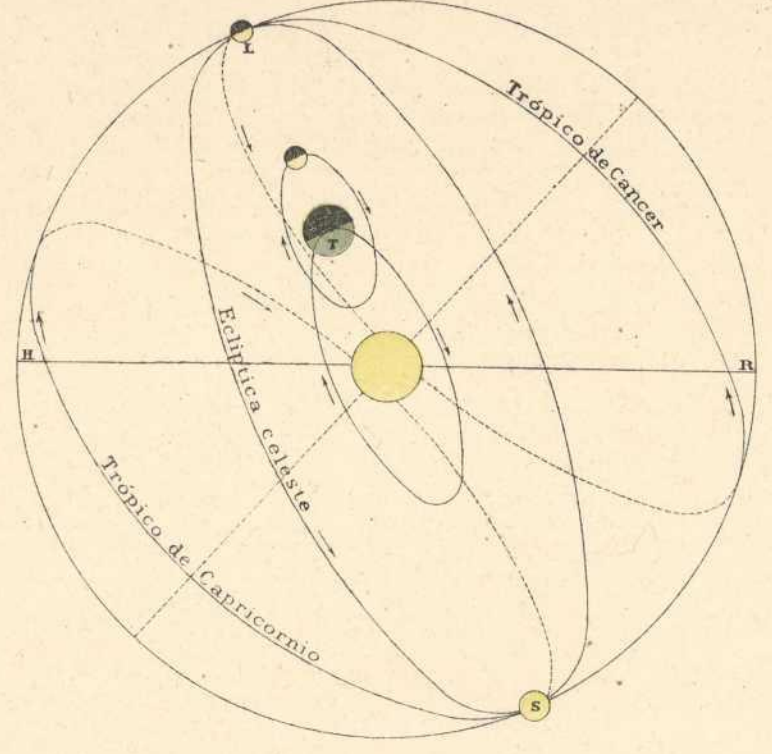


G-004-001 (5)



MOVIMIENTO DIURNO DE LA LUNA.



SUMARIO.

La Luna, satélite de la Tierra; distancia que las separa; órbita lunar; epíclisis lunar; velocidad de su movimiento; revolución sideral y sinódica de la Luna; sus fases, cuadrantes y oclantes; conjunción y oposición; eclipses; mareas etc., etc.

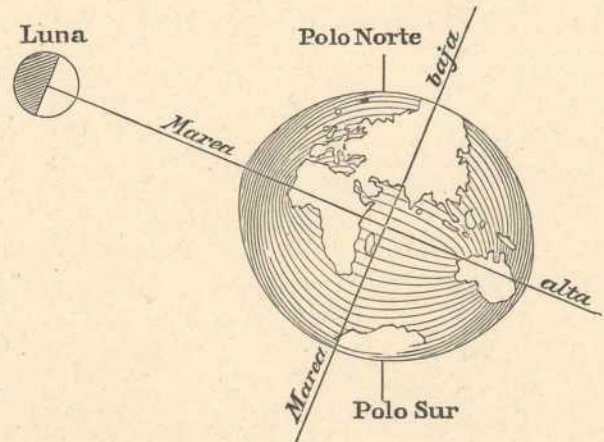
La Luna, que en la historia de los cuerpos planetarios puede decirse representa la edad de la vejez, no tanto por haber empezado antes, pues esto estaría en contradicción con la teoría adoptada para explicar el origen de los cuerpos planetarios, cuanto por haber recorrido en más breve espacio de tiempo los diversos periodos de su existencia, por razones que se expondrán en el texto, no es un planeta independiente á la manera que la Tierra lo es del Sol, sino un satélite de ésta, ó lo que es lo mismo, que verifica su revolución siguiendo á nuestro globo alrededor del Sol, si quiera moviéndose ambos cuerpos celestes en distintos planos; es decir, que la órbita de la Luna no coincide con el plano de la eclíptica ú órbita terrestre; de lo contrario, todos los meses habría dos eclipses, uno de Sol y otro de Luna. Uno de los focos de la órbita lunar lo ocupa nuestro globo.

Ambas á dos, Tierra y Luna, habiendo ya pasado de la edad llamada estelar, no tienen luz propia, siendo reflejo de la que reciben del Sol la que alumbramos las noches, excitando la admiración y culto de tantos pueblos primitivos y salvajes, y tambien el estro poético de no pocos vates.

La Luna, no habiéndose separado completamente de la atracción terrestre, carece de la libertad de girar sobre sí misma con una velocidad mayor que la de su revolución; de donde resulta que siempre nos presenta la misma cara, pudiendo compararse lo que ocurre en sus movimientos respecto de la Tierra, con un globo aerostático que dierra la vuelta alrededor de ésta; pues aunque al pasar por los antipodos su situación es diametralmente contraria á la del punto de partida, como las sucesos á las antipodas mismos respecto de nosotros, siempre deja ver tan sólo el hemisferio inferior. Uno y otra, esto es; globo aerostático y Luna, verifican una rotación sobre sí mismos exactamente en el tiempo que dura su revolución orbitaria; si la Luna no girase sobre sí misma, nos dejaría ver sucesivamente todas las caras durante su revolución sideral. De sus variadas liberaciones, movimiento en virtud del cual la Luna oculta y descubre alternativamente á nuestros ojos parte de su superficie, se ha deducido que la que se halla siempre oculta es á la visible, como 420 á 580.

La topografía lunar es la misma en estos ochocientos del otro hemisferio que en toda la superficie del visible, lo cual autoriza á creer que en cuanto á los accidentes geográficos, composición y estructura geológica no difieren mucho el uno del otro.

La distancia que nos separa de la Luna es algun tanto distinta segun el punto de la órbita que se considere: la máxima, que es cuando se halla en el apogeo, es de 405.540 kilómetros; la mínima ó perigeo, de 363.332; y la media, de 384.436, que equivale á 60 radios terrestres. La curva que describe alrededor de la Tierra es una elipse cuyo mayor eje mide sobre 2.400.000 kilómetros; su revolución sideral, ó sea el espacio de tiempo que emplea para volver al mismo punto del cielo, es de 27<sup>d</sup>, 7<sup>h</sup>, 43' y 11". Si nuestro globo permaneciera inmóvil, ésta sería tambien la duración de las fases de la Luna; pero, como la Tierra se mueve en el espacio, y el Sol por un efecto de perspectiva cambia de lugar, aunque en sentido contrario, cuando la Luna llega al mismo punto del cielo, como término de su revolución, el Sol ha avanzado en el mismo sentido cierta cantidad; infruyéndose de esto que para que nuestro satélite vuelva á colocarse entre los dos astros, ó en otros términos, para volver á estar en conjunción, es preciso que marche por espacio de dos días próximamente, lo cual hace que la lunación, ó el tiempo que media entre dos novilunios, sea de 29<sup>d</sup>, 12<sup>h</sup>, 44' y 3". ó el tiempo que media entre dos plenilunios, sea de 29<sup>d</sup>, 12<sup>h</sup>, 44' y 3". La velocidad con que la Luna recorre su órbita es de las más escasas en los movimientos planetarios, pues apenas excede de un kilómetro por segundo.



