho más largo que el anterior.

Llámanse *día* el tiempo necesario para que la rotación aparente de un astro se verifique, y *año* el que transcurre durante una de las grandes revoluciones del Sol. La primera de estas unidades se divide en veinticuatro horas de sesenta minutos cada una, y los minutos en segundos; la otra en doce meses, no todos iguales. Sea sidéreo, solar ó lunar, aquellos del Ecuador por donde los mencionados pasos del Sol de un hemisferio á otro se efectúan. Y con los nombres de *solsticios de verano ó de invierno* se designa el tiempo que el Sol emplea en volver, descendiendo desde el último punto otra vez al Ecuador. El otoño es el intervalo transcrito entre el paso del Sol por el Ecuador y por el punto inferior de su camino. Y el invierno, aquel periodo en que el Sol retrocede desde el extremo más bajo de su excursión al origen de la primavera siguiente.

Siempre que el Sol atraviesa el Ecuador, los días naturales y las noches tienen la misma longitud sobre la Tierra, por cuya razon se llaman puntos *equinocciales ó equinoccios, de primavera y otoño*, aquellos del Ecuador por donde los mencionados pasos del Sol de un hemisferio á otro se efectúan. Y con los nombres de *solsticios de verano ó de invierno* se designa el tiempo que el Sol emplea en volver, descendiendo desde el último punto otra vez al Ecuador. El otoño es el intervalo transcrito entre el paso del Sol por el Ecuador y por el punto inferior de su camino. Y el invierno, aquel periodo en que el Sol retrocede desde el extremo más bajo de su excursión al origen de la primavera siguiente.

Para distinguir unos tiempos de otros, no basta apreciarlos en años, meses y días, sino que, además, es preciso ordenar los números resultantes de la combinación de estas unidades, refiriéndolos á un origen ó época determinada; y de aquí dimana el uso de las eras, cuyas principales, ó que más comunemente se encuentran citadas en la historia, figuran en todos los Almanacos y Anuarios de Observatorios, siquiera el espacio de tiempo que en algunas se señala á la Creación y al Diluvio universal tengan forzadamente que modificarse con arreglo á los datos que hoy posee la ciencia; debiendo advertir, por lo que convenga, que ninguna de estas fechas tiene carácter dogmático, y si sólo humano, pudiendo perfectamente haberse equivocado, incurriendo de seguro en error, lo mismo Userio, que da 5.880 años á la Creación, que el Padre Petavio, que determina la fecha del Diluvio en 4.206 años. Más adelante se explicará todo esto.

Respecto á las escalas que tambien figuran en este mapa, nada tenemos que añadir al texto que las explica, porque sería ofender al discreto lector.

ó ménos ancha; ahora bien, lo que descubrieron aquellos ilustres químicos fué que, por medio de ciertos signos que se revelan en el espectro, se puede reconocer ó distinguir la naturaleza química de las materias existentes en estado de vapor en la luz misma y de las sustancias que ésta ha podido atravesar. Indican todo esto unas rayas coloreadas características de los diferentes cuerpos simples y áun compuestos, así por el lugar que ocupan en el espectro, como por el matiz y brillo que afectan. Tambien se distingue por este ingenioso medio si el cuerpo cuya presencia acusa el espectro se halla en ignicion, ó si, además, sus emanaciones gaseosas sirven para la transmision de la luz; pues, en el primer caso, si ésta procede de un cuerpo opaco, sólido ó líquido, pero candente, el espectro se presenta continuo y sin rayas, sin poder asegurar nada respecto á la naturaleza química del cuerpo luminoso; al paso que, si éste está en estado de vapor, aparecen rayas brillantes, y si la luz atraviesa una capa de vapores oscuros, absorbiendo éstos, en virtud de su composicion química, las rayas correspondientes á sus diferentes elementos, aparecen en el espectro las correspondientes líneas, pero oscuras; de donde fácil es deducir la composicion de la atmósfera que atraviesa el rayo. Por último, la anchura de las rayas y la diferente forma que pueden ofrecer, determinan, aquélla la presion mayor ó menor de los gases que se examinan, y ésta el movimiento de que se hallan dotados. Véase, pues, cómo el simple exámen de un rayo lumínico da al hombre nociones exactas acerca de la composicion, temperatura, estado físico, presion y movimiento de cuantos cuerpos se hallan al alcance de nuestra vista, cualquiera que sea la distancia que de ellos nos separe.

