

tancia de un planeta al sol, basta conocerse los elementos de su órbita. Probablemente jamás se encontrará un planeta ó astro alguno tan perfectamente esférico y homogéneo en su constitucion física, que tenga una órbita perfectamente circular; pero esto que es tan concorde con los hechos en los planetas ya consolidados, no excluye el que tuviesen un movimiento orbituario circular en la época en que fueron anillos nebulosos, ó cuando se concentraron en nebulosidades esféricas.

Así es que el movimiento circular ha debido existir en las órbitas planetarias, hasta que los planetas al consolidarse tuvieron irregularidades que las cambiaron en elípticas.

De este modo voy á estudiar el sistema planetario: 1º, cuando constaba de anillos nebulosos; 2º, cuando consistía en planetas esféricos nebulosos aún, y 3º, en su estado actual de planetas sólidos.

Ya he dicho que los anillos nebulosos debieron distar del sol el duplo en cada anillo exterior con respecto al interior, fuera cual fuese el término ó anillo por donde se comenzase á contar la série planetaria, y para demostrarlo supongamos la existencia de dichos anillos nebulosos y conservémosles los nombres de los planetas á que dieron origen. Por ejemplo, véase la lámina 2ª. Supóngase que el círculo blanco C es el sol, que en torno de este están sus fotosferas ó actuales nébulas representadas por los círculos alternativos de la misma lámina. Supóngase también que la circunferencia de esférides E, es la que dió origen al agrupamiento nebuloso anular de Vulcano, es consecuente que la circunferencia D daría origen al anillo de Mercurio, la circunferencia B al de Vénus, y la circunferencia A al de la Tierra.

Se ve en el diagrama que estas circunferencias van duplicando su distancia del centro del sol, y que si el diagrama se extendiese hasta delinarse en él el anillo de Jano, á pesar de la pequeñez del término 1º del dibujo, este vendría á tener las enormes dimensiones de mas de doscientos metros de diámetro; pero en todos sus doce términos siempre iría doblándose la distancia al centro del sol en cada anillo con respecto á su contiguo interior, porque es necesario repetirlo, siendo las esférides inalterables é incompresibles, cada vez que el compresor encuentre un espacio la mitad menor en su movimiento de concentracion, necesita acelerar este y ejecutar una evolucion angular, dando origen así á nébulas que fueron sumamente voluminosas en el sistema solar antes de establecerse el equilibrio de fácil circulacion en el armonio, cuyas nébulas dieron origen á los anillos nebulosos tan regular y simétricamente colocados como se ha dicho.

Aplicando ahora al movimiento circular y al estado nebuloso del sistema anular del sol, principios análogos á los de las leyes de Kepler, debe establecerse:

1º. El movimiento circular orbituario trae consigo la uniforme velocidad de los cuerpos circulantes, por estar cada uno de éstos siempre equidistante del centro, y por consecuencia, siempre sujeto á igualdad de fuerzas.

2º. Por lo tanto, en igualdad de tiempos recorrerán los cuerpos circulantes igualdad de arcos de círculo, y encerrarán entre radios iguales áreas iguales con relacion al centro, el cual deberá estar ocupado por el núcleo central.

3º. En los cuerpos circulantes en movimiento circular, los cuadrados de las respectivas velocidades serán entre sí como los cubos de los diámetros de sus órbitas.

Tanto en el movimiento elíptico traducido por las leyes de Kepler, cuanto en el movimiento circular aquí propuesto, se advierte que para que haya proporcionalidad entre los cuadrados de las velocidades y los cubos respectivamente de los grandes ejes en las órbitas elípticas, ó de los diámetros en las circulares, es necesario que haya asimismo una relacion armónica entre las fuerzas que mantienen en su respectiva distancia del centro á los astros y aquellas que los mueven orbituarial-

mente con relacion al mismo centro. Para investigar en este fenómeno, véase el cuadro sinóptico en las primeras siete columnas que se refieren al sistema anular. En la primera columna se hallan los nombres del sol y de sus anillos nebulosos; en la segunda están las distancias de dichos anillos hácia el sol, tal cual necesariamente debieron existir en el estado nebuloso, es decir, duplicándose la distancia de anillo en anillo, teniendo por unidad central el mismo sol. En la tercera columna se tienen las revoluciones ó velocidades respectivas de los anillos, teniendo por unidad la del sol. En la cuarta columna están las cantidades del compresor afluyendo hácia el sol, teniendo como fuerza inicial el volúmen del primer término solar. En la quinta columna se observan las cantidades irradiantes del dilator alejándose del sol, siendo en cada término iguales á las del compresor, menos el término anterior, ó sea la fuerza inicial ó de prioridad del compresor. En la sexta columna se hallan las diferencias entre las fuerzas concentrantes y las irradiantes.