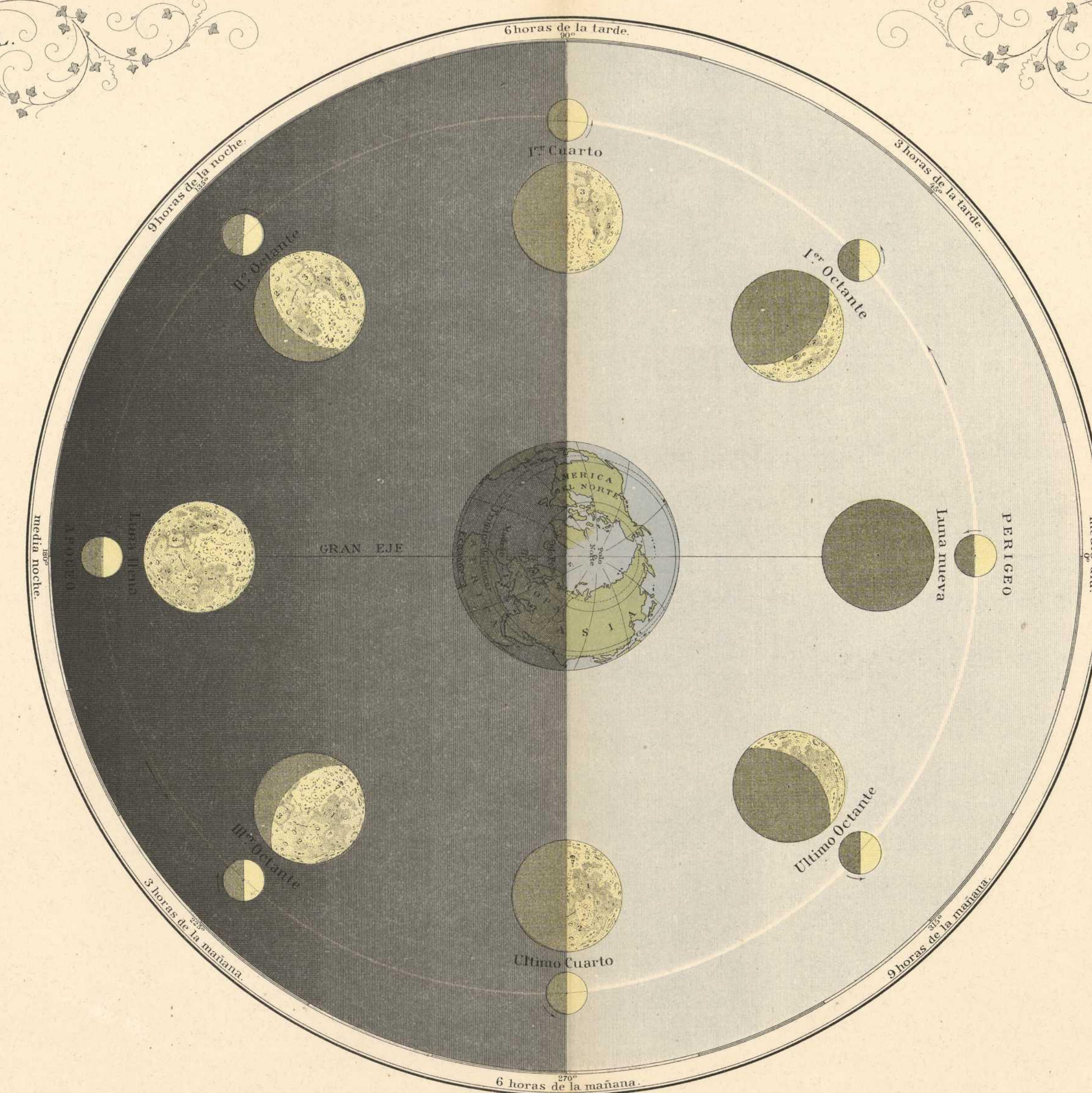
Marea lunar.

Se proyecta.

FASES DE LA LUNA

Dibujo y Grabado OTTO NEUSSEL.

Texto por DR. JUAN VILANOVA.



Las órbitas lunar y terrestre difieren poco entre sí; ambas son elípticas bastante prolongadas; y como la de aquella corta á ésta en varios puntos, se llama tambien epíclisis lunar, nombre que se aplica á la curva engendrada por la revolución de un punto de la circunferencia de un círculo que gira sobre la parte cóncava y convexa de otro círculo, sin más diferencia que la de ser elípticas las curvas á que aquí nos referimos, y de notarse la particularidad de ser siempre cóncava hacia el Sol, y jamás convexa, aun en la época de Luna nueva.

Llámanse fases, aspectos ó apariencias de la Luna á las diferentes posiciones que ésta ofrece respecto de la Tierra y del Sol, de quien ambas reciben la luz; siendo fácil comprender que cuando la Luna se encuentra entre el Sol y la Tierra sea invisible, porque entónces no puede llegar hasta la Tierra la luz reflejada; esto ocurre en el novilunio; pero á medida que la Luna se aparta de la conjunción, va iluminándose de un modo sucesivo en aumento hasta la Luna llena, y disminuyendo sucesivamente en el cuarto menguante, hasta que vuelve á hacerse invisible en la nueva. Todas estas relaciones están perfectamente indicadas en la figura grande, cuyo objeto no es otro sino facilitar su mejor inteligencia.

Obsérvanse en ella, con efecto, dos series de globos cuya distribución de luz es distinta; los exteriores representan las fases de la Luna respecto del Sol, apareciendo siempre iluminado un hemisferio; los grandes ó internos indican las fases para la Tierra; la línea blanca y las flechas mayores que en ella se advierten marcan la órbita de la Luna y la dirección que sigue desde el novilunio hasta el último oclante; las flechas pequeñas indican la rotación de la Luna sobre sí misma.

Llámanse conjunción lunar cuando nuestro satélite se halla directamente interpuesto entre el Sol y la Tierra, y corresponde á la primera fase ó Luna nueva: á partir de este punto, alejándose más y más del Sol, va presentando una porción ó segmento cada vez mayor iluminado por aquel, cuya pábida luz refleja hacia la Tierra, hasta que se sitúa del lado opuesto á la Tierra, en cuyo caso se dice que está en oposición, y es la Luna llena, por cuanto aparece iluminado todo el hemisferio visible. La conjunción y la oposición de nuestro satélite respecto del Sol, correspondientes á la Luna nueva y llena, representan los *siggies*, así como se llaman cuartos á las fases; el espacio que media del uno al otro equivale al alejamiento de la Luna respecto del Sol, de la cuarta parte de circunferencia; los espacios ó posiciones intermedias reciben con propiedad el nombre de octantes. Llámanse *perigeo* el punto más próximo á la Tierra de la órbita que en su movimiento de traslación describe la Luna, y *apogeo* el más distante, puntos extremos del gran eje, segun claramente indica la figura grande, en la cual se supone además, que el Sol se halla á la derecha y á una distancia tal, que los rayos luminicos llegan paralelos á la Tierra y á su satélite.

Estos dos puntos halláanse sujetos á un movimiento de O. á E. por efecto de la atracción que el Sol ejerce sobre la Luna, equivalente á 40<sup>o</sup> 41' 46" anuales, de modo que en nueve años describen un círculo completo en el mismo sentido que el movimiento lunar y terrestre. Á los nodos ó intersecciones de la órbita terrestre por la lunar, les sucede todo lo contrario; pues si quiera sea debido á la misma causa, es lo cierto que retrogradan en un año de 19<sup>d</sup> 29' 29", avanzando de E. á O. esta distancia, habiéndose calculado que en diez y ocho años y medio recorren todo el ciclo.

El plano de la órbita lunar forma con el de la terrestre un ángulo de 5<sup>o</sup> 8' 49" lo cual significa que en diversos puntos de su carrera puede encontrarse á 5<sup>o</sup> sobre la eclíptica ó á 5<sup>o</sup> debajo de ella, y si esto ocurre cuando hay Luna llena ó nueva, el eclipse no puede verificarse; pero como la órbita lunar corta á la terrestre en dos puntos opuestos de situación variable que se llaman *nodos* ascendente y descendente, y en ellos se encuentra á veces la Luna, de ahí la posibilidad de que los tres astros se hallen en una misma línea recta, y que en ocasiones la Luna nos oculte el Sol, y que otras veces la sombra de la Tierra produzca la oscuridad de nuestro satélite. Es evidente que, al interceptar la Tierra y la Luna los rayos solares, producirán tras sí una sombra de forma cónica, cuyas dimensiones dependerán del diámetro del cuerpo iluminado y de sus distancias relativas á los otros dos. Este cono de sombra contiene todos los puntos del espacio que á causa de la interposición del cuerpo opaco no reciben ni un solo rayo de la luz del Sol; más allá del vértice del cono y en su prolongación se encuentran los puntos del espacio que ven una parte del Sol bajo forma de corona luminosa. Los eclipses de Luna pueden ser totales ó parciales, pero nunca anulares; para esto sería preciso que la Luna se encontrase mucho más distante de nosotros y casi en el vértice del cono de la sombra. El primer contacto de la Luna con la penumbra y con la sombra se verifica siempre por el borde oriental del astro; en los eclipses de Sol es al contrario, el primer borde mordido corresponde á la región del Oeste.

El aspecto que presenta la Luna eclipsada es por todo extremo interesante: poco despues de haber entrado en la penumbra, se nota que la luz del disco ha disminuido tomando un tinte agrisado, si se compara con el resto de la superficie iluminada aun por los rayos directos del Sol. En el instante marcado por las efemérides se observa que una de las regiones de la parte oriental se ve privada de luz; poco á poco va adelantando la sombra, cuyo limite presenta un contorno circular; la forma de esta sombra ha sido uno de los argumentos empleados por los astrónomos para probar la redondez del globo

terrestre, pues la esfera es el único cuerpo que produce una sombra de seccion circular, cualquiera que sea la inclinación con que la hieran los rayos luminicos.