En posesion ya de este admirable procedimiento, veamos cuáles son las conclusiones á que, tocante á la composicion íntima de los cuerpos planetarios y á los fenómenos que en su seno se verifican, conducen las minuciosas investigaciones recientemente realizadas por los químicos más doctos, y por los astrónomos que auxilian poderosamente estos estudios por medio de los grandes telescopios que los progresos de la industria han puesto en sus manos. Relativamente á la constitucion de las diversas partes del Universo físico, puede desde luégo asegurarse que es bastante uniforme, y nó tan complicada como á primera vista pudiera creerse, no habiéndose encontrado hasta el presente sino indicios de algun cuerpo, particularmente en el Sol, que pueda ser diferente de los que se conocen en nuestro planeta. De modo que las estrellas, por lo ménos las de mayor brillo, á pesar de la enorme distancia que las separa del Sol, ofrecen tales rasgos de semejanza con él, que autorizan á suponer que gozan de la misma ó muy análoga constitucion, y hasta las mismas nebulosas irresolubles se hallan formadas de gases muy parecidos á los que forman las cometas y las estrellas fugaces, con la particularidad de que estas sustancias forman parte tambien de nuestro planeta.

Veamos ahora si el estudio comparativo de los fenómenos que se observan en los cuerpos planetarios confirma ó invalida la sospecha de la unidad de origen de todos estos cuerpos, fundada en la analogía y hasta identidad de composicion. Estas manifestaciones de la actividad de los cuerpos planetarios pueden referirse á fenómenos eruptivos ó volcánicos, á levantamientos, al metamorfismo y á fenómenos meteorológicos observados en la Tierra, en Júpiter, en Marte, en Vénus y en el Sol; y aunque por la brevedad tengamos que prescindir de detalles muy curiosos, que el lector podrá saborear en obras especiales, es lo cierto que, por el exámen comparativo de todos estos fenómenos geológicos y meteorológicos, segun se verifican en el seno mismo de los astros ó en la atmósfera que á algunos envuelve, son todos ellos comparables á los que ocurren en la Tierra, consistiendo la única diferencia en la mayor ó menor escala en que se verifican, y en el estado de desarrollo en que se encuentra el planeta donde tales hechos se examinan; cuya última circunstancia, si imprime á las manifestaciones de la actividad planetaria un sello particular en cada cuerpo sidéreo, hasta tal punto los rasgos generales son idénticos, que el estudio de un fenómeno cualquiera en uno de ellos facilita el estudio del mismo hecho en cualquier otro, siendo

9

esto una prueba evidente de que los cuerpos de nuestro sistema presentan el mismo plan de organizacion; de donde fácil es tambien deducir que deben tener un origen comun.