De este modo se percibe que todas las fuerzas comprimentes de la columna cuarta, menos las fuerzas dilatantes de la columna quinta, dan el volúmen estático de todo el sistema ó sean las fuerzas de su equilibrio en la columna 6ª, en la cual en cualquier término que se busque la suma de sus fuerzas de equilibrio reunida á la suma de los demas términos anteriores comenzando por el centro, es igual al cuadrado de la velocidad del cuerpo respectivo y al cubo de su distancia hácia el centro. Por ejemplo, en el anillo de Mercurio su distancia al centro es =4, y su velocidad orbituarial =8, así es que en la columna 6ª se vé que sus fuerzas de equilibrio son iguales á 56, mas las fuerzas de equilibrio de Vulcano iguales á 7 y mas la unidad del sol suman 64, que son: el cuadrado de la velocidad y el cubo de la distancia del anillo de Mercurio con respecto al sol.

De este modo se percibe la causa de los hechos espresados en las leyes de Kepler, es decir, que las fuerzas concentrantes del armonio menos sus fuerzas dilatantes, son iguales al espacio ocupado por él en el sistema solar, ó sean las fuerzas de equilibrio que rigen la velocidad de los astros y los mantienen en sus distancias respectivas: esto se percibe por via de complemento en la columna 7ª, en la cual se vé que la actividad de la vida de cada uno de los núcleos decrece conforme se aleja del centro, así como decrece la actividad de los movimientos del armonio conforme veremos mas adelante al tratar de la gravitacion universal.

Luego que se observa lo anteriormente espuesto con respecto al órden anular, se percibe que el sistema solar con todos los cuerpos que le pertenecen, se ha acercado al centro muchísimo con un movimiento de concentracion en que no solo los núcleos que le pertenecen se han hecho mas pequeños al consolidarse, sino que se han acercado al sol sin perder su armonía primitiva, lo que demuestra que el mismo agente (es decir, el armonio) que les dió origen, conduce su acercamiento por las mismas leyes hácia el núcleo central, y que el sol que debió recibir en un principio la nébula toda en el estado informe que lo circundaba, la recibirá con el tiempo, elaborada ya con todos los prodigios naturales que se van realizando en los planetas.

Para verse lo que se han acercado al centro los núcleos del sistema, obsérvese, como queda ya antes manifestado, que la duplicacion de núcleo á núcleo teniendo por unidad el central, fué en un principio con relacion á la distancia de los cuerpos del sistema hácia el sol, y ahora esa duplicacion solo lo es con respecto al movimiento orbituario de todos los planetas, teniendo por unidad el movimiento rotatorio del sol en torno de su propio eje: para convencerse de esto compárense en el cuadro sinóptico las armonías de deduccion y las de observacion. En las primeras se exponen los principios teóricos, considerando los planetas como perfectamente esféricos ó nebulosos y sus órbitas circulares, y en las segundas se manifiestan los

conocimientos prácticos que dan la observacion de los planetas con sus irregularidades de estructura y por lo tanto con sus órbitas elípticas; así es que debe observarse en las columnas 8ª y 15ª la casi identidad que existe entre la duplicacion teórica espresada en dias terrestres, del movimiento del sol en las órbitas planetarias, y las mismas proporciones espresadas tambien en dias terrestres, segun las han observado los astrónomos.

En las columnas 10 y 17ª se observan esas mismas proporciones teniendo por unidad el movimiento rotatorio del sol, y como el cuadrado de esas mismas proporciones debe ser el cuadrado de las velocidades de los planetas, éste es proporcional al cubo de sus distancias al sol en el movimiento circular y al cubo de los grandes ejes en las órbitas elípticas, resultando las columnas 9ª y 16ª, en las que la teoría espresada en la columna 9ª tiene asimismo una casi identidad con los resultados de la observacion espresados en la columna 16ª.

Réstame ahora manifestar cuán exactamente se percibe por la columna 11ª que los cuadrados exactos de las velocidades vienen á ser asimismo los cubos exactos de las distancias, como se percibe en las columnas 12ª y 13ª.

En fin, en la columna 14ª se percibe la disminucion actual de la actividad giratoria y sucesiva desde el sol hácia los planetas de su sistema.

Como consecuencia evidente de la distancia que debieron guardar los cuerpos nebulosos del sistema en su colocacion primitiva y aquella que hoy tienen los planetas, se vé que éstos se han acercado al sol tanto, que el origen de la tierra estuvo en un principio en la nébula solar tan lejos como ahora lo está la órbita de Júpiter, y que aun despues de consolidado el sol y tomado sus actuales dimensiones, los planetas se han acercado hácia este astro y continúan acercándose, aunque con una lentitud fuera de todo cálculo, puesto que por falta de observaciones suficientemente exactas no se puede espresar ese movimiento de concentracion con referencia á épocas determinadas.