Uno tras otro va alcanzando el cono de sombra proyectado por la Tierra los picos, montañas y cráteres lunares, hasta invadir el plateado disco por completo; aun en este caso, cuando nuestro satélite no recibe directamente ni un solo rayo de luz solar, deja de ser visible en absoluto, y con el auxilio de un telescopio ó anteojos puede distinguirse la mayor parte de los detalles de su superficie; esto no ocurre siempre, sin embargo. Los individuos dotados de una vista penetrante no necesitan valerse de ningún instrumento para seguir fácilmente las fases del eclipse.

Durante el periodo de totalidad presenta la Luna un color rojo, una especie de tinte cobrizo característico; por mucho tiempo se ignoró la causa de este fenómeno, que algunos astrónomos atribuyeron á una luz inherente y particular de la Luna; á Kepler se debe su verdadera explicación científica. Este hombre inmortal demostró que el fenómeno era debido á la reacción de la atmósfera terrestre, que desviando los rayos solares que la atraviesan, y obligándoles á abandonar su dirección rectilínea, los hace caer sobre la superficie de nuestro satélite, á pesar de la interposición de la Tierra entre ambos cuerpos.

El color rojo de la Luna proviene, pues, de la absorción que experimentan los rayos azules de la luz solar al atravesar la atmósfera de la Tierra, y es perfectamente comparable al aspecto arrebolado que ofrece el cielo á la salida y postura del Sol, cuando el aire se encuentra cargado de vapores acuosos. Como el estado meteorológico de nuestra atmósfera es muy variable, puede dejar pasar una cantidad mayor ó menor de luz, y tambien hacerle sufrir en su composición cambios más ó menos importantes, que se manifiestan en las diversas coloraciones que toma la Luna al hallarse envuelta por la sombra de la Tierra. Si parte de la atmósfera atravesada por los rayos del Sol antes de llegar á la superficie

de nuestro satélite se encuentra relativamente libre de vapor de agua, absorberán los rayos rojos casi por completo, mas no los azules, y la Luna apenas será visible, sucediendo lo contrario de lo que ántes hemos afirmado. Esto ocurrió en el eclipse del 18 de Mayo de 1761, observado por Wargentin, que dió cuenta del fenómeno en los siguientes términos: *Tota Luna, ita prorsus disparuerat, ut nullum ejus vestigium, vel nudis, vel armatis oculis, sensibile restaret, celo licet sereno, et stellis vicinis in tubo conspicuis.* (El cuerpo de la Luna desapareció tan por completo, que no era discernible ni la más pequeña porción de su disco, era á simple vista, ya con el auxilio de los instrumentos, á pesar de que el cielo estaba despejado y que las estrellas próximas á la Luna se distinguían con facilidad en el telescopio.)

Apresurémonos á manifestar que esto ocurre raras veces, pues sólo se citan, además de la observación anterior, una de Kepler, otra de Hevelio y la última de Beer y Maedler.

Si, por el contrario, la atmósfera terrestre está saturada de vapor de agua en la parte atravesada por los rayos del Sol, pero con desigualdad, resultará que unas regiones de la Luna serán invisibles y el resto se presentará iluminado por la luz roja característica.

Los eclipses son muy variables en número y magnitud, si bien esta variedad tiene sus limites, porque no puede haber menos de dos eclipses por año, ni más de siete. Cuando no hay más que dos, son eclipses de Luna. Estos fenómenos se repiten, con corta diferencia, en el mismo orden cada diez y ocho años y diez días, periodo conocido de los griegos bajo la denominación de ciclo de Meton, y del cual se servían los chinos hace más de tres mil años para la predicción de los eclipses.

Por sencilla que sea la causa de este fenómeno hoy que le conocemos (y las causas conocidas son siempre tan sencillas, que nos preguntamos cómo es que no han sido adivinadas más pronto); por fácil de encontrar que parezca esta explicación, la humanidad estuvo largo tiempo admirándose cuando ocurría la ausencia pasajera de la luz del

Sol durante el periodo del día. Largo tiempo experimentó terrores é inquietudes ante aquella maravilla desconocida. La luz del día debilitándose rápidamente y llegando á desaparecer de improviso sin que el cielo estuviese oscurecido por ninguna nube; las tinieblas sucediendo á la luz; las estrellas apareciendo en el cielo; la naturaleza entera presentándose como sorprendida y conternada; la reunion de todos estos acontecimientos extraordinarios era más que suficiente para explicar el terror momentáneo que los hombres y los pueblos se sentían poseidos en aquellos instantes solemnes. Á causa de la rapidez del movimiento de la Luna, el eclipse total nunca dura más de seis minutos; pero este corto periodo es suficiente para que se sucedan mil ideas y sentimientos en un ánimo tímido y turbado. La desaparición sola de la luz de la Luna causó en ocasiones gran emoción en los ánimos poco instruidos; ¡con cuánta más razon no la causaría la desaparición del astro radiante!

La historia está llena de ejemplos del espanto causado por los eclipses, dice Francoeur, y de los peligros que produce la ignorancia y la superstición. El general griego Nicias habia resuelto abandonar la Sicilia con su ejército; espantado por un eclipse de Luna y queriendo detenerse varios días para averiguar si el astro no habia perdido nada en este eclipse, desmorrió por la ocación de la retirada; su ejército fué destruido, Nicias murió en la batalla, y aquel desastre fué el principio de la ruina de Atenas.

Muchas veces se ha visto á hombres hábiles sacar partido del terror de un pueblo durante los eclipses, ya de Sol, ya de Luna, para atraerlos á sus designios. Cristóbal Colon, reducido para la subsistencia de sus soldados á los donativos voluntarios de una nación salvaje é indigente, y viendo que iba á faltarle este recurso y á perecer de hambre, anunció que iba á privar al mundo de la luz de la Luna. Poco despues comenzó el eclipse; se apodó el terror de los indios, y vinieron á depositar á los pies de Colon los tributos acostumbrados.

Druso apaciguó una sedición en su ejército pronosticando un eclipse de Luna; y segun Tito Livio, Sulpicio Galo, en la guerra de Paulo Emilio contra Perseo, usó de la misma estrategia. Pericles Agatodes, rey de Siracusa; Dion, rey de Sicilia, estuvieron á punto de ser víctimas de la ignorancia de sus soldados. Alejandro cerca de Arbelá tuvo que usar de toda su habilidad para calmar el terror que un eclipse habia producido en sus tropas.

Así es como los hombres superiores, en vez de ceder á las circunstancias que dominan á todos los demas, emplean su destreza para hacer que redunden en su provecho.

Cuántas fábulas no se han fundado en la opinión de que los eclipses son efecto de la cólera celeste, que se venga de las iniquidades de los hombres, privándoles de la luz! Ya es Diana que va en busca de Enlilim á las montañas de Caria; ya los Magos de Tesalia hacen bajar la Luna sobre las hierbas que destinan á los maledicos. Aquí es un dragon el que devora el astro, y á quien se trata de espantar á gritos; allí Dios tiene el Sol encerrado en un tubo y nos quita ó nos da la vista de este astro, segun le tapa ó destapa. El progreso de las ciencias ha dado á conocer lo ridiculo de estas opiniones y de estos temores, cuando se ha visto la posibilidad de calcular por las tablas astronómicas y de prever, con largo tiempo de anticipación, el instante en que debe estallar la cólera celeste. Sin embargo, no hace mucho tiempo que el espanto causó grandes desastres en el ejército de Luis XIV, cerca de Barcelona, cuando el eclipse total de 1706; y la divisa de aquel monarca: *Nec pluribus impar*, ha prestado materia para alusiones injuriosas.

Los eclipses de Luna y de los satélites de otros planetas, como los de Júpiter, por ejemplo, y los de Sol, sirven para la determinación de la longitud de los diferentes puntos del globo, y tambien para apreciar la distancia que separa á uno de otros, fundada en la observación de la hora en que se realiza un fenómeno instantáneo que pueda percibirse en los dos puntos que quieren fijarse. Para esto, como un punto dado del disco lunar entra en la sombra de la Tierra en el mismo instante para todos los lugares en que el astro es visible, las manchas espaciadas en el disco lunar permiten hacer varias observaciones en el mismo eclipse, indicando con exactitud el tiempo de la desaparición de cada mancha en la sombra, ó sea su *immersion*, y el en que vuelve á aparecer, ó de *emersion*. Si las mismas observaciones se han verificado en un lugar de posición conocida y otro, la diferencia de tiempos en que se ha visto el mismo fenómeno da la diferencia de longitudes.

Para estas operaciones, tan delicadas de suyo, ofrecen, sin embargo, los eclipses de Luna el gran inconveniente de la difícil suma de determinar con precisión el instante en que el satélite entra en la sombra, no pudiendo responder de que no se pierdan algunos minutos segundos de tiempo en la determinación de las fases de un eclipse de Luna; debiendo advertir para saber lo que esto significa, que cuatro segundos representan un minuto de grado y que una hora de tiempo equivale á la diferencia de longitud próximamente de quince grados.