En cuanto al enlace de las diferentes partes del sistema solar, se refiere al cambio de radiaciones, á la influencia del Sol, de la luz zodiacal, de las estrellas fugaces, de la Luna y de los planetas; estudio importantísimo cuyos interesantes detalles dejamos para el especialista en este ramo del saber, contentándonos por ahora con presentar la siguiente conclusion, que el espectróscopo nos demuestra: que los cuerpos del sistema solar forman tres grupos: el primero, nebuloso ó de aspecto y naturaleza de cometa; el segundo, representado por cuerpos en estado líquido; y el tercero, rodeado de una costra más ó ménos gruesa de materias sólidas, siendo, por decirlo así, la reproduccion de los tres estados gaseoso, líquido y sólido de la Tierra. El Sol puede compararse al núcleo terrestre en fusion ígnea; Neptuno y Urano con la atmósfera; Saturno y Júpiter á la parte líquida; y por último, los asteroides, tales como Marte, la Tierra, Vénus y Mercurio, á la parte sólida. Reunidos, pues, todos estos elementos, puede trazarse un corte geológico del sistema solar, reproduccion fiel del que en escala infinitamente menor ofrece el globo; siendo ésta una plena y palmaria confirmacion de la inmutable unidad que en medio de la más sorprendente variedad rige al mundo; deduciendo tambien, de todo lo anteriormente expuesto, las tres admirables leyes de la unidad de constitucion del sistema solar, de la identidad de los fenómenos que en su seno se verifican, y del admirable enlace que á sus diferentes partes estrecha y armónicamente une.

Si no contentos con estos antecedentes, quisiéramos saber por qué serie de modificaciones han pasado los cuerpos planetarios para llegar á su estado actual; podremos decir, con Laplace, que el sistema solar ha debido originarse ó proceder de una nebulosa dotada de una temperatura inicial muy alta y animada de un movimiento de rotacion sobre sí misma, verificado en el espacio, relativamente muy frio. Teoría sublime que bien puede hacerse extensiva á todos los cuerpos planetarios, y que, si se funda en la unidad de fuerzas mecánicas que determinan las relaciones de unos con otros, recibe la más completa confirmacion en la evolucion sidereal, ó sea en las transformaciones sucesivas que los cuerpos sidéreos han experimentado; teoría deducida de la unidad de constitucion y de los fenómenos geológicos que en ellos ocurren.

En igualdad de circunstancias, los globos se enfrían, tanto más rápidamente, cuanto más pequeños son; de modo que, considerándolos sucesivamente de volúmenes mayores, pueden estudiarse en sus diferentes edades. Éstas pueden ser en cada globo absoluta y relativa, segun que se refiere al tiempo transcurrido desde su separacion primitiva del centro respectivo, ó al volúmen y variaciones en su constitucion química, causas determinantes de la mayor ó menor rapidez en su enfriamiento; la combinacion de estos dos datos nos conduce al conocimiento de la edad real de un planeta.

En la peregrina historia de los Cielos pueden admitirse tres, y, segun algunos, cuatro grandes períodos: de formación los tres primeros, y de destruccion el cuarto y último. Estos estados pueden llamarse *estelar*, *planetario*, *lunar* y *areolítico*.

En nuestro sistema, indudablemente el Sol es el más moderno; pues, aunque no representa exactamente la masa primitiva, sin embargo es el cuerpo sidéreo que más se aproxima á ella. Dos caractéres principales distinguen al Sol de las nebulosas, á saber: la separacion más completa en zonas sucesivas de los vapores de densidades diferentes que contiene, y su extraordinario brillo, foco vivísimo de luz y calor que resulta del enfriamiento de la region externa. Con efecto, en el desenvolvimiento de los cuerpos sidéreos se notan dos fases principales: la primera, caracterizada por una luz muy débil y pálida, revelando una constitucion gaseosa, se observa en muchas estrellas y en aquellas nebulosas que se encuentran en dicho estado; el segundo período, en contraposicion del anterior, se distingue por la intensidad y viveza de la luz, resultando de

la condensacion de los elementos gaseosos periféricos en forma de polvo sólido ó líquido, como se observa en el Sol, sustancias que hacen el oficio del carbon, de la cal y de la magnesia en los fuegos artificiales, lo cual determina una irradiacion muy energética. Una larga y pertinaz lucha, que modifica sin cesar el estado de la superficie del astro, se determina en estas dos fases de su desarrollo; y, refiriéndonos al Sol, parece que la sustancia gaseosa se encuentra hasta las mayores profundidades en un continuo movimiento, determinado por las reacciones que en su seno se verifican, y por la separacion de los materiales, segun sus densidades; inmensos remolinos que llevan á la superficie los gases que proceden del fondo del abismo, los cuales, siendo muy cálidos, determinan aumentos locales de temperatura que, volatilizando en determinados puntos la fotosfera, dan origen á las manchas del Sol. Tambien puede explicarse por este procedimiento ingenioso la desaparicion, la intermitencia de algunos astros y hasta la aparicion súbita de otros; de modo que, segun dice el eminente Faye, las estrellas que desaparecieron, las llamadas *variables* y las *nuevas* representan diferentes períodos del mismo enfriamiento, al cual hay que referir tambien la contraccion ó disminucion de volumen de los cuerpos planetarios.