Réstame hablar ahora de las causas de las órbitas elípticas de los planetas y de los satélites, y del motivo porque éstos siempre presentan á sus respectivos planetas el mismo hemisferio. Para demostrar esto me ocuparé de la Tierra y de la Luna, cuyas esplicaciones, propiamente generalizadas, con las debidas escepciones á que dén lugar circunstancias especiales, servirán con relacion á los demas planetas y satélites del sistema.

La tierra está muy lejos de ser una esfera perfecta, pues presenta en su superficie montañas y valles al mismo tiempo que terrenos sólidos y mares.

Medida la superficie sólida de la tierra con relacion á la líquida, se observa que la primera está con respecto á la segunda, cercanamente en proporcion de 1 á 4. Esto supuesto, obsérvese que divididas en grados las distancias boreal y austral de la tierra hácia el Ecuador, y haciendo á este 0, no puede haber sino noventa grados de latitud para cada hemisferio, como de facto así lo han determinado los astrónomos. Por lo tanto, si un planeta tuviese el máximum de inclinacion posible entre su Ecuador ó movimiento rotatorio y su Eclíptica ó movimiento orbituario, presentaria sucesivamente sus dos Polos con exactitud hácia el sol en cada mitad de su movimiento orbituario, y la inclinacion de su eje hácia el plano de la Eclíptica obtendria el máximum, es decir, 90°.

Si por el contrario un planeta tuviese el mínimum posible de inclinacion, ésta seria 0, es decir, que el plano de su Ecuador y de su Eclíptica coincidirían exactamente.

En la tierra la inclinacion del eje de rotacion ó movimiento diurno, con relacion al plano de la Eclíptica ó movimiento anuo, es de 23° 27', cuya proporcion con respecto á los 90° totales de latitud es la misma que hay entre la superficie sólida

de la tierra y aquella que está cubierta por los mares. Es decir: que la superficie de los mares y la de sus terrenos secos, está en relacion de 90° á 23° 27', lo que de facto así es geográficamente hablando.

Esto demuestra que en la estructura física de los planetas está la causa de la inclinacion de sus ejes de rotacion con respecto al plano de sus órbitas.

Pero ademas de la influencia que tiene en la inclinacion del eje de un planeta la relacion de sus mares con respecto á sus continentes, hay tambien que tomar en consideracion la posicion, altura y configuracion de sus montañas, y la elevacion general de los terrenos secos con respecto al nivel de los mares.

Para poder establecer una teoría clara sobre este punto, necesito esponer algunas nociones sobre la causa de la fuerza centrífuga.

En física se manifiesta que la fuerza centrífuga es la tendencia que tiene un cuerpo en movimiento circular á escaparse por la tangente, por ejemplo, cuando se pone un peso cualquiera en el extremo de un hilo y se hace girar éste en movimiento circular teniéndolo por el otro extremo, el hilo se pone tirante y esta tirantés es tanto mayor, cuanto mas grande es la velocidad con que se le hace girar; pero si se corta el hilo ó se suelta de repente, cesa de girar circularmente el peso y se escapa por la tangente, siguiendo la resultante de un cuerpo que se lanza en una direccion dada.

La consecuencia que se deduce de aquí es que: en todo movimiento curvilíneo la fuerza centrífuga existe, y que siempre es necesario para impedir sus efectos, el que un hilo retenga el móvil, ó que haya una resistencia que le impida el alejarse, ó en fin una fuerza atractiva que obre sin cesar sobre de él hasta el centro de rotacion, tanto cuanto la fuerza centrífuga tiende á alejarlo.

Esta fuerza así definida viene á ser como una ley misteriosa de la cual no se han dado cuenta los físicos. Para demostrar su causa haré una breve esplicacion de la figura 2, lámina 3ª. A B es una cubeta redonda montada sobre el pié D E, y fácilmente movable en el eje G por medio de la cuerda F y de la polea C, á la cual se le puede dar una gran velocidad por medio de otra polea de mayor diámetro. Las flechas a b c d e f g dan una idea de las corrientes del compresor que pesan verticalmente sobre del aparato ó cubeta A B, cuyo corte vertical representa esta figura. Puesta una vez en movimiento, llena de agua, las corrientes del compresor que pesan sobre del líquido, se perturban desigualmente, teniendo el máximum de perturbacion hácia los bordes del vaso y el mínimum en el centro d, y por consecuencia una vez perturbadas, las corrientes mismas comienzan á moverse circularmente, y por este movimiento cesan de oprimir el líquido, tanto mas, cuanto mas se alejan del centro hácia la circunferencia, y por lo tanto el líquido tiende á escaparse por los bordes de la cubeta, deprimiéndose en el centro como se vé en el dibujo. Cuando el movimiento se prolonga con suficiente velocidad, las corrientes del compresor, oprimiendo el líquido, no solo vacian de este á la cubeta, sino que secan de toda humedad los lienzos mojados que en ella se colocan, en cuyo fenómeno se fundan las máquinas centrífugas para elevar el agua, para secar la ropa y para otros objetos.