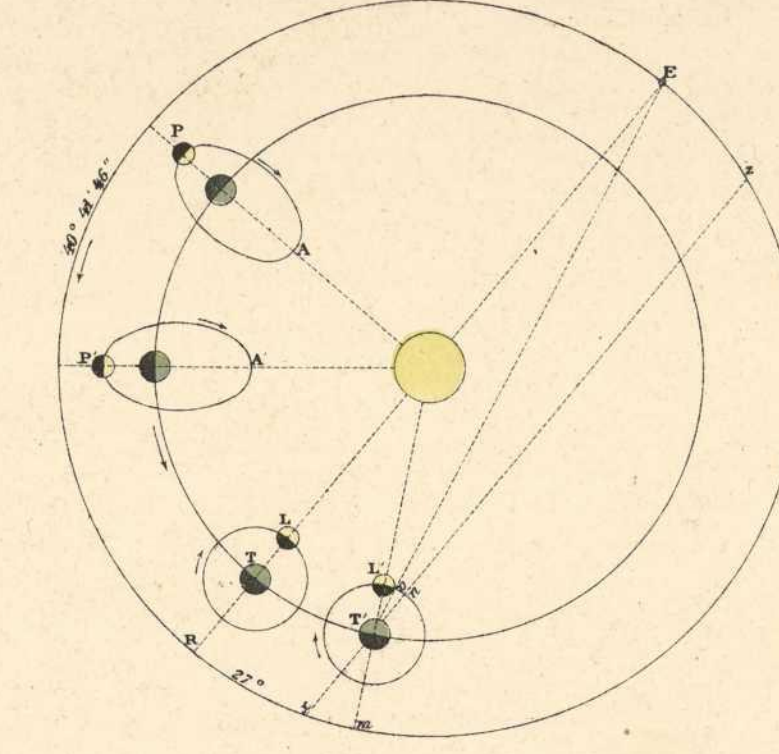
Tambien sirve para esto mismo otro fenómeno celeste muy frecuente, llamado *ocultación*, ó sea el paso de una estrella por detrás del disco de la Luna, determinando por la observación el momento en que el centro de nuestro satélite se encuentra en conjunción con la estrella, circunstancia que fija una posición absoluta de la Luna, pudiendo, bien sea por los cálculos que figuran en los almanaces astronómicos, donde estos fenómenos se hallan previstos, ó por la comparación de fenómenos correspondientes, encontrar la hora en que la conjunción se verificó en un lugar cuya posición es conocida; de lo cual fácil es deducir la diferencia de longitud, como en los casos en que sirven los eclipses para este objeto.

La diferente posición que la Luna tiene respecto de la Tierra, y su mayor ó menor distancia por razon de la forma elíptica de su órbita, y la atracción que ejerce sobre todos los objetos que se encuentran en la superficie terrestre, determinan un fenómeno periódico que se observa en las aguas todas, pero especialmente en las de los mares, llamado *mareas*, al cual concurre tambien el Sol, si quiera en escala mucho menor por efecto de su gran distancia. Pero estos hechos pertenecen con más propiedad, si se quiere, á la geografía que llamamos dinámica, y los exponderemos en la parte correspondiente del texto, con todos los detalles conducentes al esclarecimiento de la materia, limitándonos por ahora á dar en los adjuntos dibujos la representación gráfica del fenómeno.

Dada ya una idea general del objeto culminante de esta lmina, cuya inteligencia facilitará la vista y atento examen de la figura grande, veamos de ampliar estos datos, explicando las otras dos figuras pequeñas, referentes al movimiento diurno de la Luna de la izquierda, y á la duración de sus revoluciones de la derecha.

Respecto de la primera ocurre decir lo siguiente: la Luna parece girar alrededor de nosotros de E. á O. en 24<sup>h</sup>, explicando este movimiento aparente, que es comun á los demas astros, la rotación misma de la Tierra en sentido contrario, ó sea de O. á E.; mas sucede que la Luna en verano describe un pequenísimo arco sobre el horizonte, y en el invierno, por el contrario, otro muy extenso, siendo la explicación de este doble fenómeno la siguiente. Sea la noche del solsticio de invierno (21 al 22 Diciembre), que es la más larga del año: la Tierra *T* ve al Sol *S* proyectado sobre el trópico de Capricornio que describe en dicha época, y la Luna en *L* sobre el trópico

DURACION DE LAS REVOLUCIONES DE LA LUNA.



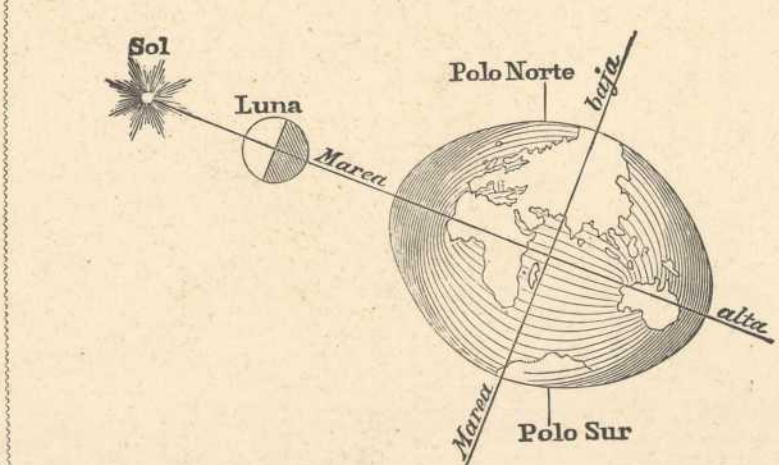
de Cáncer que ella recorre; demostrando bien claramente la línea *HR* de nuestro horizonte que el arco diurno del Sol es muy corto, mientras que el arco nocturno de la Luna es muy largo. Excusado es decir que durante el solsticio de verano las cosas se observan diametralmente opuestas. En los equinoccios el arco lunar nocturno es igual al que el Sol parece describir ó recorrer durante el día. Tal es lo que ha querido representarse en la figura de la izquierda, que dice: *Movimiento diurno de la Luna.*

Veamos ahora, para completar estas nociones, lo que significa la figura de la derecha, que lleva por título *Duración de las revoluciones de la Luna*, por supuesto alrededor de la Tierra. Supongamos que la Luna *L* se halla en conjunción, ó sea entre la Tierra y el Sol, y que el centro de los tres astros y una estrella *E* se encuentran en la misma línea *RE*. Mientras la Luna verifica una revolución alrededor de la Tierra, ésta avanzará cierta cantidad alrededor del Sol. Sea el punto *T* la posición de la Tierra al terminar la Luna su revolución: la Luna deberá encontrarse en *n* en un plano *xz* y paralelo al primero *RE*; esto es lo que se llama revolución periódica de la Luna, que segun queda ya dicho, dura 27<sup>d</sup>, 7<sup>h</sup>, 43', 11"; ó en otros términos: el regreso del satélite al mismo punto de su órbita. Pero, para que la Luna se encuentre ó esté otra vez en conjunción, se hace preciso que recorra el arco *nL'* de un valor en grados igual al *TT'* ó *Rm* descrito por la Tierra en su órbita; este arco *nL'* es de 27<sup>d</sup> próximamente, y para describirle ó recorrerle la Luna necesita algo más de dos días, y de aquí, segun tambien indicamos, el que para volver á estar en conjunción han de trascurrir 29<sup>d</sup>, 12<sup>h</sup>, 44', 3", y es lo que se llama revolución sinódica, mes lunar, ó simplemente lunación. El arco *TT'* que recorre la Tierra durante una revolución periódica de la Luna, es de 62 720.000 kilómetros; espacio bastante grande para que la Luna, despues de haber terminado su revolución periódica, tenga que recorrer aún el arco *n* *v*, para encontrarse en el mismo punto que la estrella *E*, el cual en razon á la distancia inmensa de las estrellas sólo es de 7", cuyo valor, añadido á la duración de la revolución periódica, determina lo que se llama revolución sideral de la Luna, ó la vuelta del satélite desde el centro de la Tierra, y de una estrella en el mismo plano.

En esta figura las dos elipses *PA* y *P'A'* representan el perigeo y el apogeo, ó punto más cercano y más apartado de la Tierra, que va indicada por un pequeño círculo ocupando el foco superior de la órbita. Estos dos puntos extremos del gran eje no se hallan siempre en el cielo en la misma posición. Tambien indican estas elipses la excentricidad de la órbita lunar, que es próximamente de 18.920 kilómetros, lo cual hace que la Luna aparezca unas veces más cerca y otras más lejos, siendo la diferencia de unos 37.840 kilómetros.