Á estas dos fases, que caracterizan el estado estelar, sigue otro fenómeno diametralmente opuesto, á saber: la formacion de una costra que, al paso que impide la formacion de las manchas, concluye por hacerse completamente oscura por efecto del enfriamiento al exterior, lo cual hace que con el tiempo vaya perdiendo la luz propia convirtiéndose, de Sol que era respecto de los cuerpos que giran á su alrededor, en planeta que gira alrededor de su centro respectivo; dicha costra no es lo que pudiera llamarse *epidermis del globo*, sino una especie de pantalla interpuesta entre el núcleo interno, siempre luminoso, y las materias ménos densas, que, enrarecidas por altas temperaturas, constituyen lo que se llama *atmósfera*. De ella arrancan dos órdenes de fenómenos, á saber: hácia dentro acrece en espesor, por la consolidacion sucesiva de las partes subyacentes, y al exterior se acumulan, segun el orden de volatilidad, los productos condensables que contiene el océano gaseoso. Sometida aquella zona intermedia á diferentes esfuerzos, rómpese á menudo, dando salida por las grietas á la materia flúida interna, constituyendo erupciones más ó ménos importantes, de las cuales, las cordilleras de montañas y los volcanes terrestres son una representacion fiel, aunque insignificante. Sigue en la historia del planeta en este segundo estado, que puede representar, hasta cierto punto, la edad adulta, un inmenso espacio de tiempo, imposible de calcular, durante el cual ocurre: 1.º la formacion del primer revestimiento granítico; 2.º la condensacion del agua formando los mares; 3.º la aparicion de los primeros continentes; 4.º la sedimentacion en el fondo de los mares; y por último, la aparicion de la vida orgánica en todos los períodos de su desarrollo.

Llámase *lunar* ó *de satélite* al tercer período que recorre en su historia todo cuerpo sidéreo, el cual, así como el planetario, pueden considerarse como de completa plenitud de vida, ó la edad adulta; debiendo llamarse *de declinacion* ó *de vejez* al que sigue, ó sea el de disgregacion de sus diferentes partes, que determina la muerte del planeta.

Continuando de un modo incesante el enfriamiento, la costra sólida del planeta aumenta de la circunferencia al centro, apagando paulatinamente la accion ígnea interior, con cuyo fenómeno coincide otro, nó ménos importante como signo de decrepitud, á saber: la absorcion del agua y de la atmósfera por las rocas que constituyen dicha costra sólida, habiendo demostrado el señor Semann que el líquido de todos los océanos no bastaria, ni con mucho, á hidratar las masas profundas de la capa sólida en vía de formacion. Toda esta serie de acontecimientos se ha verificado en nuestro satélite, como lo demuestra la falta de atmósfera y de agua líquida en la superficie, que aparece tranquila por haber cesado las manifestaciones volcánicas que en otro tiempo ocurrieron, como claramente lo indican los cráteres de erupcion y levantamiento que accidentan la Luna. No es esto decir que se haya extinguido por completo el fuego en su interior;

pero, por lo visto, es tan considerable la desproporcion que en ella existe entre la costra sólida y lo que pudiera con razon llamarse *pirósfera-lunar*, que terminaron por completo las antiguas manifestaciones de su actividad.