Para la mejor inteligencia de la figura grande, debemos indicar que las tres horas de la tarde puestas sobre los 45<sup>o</sup> despues de la Luna nueva significa que la Luna pasa por el meridiano á dicha hora, siendo aplicable á los demas octantes y cuadrantes intermedios la misma observación; es decir, que pasa sucesivamente por el meridiano á las seis de la tarde en el primer cuarto, á las nueve de la noche en el segundo octante, á media noche en la Luna llena, á las tres de la mañana en el tercer octante, á las seis y nueve de la mañana en el último cuarto y último oclante, y á medio día en la Luna nueva; observándose que la Luna avanzando hacia el E. recorre 45<sup>o</sup> en poco más de cuatro días, retardando en cada uno su paso por el meridiano algo más de tres cuartos de hora. Llámanse cuadraturas aquellos puntos en que la Luna se encuentra en el primero y último cuarto.

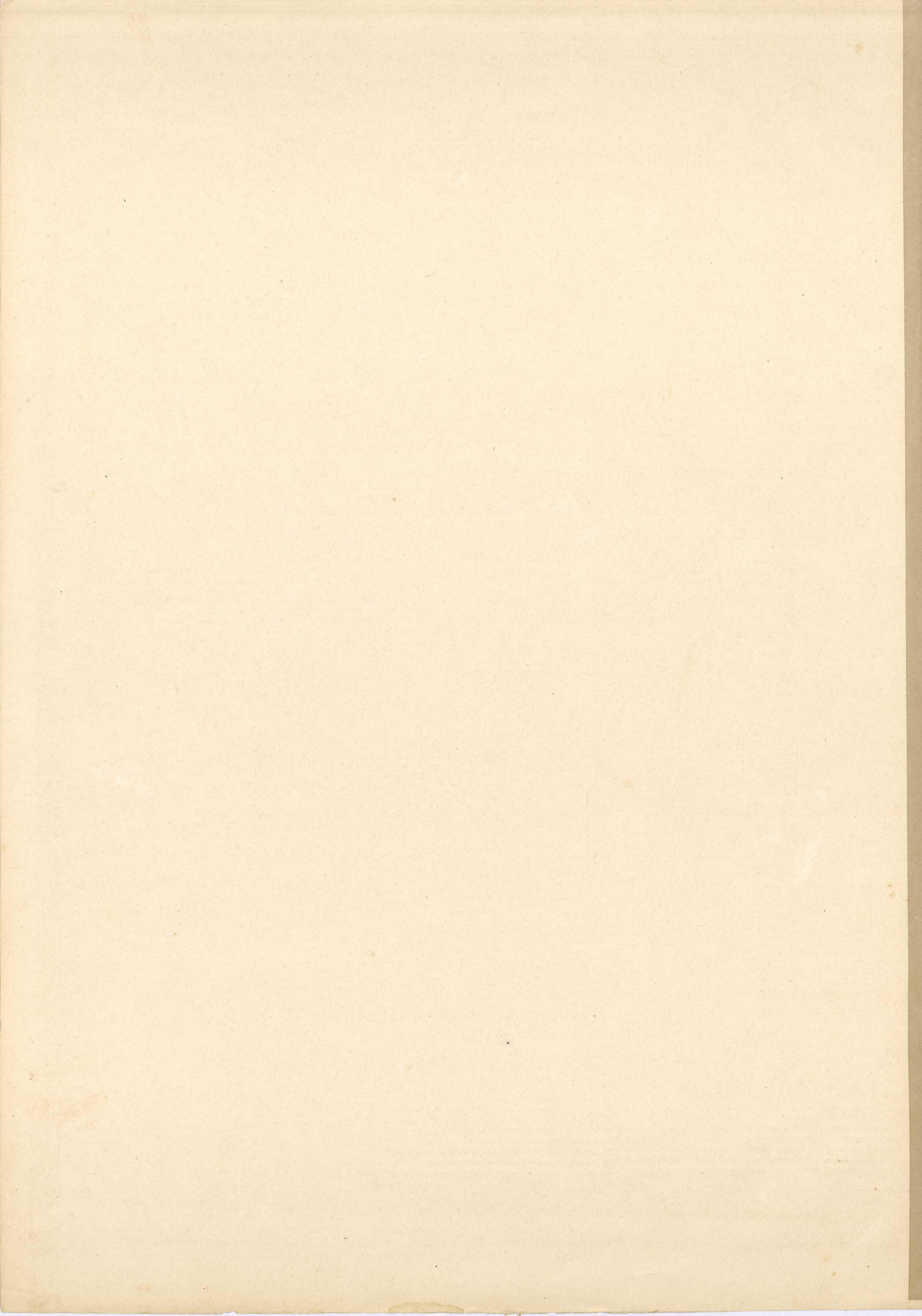
Por último, para completar estas nociones debemos decir que el movimiento de rotación de la Luna se verifica sobre un eje inclinado de 83<sup>o</sup> sobre su órbita y 88 sobre el plano de la eclíptica, y que esta inclinación del eje de la Luna y de la órbita sobre la eclíptica explican por qué vemos tan pronto el polo N. como el polo S., y por qué tambien la misma marcha unas veces al aparecer más alta y otras más baja, segun que el satélite se encuentre más ó menos separado del plano de la eclíptica hacia el S. ó hacia el N.; ligero balanceo que no es más que una ilusión óptica, que recibe el nombre de liberación de latitud.



Marea luni-solar.

Tipo de G. Estrada.







científicas; los auxilios que los sabios reciben de aquellos Gobiernos que, celosos de la honra y verdadero porvenir de los pueblos, organizan exploraciones en países desconocidos, como lo que actualmente sucede en Europa respecto de África, el Polo Norte y Australia; y por último, la feliz aplicación de todas las ciencias exactas, físicas y naturales al conocimiento de lo que fué, de lo que es y de lo que será en los tiempos futuros nuestro planeta, todo esto hace que hoy pueda trazarse su historia con tanta precisión y claridad como si el hombre, que data, por decirlo así de ayer, cualquiera que sea la antigüedad que se le conceda, hubiera presenciado tan maravillosos acontecimientos.

En vista, pues, de todo lo que acabamos de exponer, veamos qué concepto podemos formarnos hoy del origen, vicisitudes y estado actual del globo que habitamos. Combinadas ambas teorías, la neptúnica y plutónica, y haciendo converger sus principales fundamentos hácia el comienzo de la existencia terrestre, podemos precisar en los siguientes términos la historia de su origen, progresos y estado actual.

Separada la Tierra de la masa de su centro respectivo, formando quizás en un principio un anillo alrededor del núcleo, llegó un momento en que, concentrada toda la materia para adquirir la continuidad que en lo sucesivo había de caracterizarla, la presión incalculable que actuó hubo de desarrollar una temperatura enorme, capaz de fundir hasta las materias más refractarias al calor, adquiriendo en consecuencia la forma esférica propia de todo líquido ó fluido cuando nada se opone á su natural tendencia. En este estado, la Tierra hubo de ofrecer un aspecto muy análogo, por no decir idéntico, al que actualmente presenta el Sol, verificándose en su seno los mismos ó muy parecidos fenómenos, y empezando á marcarse en ella la forma de esferoide, achatado en los Polos y abultado en el Ecuador, que con el tiempo había de acentuarse más y más, hasta el estado presente, por efecto de la acción combinada de las fuerzas centrípeta y centrífuga que la propia gravedad y el movimiento recibido al separarse del centro hicieron desarrollar. Coincidió con todo esto el comienzo de una operación que aún continúa, á saber: el enfriamiento y la oxidación de la superficie, dando así origen á lo que más tarde había de ser lo que hoy llamamos *costra sólida*, la cual, oponiendo un obstáculo proporcionado á su espesor, á la expansión de materiales por ella encerrados, dió origen, por efecto de la reacción de éstos y de su natural tendencia á romper la especie de valla que aquella les presenta, á una serie de actividades terrestres que recibieron del inmortal Humboldt el significativo nombre de *volcanismo*, siquiera los geólogos modernos hagan la conveniente distinción entre los fenómenos volcánicos propiamente dichos, que son relativamente modernos, y los plutónicos caracterizados por la aparición de las rocas eruptivas de otros tiempos y los variados efectos de su lenta ó súbita salida. Por aquel entonces el agua, sin duda alguna no pudo permanecer en estado líquido en la superficie terrestre por efecto de la elevada temperatura que á la sazón reinaba; pero hubo de intervenir en la formación de los granitos y pórfidos, que se consideran como los primeros materiales terrestres consolidados, pues, según claramente demuestra la inspección micrográfica, forman parte de estas rocas el agua, el ácido carbónico y otras sustancias análogas, bien sea esparcidas en su seno, ó encerradas en lo que se llaman *inclusiones*, que son ciertos receptáculos, especies de vejiguillas y saquitos muy diminutos, perfectamente discernibles vistos con el microscopio. Averiguar en qué estado se encontraban en aquellas tan remotas edades el agua y demás sustancias que forman parte de la composición de dichos materiales terrestres, cosa es harto difícil; pues aunque algunos quieren ver alguna analogía con el estado esferoidal que Boutigny demostró no hace muchos años, sometiendo el agua y otros líquidos á temperaturas muy altas en vasijas ó láminas de platino, no es fácil poder confirmar dicha similitud de fenómenos entre lo que se experimenta hoy en un laboratorio y lo que ocurrió en tiempos tan remotos. De todos modos, y sea la que se crea más plausible la explicación que se dé de semejante hecho, es lo cierto que los autores están



hoy contestes en dar el nombre de *hidrotermales* á las rocas cristalinas y porfídicas, que ántes se llamaban simplemente *ígneas*, por la intervencion del agua y del fuego en su proceso, reservando tan sólo el nombre de *ígneas* á las volcánicas, por cuanto, al parecer, no interviene en ellas más agente que el calor. Formados ya los primeros relieves terrestres con la salida de aquellos materiales; rota y resquebrajada la superficie por efecto de su propio enfriamiento y de las múltiples y variadísimas reacciones que en aquel inmenso laboratorio se verificaban, pudieron ya las aguas, suspensas hasta entónces en la atmósfera, descender á regiones más bajas, hasta que definitivamente se establecieron en la Tierra, ocupando las inmensas depresiones que el levantamiento de las materias del interior determinaba por una especie de efecto de báscula. Desde este momento complétase la peregrina historia del globo con la poderosa accion de este agente y la no ménos importante cuanto misteriosa aparicion de la vida. La evaporacion satura aquella atmósfera primitiva de agua, que arrastrada por las corrientes hácia la tierra firme ocasiona la lluvia, el rocío y demas hidro-meteoros que, al convertirse de nuevo en agua líquida, fertilizan el pristino suelo vegetal, contribuyendo á dar vida á los primeros esbozos del reino de Flora que crecen y se desarrollan asombrosamente á favor de una temperatura alta, pero uniforme y de un exceso de ácido carbónico. El agua circula, apacible ó rápidamente, por la superficie y el interior, si al paso encuentra materiales permeables, determinando la primera hidrografía externa y subterránea con todas sus naturales consecuencias. Al aparecer de nuevo al exterior, preséntanse los primeros manantiales, completando la variada accion de tan poderoso agente la descomposicion de los materiales terrestres, eficazmente secundada del oxígeno y ácido carbónico de la atmósfera, el acarreo hasta el seno de los mares primitivos de los detritus de esta descomposicion mecánica y química, y la formacion en el desigual fondo de aquéllos de los primeros sedimentos, entre cuyos componentes figuran, para perpetuo testimonio de la existencia de séres orgánicos y de las condiciones biológicas que á la sazón reinaban, los restos de la primera vegetacion que, tras de miles y miles de siglos y de transformaciones ó metamorfosis de la materia constitutiva, se ofrecen hoy á nuestra consideracion y estudio bajo el aspecto de lo que los geólogos llaman *fósiles*, verdaderas medallas de la Creacion, bastante más necesarias y valiosas para interpretar los arcanos de la historia terrestre, que los documentos análogos que ilustran la historia de la humanidad. La sencillez y aspecto uniforme que caracterizan la flora y fauna fósiles de las primeras edades, junto con el área inmensa de muchas de sus especies, entre las cuales figuran no pocas verdaderamente cosmopolitas, prueban de un modo evidente cuáles eran las condiciones que á la sazón ofrecia nuestro planeta; razon que autoriza á considerar á los climas de entónces como esencialmente terrestres, por cuanto el calor, que figura como el primero entre sus factores, procedia del propio de la Tierra: más adelante veremos entrar en funcion el calor solar asociado con el del interior del globo, y por último con exclusion de éste por el sucesivo espesor de la costra sólida, originando los climas mixtos y solares, perfectamente revelados en la índole especial de las faunas y floras de los terrenos llamados por el órden de su colocacion en la serie *secundarios* y *terciarios*, siempre sobrepuestos á los primarios, cuando alguna violenta dislocacion no ha invertido el órden natural de su desarrollo. Nuevas apariciones de materiales del interior determinaron por una parte el levantamiento de las capas, ántes depositadas horizontalmente, ó punto ménos, en el fondo de tan inmensos mares, ocasionando grandes desniveles en las aguas, que siempre se dirigian á ocupar las partes más bajas, y por otra preparaban la salida de manantiales termo-minerales que, actuando sobre las sustancias que llevaban en disolucion ó suspension producian los primeros filones y masas metalíferas en las cavidades de antemano preparadas por la propia actividad del interior, ó, reaccionando contra las rocas preexistentes, las metamorfoseaban, cambiando, ora su estructura ó aspecto exterior, ora su íntima composicion química. Así comenzó el hecho que hoy califican de hidro-termalismo los hombres de la ciencia, y cuya importancia en



la historia de nuestro globo es de primer orden, como que á su intervencion muy principalmente se debe, desde la formacion del granito y de los pórfidos, hasta la de casi todas las sustancias pétreas y metálicas útiles, y la mayor parte del metamorfismo que han experimentado las rocas. El minucioso estudio hecho en los actuales centros balnearios, auxiliado del conocimiento exacto de las condiciones geológicas de muchas sustancias y su reproduccion artificial en el laboratorio, confirman esta teoría, que en muchos y repetidos casos adquiere un notorio sello de certidumbre.

Al primer depósito de sedimento sucedió el segundo, caracterizado por rocas distintas, resultado de la destruccion y acarreo de las anteriores, y por una fauna y flora representadas en su inmensa mayoría por especies diferentes de las anteriores; nuevas dislocaciones, producidas por la aparicion de rocas eruptivas, inclinaron los estratos, determinando el metamorfismo, al que tambien contribuian las aguas minerales, produciendo, entre otros resultados, la discordancia de estratificacion, que puede considerarse como buen criterio, asociado al paleontológico, para clasificar los terrenos. Al segundo grupo de materiales y fósiles siguió el tercero; á éste el cuarto, y así sucesivamente hasta un período relativamente moderno, en el cual ocurrieron acontecimientos algun tanto distintos de los anteriores, á cuyo conjunto llaman los geólogos *terreno cuaternario*, por ser posterior al terciario, y *diluvial*, por referirse á dicha época el acontecimiento cuya memoria han conservado todos los pueblos. Trasladada la accion de las fuerzas terrestres de los mares á los continentes, apénas se nota ya en este período de la historia de nuestro globo la sedimentacion en general, y especialmente la química, siendo reemplazada por grandes depósitos de acarreo, que es lo que se conoce bajo la denominacion de *aluviones antiguos ó diluvium*, entre cuyos materiales figuran los restos de animales y de plantas, la mayor parte iguales á los actualmente vivos, siquiera su *habitat* y el área de dispersion sean algun tanto diferentes. Antes de este gran hecho, que rellenó los valles, las cavernas y las grietas terrestres, terraplenando hasta las desigualdades de muchas mesetas, ocurrieron otros acontecimientos no ménos importantes, figurando en primera línea grandes levantamientos de las costas y áun de los montes, entre ellos, en Europa, los Alpes principales, y el Himalaya en el Asia, lo cual ocasionó un enfriamiento considerable que produjo, entre otros efectos, el extraordinario desarrollo de las nieves perpetuas que invadieron los continentes, segun lo acreditan las superficies pulimentadas y estriadas y las masas de cantos erráticos que se observan en casi todos los países extra-tropicales. El descenso lento de las tierras que determinó entre otros efectos la retirada de las nieves, sucedió al primer movimiento en sentido de elevacion, dando origen al depósito de acarreo antiguo al exterior y en el fondo de las grietas y cavernas, donde se conservaron y hoy se encuentran á cada paso, asociados á restos de los grandes mamíferos de la época, los primeros vestigios del hombre y de su tosca y primitiva industria, que tanto esclarecen los tiempos llamados ante-históricos. Tambien coincidió con estas singulares formaciones otra no ménos curiosa, á saber: la llamada *tobácea* ó de *caliza incrustante*, cuyo proceso continúa aún hoy en aquellos puntos donde hay aguas cargadas de bicarbonato de cal disuelto en las mismas, la cual formó y forma las estalactitas y estalacmitas en las cavernas, donde puede servir de cronómetro para medir el espacio de tiempo que nos separa de ciertos acontecimientos importantes. Posteriormente al depósito diluvial empezó igualmente la formacion de la turba combustible de los tiempos modernos, que ilustra el origen de la ulla y de otros carbones más antiguos ó más modernos, y en cuyo seno encuéntranse restos de civilizaciones muy antiguas, y de plantas y animales que acusan cambios más ó ménos acentuados en las condiciones climatológicas durante los tiempos cuaternarios. Los volcanes, que en épocas relativamente modernas sustituyeron á los levantamientos y á la aparicion de granitos y pórfidos, continuaron funcionando, y muchos se hallan hoy en actividad, determinando sobre la superficie terrestre efectos que reproducen en pequeño el incesante proteísmo terrestre. Tal es el cuadro sucinto de lo ocurrido durante el período inmediatamente anterior al actual, del que sólo lo separan tan insignificantes