De lo dicho anteriormente se deduce cuál podrá ser el fin de nuestro planeta por el aumento sucesivo de su costra sólida, y por la absorcion del agua y de la atmósfera; aunque puede tranquilizarnos la seguridad de que esto ha de tardar todavía muchísimos siglos en verificarse, siguiendo la naturaleza la marcha lenta que en todas sus operaciones se advierte. Tambien puede asegurarse, con arreglo á lo que acabamos de indicar, que los satélites, por regla general, siendo más pequeños que los planetas alrededor de los cuales giran, recorren en un espacio menor de tiempo las diferentes fases de su desarrollo, ó envejecen más pronto, como sucede á la Luna respecto de la Tierra, sin que esto signifique que cuenten más tiempo de existencia.

Llegado á este punto, astros, planetas y satélites, creen algunos autores que, continuando la contraccion por enfriamiento de su masa, empiezan por agrietarse y concluyen por romperse, resultando de esta serie de operaciones la formacion de los pequeños asteroides y de los aerolitos, entre los cuales encuentran de comun el aspecto poliédrico ó fragmentoso irregular que los distingue. Añaden á esta razon otra nó ménos poderosa, cual es la existencia de grandes grietas en la Tierra, y de otras mucho más acentuadas en extension y profundidad en la Luna, debidas á la disminucion progresiva de volúmen del núcleo interno, que aumenta en razon directa de su enfriamiento. De modo que concluyen su existencia los cuerpos sidéreos fraccionándose, con tendencia á tomar el estado primitivo de la materia, si bien nó siempre alcanza ésta el grado extremo de tenuidad que entónces ofrecia. Si esta teoría es exacta, puede dar explicacion satisfactoria del origen de esas piedras que caen de la atmósfera, pero que vienen de más allá, conocidas con el nombre de *aerolitos* ó *piedras meteóricas*, las cuales no serian, en último resultado, sino producto de la desagregacion, por enfriamiento, de un pequeño satélite que gravitaba alrededor de la Tierra. Fundados en estos datos podemos tambien determinar la edad relativa de los astros que componen el sistema solar interior, que empezando por el Sol, á quien podemos considerar como el más jóven, siguen Mercurio, Vénus, la Tierra, Marte, la Luna, los asteroides situados entre Marte y Júpiter, y, por último, los meteoritos. Si, segun el doctor Mayer, la *luz zodiacal* es resultado de un anillo de fragmentos sólidos que gravitan alrededor del Sol, pudieran tal vez considerarse como consecuencia de la destruccion de planetas cuyo pequeño volúmen determinó su más rápido desenvolvimiento, y por consiguiente su fin. En cuanto á los planetas llamados *exteriores*, pueden considerarse en otro período, pues la existencia en ellos de numerosos satélites prueba que se encuentran en estado, por decirlo así, originario.

Queda con esto terminada la peregrina é interesante historia de los cuerpos que pueblan la inmensidad del espacio; ahora procede que expongamos sumariamente lo más notable que ofrecen el Sol, la Tierra, la Luna y aquellos otros que más directamente nos interesa conocer, terminando con el estudio de las relaciones de unos con otros, para que de esta manera formemos cabal concepto de la admirable estructura y sábias leyes que rigen el Universo.

Tratándose del Sol, centro del sistema por donde debe empezar esta reseña, creemos que lo más acertado será transcribir á continuacion lo que, á propósito de este astro, dice el ilustre Padre Secchi, á quien la Astronomía debe tantas y tan admirables conquistas.

«Para mí, dice el astrónomo citado, como para todo el mundo, el Sol es un cuerpo dotado de una temperatura enorme, y en el cual las sustancias conocidas de los químicos, y muchas otras, se encuentran en estado de vapor candente, á tal punto que el espectro debe ser continuo, bien sea por la presion que experimentan ó por lo elevado de su temperatura; masa ígnea que constituye lo que se llama la *fotósfera*, limitada por la accion de la gravedad del cuerpo solar, y tambien, como sucede en general con los gases candentes, por el grado de temperatura propia