detalles, que bien puede considerarse el cuaternario como el comienzo del histórico ó presente, en razon á la corta distancia, relativamente hablando, que de él nos separa, y á la analogía, por no decir identidad de causas y agentes, que entónces, como ahora, actúan sobre la Tierra. El calor propio de ésta va paulatinamente apagándose, hasta el punto que la influencia que hoy ejerce sobre la superficie es casi nula, dependiendo del que ésta recibe del Sol todas las condiciones climatológicas, lo cual autoriza á llamar *solares* á los climas de estos tiempos; circunstancia que se traduce perfectamente por la distribucion de los animales y de las plantas. Andando el tiempo, el agua, y tal vez la atmósfera, desaparecerán de nuestro globo, y con ellas todo rastro de vida, entrando en las mismas condiciones que desde remotas edades, difíciles de determinar, se encuentra su satélite la Luna, cuya superficie visible ostenta claros indicios de una notoria actividad interna y externa, que se revela por los grandes cráteres volcánicos, por colosales cordilleras de montañas y mesetas y por enormes depresiones, ocupadas tal vez ántes por las aguas formando mares y lagos, segun claramente indica el dibujo que figura en el *Prospecto* de EL ÁTLAS; pero todo esto concluyó, como terminará la Tierra dentro de algunos miles ó millones de años, sin que para ello sea absolutamente preciso que se agote por completo el fuego que anima su interior, pues bastará con que la costra sólida impida toda erupcion de la pirósfera.

Tal es la historia, por demas peregrina, de nuestro planeta desde su origen, y su estado actual, que puede considerarse como de tránsito á otro, reproducido en pequeña escala por la Luna, en cuyas condiciones entrará la Tierra cuando haya recorrido todos los períodos de existencia, rompiéndose entónces, aunque ántes debe hacerlo nuestro satélite, en mil y mil pedazos, empezando el estado que los autores llaman *meteórico ó aerolítico*, verdadero fin de los planetas, segun se créa, para volver á empezar de nuevo la majestuosa y secular marcha de la materia en las continuas é incesantes metamorfosis á que se halla sujeta desde que, por un acto de la Voluntad Suprema, adquirió la materia su existencia.

De la somera é imperfecta reseña que precede, fácilmente se deduce que la Tierra se encuentra en un estado de desarrollo más avanzado que el Sol y la mayor parte de los planetas, y que tanto la forma como su estado presente son consecuencias naturales y lógicas de su propia actividad y de todos los agentes físicos que actuaron y aún hoy están en funcion en su interior y en la misma superficie; cuyo incesante proceso determinará necesariamente otros estados ulteriores, hasta realizar todas las fases de su existencia. Así considerado nuestro globo, el estudio de lo que hoy en él se observa excita el más vivo interes, imprimiéndole un sello científico á la Geografía por el feliz enlace con la historia de su desenvolvimiento, que sólo la Geología puede comunicarle. En los capítulos dedicados al conocimiento especial de cada uno de estos puntos de enlace entre ambos ramos del saber se detallará, cuanto sea necesario, lo referente á la Geografía estática y dinámica en lo que esta ciencia tiene de especulativo; y cuando se trate de sus más importantes aplicaciones, tampoco ha de ser difícil probar cuánto importa apoyarse en el dato geológico para explicar la Geografía botánica, la zoológica y la antropológica ó humana, en todos sus variados conceptos considerada.

Una sola consideracion falta indicar, como complemento de estas nociones, y es la relativa á la densidad de la Tierra ó cantidad de materia comprendida en la unidad de volúmen, suponiendo confundidos en uno solo homogéneo la multitud de cuerpos distintos de que el globo se compone, la cual, siendo cinco y média veces mayor que la del agua destilada á la temperatura de 4° sobre 0, ó como una mitad de la del plomo, ó el doble que la média de las sustancias que componen la costra sólida, demuestra bien á las claras el estado flúido originario de la Tierra, sin el cual difícilmente se concibe que sus materiales componentes se hubieran colocado segun el orden de sus densidades respectivas. Igual consecuencia puede sacarse de la forma de esferoide que hoy afecta nuestro planeta, pues siendo resultado de las fuerzas centripeta y centrifuga que sobre su



masa actuaron y hoy actúan, necesariamente habia de encontrarse en estado pastoso y flúido.

Cumplido ya el objeto que nos propusimos exponer en este primer capítulo, reducido á dar una sucinta idea acerca del origen comun de todos los cuerpos planetarios, confirmado por la espectrometría, que nos revela de un modo sorprendente la uniformidad de composicion universal; por el estudio del Sol á favor de tan maravilloso procedimiento fisico-químico, eficazmente auxiliado de la inspeccion telescópica, y por la somera historia genética del globo que antecede, estamos ya en el caso de proceder á la descripcion de las particularidades que ofrecen los diferentes cuerpos planetarios y estelares.

En realidad, este segundo capítulo debiera intitularse *Astronomía física*, verdadero complemento y noble aspiracion de la ciencia del Universo tal como se entiende hoy, ya que su fin es dar á conocer las particularidades que distinguen á los diversos cuerpos que adornan el firmamento, comparadas con las que vemos en la superficie terrestre, de las que trataremos en la segunda parte del *ÁTLAS*, que por esta razon se llamará *Geografía física*; pero, supuesto que al dar cuenta de todos aquellos pormenores no puede prescindirse de las relaciones de unos cuerpos con otros, ni de las distancias que los separan, etc., puntos que contribuyen tambien y de un modo muy directo á esclarecer la constitucion física de los planetas, satélites y demas séres del Cosmos, nos limitaremos á considerar lo que va á exponerse como una natural division de la Geografía astronómica, siquiera estas palabras no sean rigurosamente exactas.



## CAPÍTULO SEGUNDO

### DESCRIPCION FÍSICA DE LOS CUERPOS PLANETARIOS

Dejando, segun acaba de indicarse, la descripcion especial de la Tierra para la segunda parte del *ÁTLAS*, veamos lo que los demas cuerpos siderales ofrecen á nuestra consideracion, empezando por nuestro satélite, tanto por ser el que más directamente nos interesa, cuanto por la facilidad de su estudio en razon á la corta distancia que lo separa de la Tierra, y por otras consideraciones que fácilmente se desprenden de lo que el lector verá en el

#### PRIMER ARTÍCULO

### L A L U N A

Desprendida de la masa terrestre por el mismo procedimiento que ésta se separó del centro solar, segun la teoría de Laplace, representa la Luna el tercer período genético sidéreo, no obstante lo cual, ofrece un estado más avanzado de desarrollo que la Tierra misma, circunstancia que hace decir á Flammarion, con no poca gracia y exactitud, que es una hija más vieja que su propia madre. Débese esta especie de anomalía á su menor masa y á haber recorrido, por consiguiente, nuestro satélite en más breve espacio de tiempo todos los períodos de su existencia, habiendo llegado á la edad que pudiéramos llamar caduca, precursora de su muerte y destruccion, como quieren algunos, si á ello no se opone la ley de la gravitacion que dificulta algun tanto la admision de esta hipótesis.

Pero ¿sobre qué datos, podrá preguntarse, se fundan éstas que para algunos son meras suposiciones fantásticas? La corta distancia que nos separa de la Luna hace que su conocimiento sea hoy tan cabal, que convierte todas estas dudas en verdadera certidumbre, pues merced á los poderosos telescopios de que podemos servirnos, la vemos á 48 leguas de nosotros, haciendo que la superficie lunar y todo lo referente á la selenografía sea conocido bastante mejor que muchas regiones de Asia y África que ó no ha pisado aún el hombre, ó si lo ha hecho, no nos ha dejado una descripcion detallada de lo que ellas contienen. Así poseemos hoy, no sólo mapas exactos de todas las desigualdades lunares, sino tambien vistas fotográficas en las que con admirable precision pueden distinguirse todos los rasgos que representan el verdadero retrato del satélite. Facilita todo esto el exámen atento de sus diferentes comarcas, que alumbradas sucesivamente por el Sol de Levante, proyéctanse en perfiles gigantescos sus montañas y sus cráteres, las mesetas y llanuras, los valles y demas accidentes del terreno hasta en sus más insignificantes pormenores; siendo difícil que escape nada al ojo escrutador del diligente astrónomo, ni al admirable procedimiento del fotógrafo.



La distancia que nos separa de la Luna, equivalente por término medio, según queda indicado en la explicación del mapa de las fases, á 60 radios terrestres, es tan corta relativamente hablando, que un proyectil sólo tardaría en llegar á ella nueve días, y un tren de gran velocidad cerca de nueve meses. Colocados treinta globos del diámetro terrestre en línea recta, formarían un puente que uniría á los dos cuerpos planetarios, cuya distancia es 400 veces menor que la que nos separa del Sol, y la cienmillonésima de las estrellas más próximas.

En cuanto á su tamaño comparativo respecto de la Tierra, es 49 veces menor; y como el Sol es 1.279.000 más grande que ésta, se ha calculado que se necesitarían 70 millones de Lunas para formar un globo de sus dimensiones. Sin embargo, la diferencia de distancias hace que los discos solar y lunar aparezcan á nuestra vista como iguales ó punto ménos; circunstancia que, junto con el cambio aparente también, del diámetro de uno y otro por efecto de la forma elíptica de sus respectivas órbitas, es por demás útil á la Astronomía, pues si en los eclipses totales de Sol fuera la Luna mucho más grande que éste, no podrían descubrirse las protuberancias y demás curiosos detalles de la atmósfera solar. Este diámetro aparente de la Luna se halla representado por una línea de 3.475 kilómetros, que viene á ser igual á los tres undécimos ó algo más de la cuarta parte del diámetro terrestre. De donde resulta que la circunvolución lunar es próximamente de 10.925 kilómetros y la superficie total de 38 millones de kilómetros cuadrados; el cuádruplo, sobre poco más ó ménos, del territorio de Europa.

Se habla hoy con tanta seguridad y aplomo de la distancia no sólo de la Luna, sino del Sol y de las estrellas, y de tal modo se precisan las dimensiones de todos los cuerpos planetarios, que con el fin de que se vea cuán infundado es hoy el famoso cantar que dice «el mentir de las estrellas es muy seguro mentir,» importa que, sumariamente y en frases al alcance de todos, exponamos el método que los astrónomos han empleado y emplean aún, para realizar estas admirables conquistas del humano espíritu.

Cuando las distancias que separan á dos cuerpos son accesibles, pueden emplearse dos métodos para apreciarlas: el uno práctico, reducido á colocar entre uno y otro una medida lineal cualquiera, refiriéndola después á la unidad métrica en uso; el otro es teórico y también geométrico, por cuanto se reduce á la aplicación al caso concreto de que se trata, de los principios de la Geometría. De estos dos medios el más exacto es, sin disputa alguna, el último, no sólo porque con él se obtiene la precisión matemática del cálculo, sino también porque se suprimen todas las causas de error, casi siempre inevitables, cuando se aplica el metro ó la cinta para medir directa y prácticamente. Cuando los cuerpos no están á nuestro alcance, claro es que el único sistema de que podemos echar mano es el matemático, empleado hoy también en la determinación de todas las medidas geográficas, y de cuya exactitud nadie tiene derecho á dudar.

Facilita esto mismo y el conocimiento de todo lo que á la constitución física de los cuerpos planetarios se refiere, entre otras cosas, las sorprendentes mejoras en los instrumentos de óptica realizadas, pues como dice un elegante autor moderno, el telescopio ha hecho bajar literalmente la altura de los cielos al alcance de la visión humana; aproximando los otros mundos á nuestros ojos tan exactamente, como si en realidad pudiéramos en cuerpo y alma dejar la tierra y trasportarnos hácia esos mundos. Á la simple vista, sólo vemos los planetas como estrellas, es decir, como meros puntos luminosos, sin disco aparente; un aumento suficiente dilata ese punto luminoso y lo convierte en un disco. Ahora bien; aumentar, agrandar un objeto ó acercárnosle, es geoméricamente lo mismo.

El tamaño aparente de los objetos depende de la distancia á que los vemos; una regla de un metro colocada verticalmente ante nuestra vista, nos parecerá tanto más pequeña, cuanto más léjos se halle, y su dimensión aparente irá decreciendo en razón directa de su distancia; á 100 metros será dos veces más pequeña que á 50; á 200 metros parecerá dos veces más pequeña que á 100 y



cuatro veces más pequeña que en el primer caso. Luego, si por un procedimiento cualquiera le damos un tamaño doble, es lo mismo que si se la hubiera aproximado á la mitad de la distancia en que se halla.

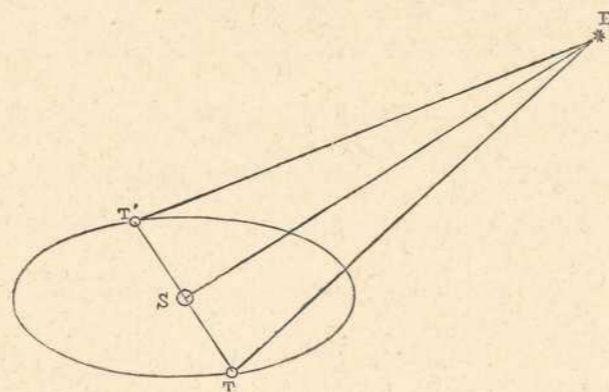
La distancia media de la Luna es de 96.000 leguas de 4 kilómetros: pues bien, si por un instrumento de óptica aumentamos el disco lunar de tal modo que aparezca dos veces mayor, obtenemos el mismo resultado para su estudio, que si disminuyéramos su distancia en una mitad; es decir, como si se encontrara á 48.000 leguas. Un aumento de cien veces la aproxima á 960 leguas; un aumento de mil á 96, y uno de dos mil, como si sólo distara 48 leguas. En el estado actual de la ciencia, este es el mayor aumento que sin perjudicar á la claridad de los objetos puede obtenerse; de consiguiente, hasta que nuevos procedimientos permitan ir más allá, no podemos esperar ver la Luna á menor distancia que la indicada.

Sin empeñarnos en demostrar la utilidad incomparable de este método de estudio, tan parecido al empleado por las ciencias naturales cuando por medio del microscopio se obtiene tambien un aumento considerable en los elementos componentes de los cuerpos, con lo cual lo infinitamente pequeño aparece tan asequible á la observacion como lo infinitamente grande, y dejando para ocasion oportuna la sucinta descripcion de tan curiosos aparatos, veamos por qué procedimiento llega hoy el hombre á saber con admirable precision la distancia que nos separa de los restantes cuerpos planetarios, pues obtenido este dato, el cálculo de las dimensiones se reduce á un simple problema de Trigonometría.

Paseando por una alameda, fácilmente se advierte que los árboles cambian de posicion respectiva relativamente á nosotros, apartándose entre sí los que están de frente, caminando al parecer hácia atrás los de los lados y estrechando las distancias los situados á nuestra espalda.

Este movimiento aparente de los árboles, que en realidad están quietos, depende de nuestra marcha, en virtud de la cual los más cercanos pasan delante de los más apartados llevados por un movimiento contrario al nuestro; los más lejanos permanecen inmóviles. Este hecho vulgar que todo el mundo ha observado alguna vez en su vida, facilita sobremanera la inteligencia de lo que sucede con los cuerpos planetarios que tambien verifican movimientos reales y aparentes, y da la clave de cómo puede calcularse la distancia de ciertas estrellas, y por qué es imposible determinar la de muchas otras.

En virtud del movimiento elíptico anual de la Tierra sobre su órbita alrededor del Sol, las estrellas más cercanas á nosotros producen en nuestra mente la misma ilusion óptica que los árboles, ocasionando un cambio de posicion aparente en el cielo; describiendo una elipse en la celeste esfera, al paso que las más apartadas permanecen inmóviles en apariencia. Esto sentado, hé aquí el procedimiento para determinar la distancia de los cuerpos planetarios. Sea en la figura siguiente, que representa la órbita terrestre,  $S$  el Sol situado en el centro;  $T S T'$  el diámetro



menor de dicha órbita;  $T$  la posicion de la Tierra en cierta época del año;  $T'$  su posicion seis meses despues en la otra extremidad del diámetro, y  $E$  la estrella cuya distancia se quiere medir.

Imaginemos que el observador en  $T$  mide primero el ángulo  $S T E$ , y llegado á  $T'$  mide tambien el ángulo  $S T' E$ . Sabido es que la suma de los tres ángulos de todo triángulo vale  $180^\circ$ ; por