De un modo análogo obran las corrientes del armonio en una honda ó hilo en donde se suspende un peso cualquiera, haciéndolo girar en torno del punto de suspension. En éste las corrientes armónicas sufren la menor perturbacion posible; pero se perturban tanto mas, cuanto el hilo es mas largo, mayor la velocidad y mas se alejan del centro; así es que el máximum de perturbacion existe en la circunferencia que describe el peso mismo que gira. De este modo cada partícula ó esférica del armonio, obra como si ella misma estuviese unida al hilo giratorio, deslizándose de este hácia la circunferencia, contribuyendo á su tension y escapándose por

la tangente luego que sale de la esfera de accion del peso circulante; así es que cuando éste se escapa sigue la resultante tangente de las mismas corrientes del armonio, impulsado con la misma fuerza armónica de dichas corrientes.

Cuando se hace girar un resorte circular de acero, fijo por una parte de su circunferencia en una varilla giratoria, y en la otra parte opuesta sujeto solo por un agujero practicado por la varilla misma, luego que ésta gira rápidamente en torno de sí misma, haciéndose girar igualmente el resorte en ella sujeto, las corrientes del armonio se perturban de un modo análogo al que he manifestado en los ejemplos anteriores, y el resorte se vá deprimiendo en el centro de rotacion, perdiendo la figura circular y tomando la elíptica cuyo alargamiento depende del tiempo que se le hace girar y de la velocidad que se le imprime; pero vuelve á tomar su forma circular luego que se le deja en reposo.

Ya se vé, pues, que la fuerza centrífuga es solo el efecto de la resultante que tienen las corrientes armónicas cuando se perturban en movimiento circular promovido independientemente de las mismas corrientes, siendo causa perturbadora de éstas, la fuerza que pone en movimiento al móvil, como sucede en las máquinas centrífugas y la honda &c.; pero cuando las mismas corrientes son las que imprimen el movimiento circular ó elíptico como resultante de la propia accion de ellas, el fenómeno es diferente y merece una explicacion especial, como procuraré hacer que se comprenda.

Si se cuelga de un hilo una esfera de madera en la superficie de la cual se coloca una protuberancia, dándole vueltas rápidamente al hilo de suspension, la protuberancia, obedeciendo la fuerza centrífuga, viene á colocarse entre los dos polos de rotacion como si quisiese escaparse por la tangente del máximun de movimiento, como sucede en cualquiera máquina centrífuga. Aquí se observa que el medio en que el móvil rota es enteramente pasivo, y envolviéndose él mismo en la resultante provocada por la fuerza motora.

Pero si el medio en que se verifica el fenómeno de la rotacion del móvil es el activo, existiendo en el móvil una completa inercia, este, como impulsado por la fuerza de las corrientes exteriores, si tiene alguna protuberancia en su superficie colocada en el Ecuador de rotacion, ella es desviada por el impulso de las mismas corrientes exteriores hasta que viene á coincidir con uno de los polos de rotacion.

Aplicando esta teoría á los planetas, que siendo inertes en sí mismos solo sostienen su equilibrio y movimientos por efecto de las corrientes exteriores del armonio, debe concluirse que sus protuberancias principales están colocadas hácia sus polos de rotacion, y que el diámetro entre polo y polo es en ellos mayor que el diámetro de su Ecuador. Esta conclusion, enteramente exacta en sí misma, por cifrarse en la inercia de los planetas y en la actividad de las fuerzas del medio en que están situadas, debe contrariar la doctrina y conclusiones hasta ahora recibidas, en que se hacia á los planetas dotados de una fuerza misteriosa de atraccion, residente en ellos mismos y en toda la materia. Por lo tanto, yo debo probar mis acertos con la observacion de los hechos naturales y con los principios teóricos, acordes en un todo con la naturaleza misma.

No puedo dejar de hacer entre tanto algunas observaciones acerca de la fuerza de atraccion. Si esta existe intrínsecamente en la materia, ella es contradictoria con la cualidad de la inercia, en que todos los físicos convienen que es la circunstancia esencial de la materia misma.

No puede concebirse la inercia y la fuerza atractiva como existiendo á la vez en la materia; pero mucho menos puede explicarse el modo de obrar de la atraccion. Cuando ésta verificase sus efectos á cortas distancias tomando el nombre de cohe-

cion, habria menos dificultad en concebir su modo de obrar; pero cuando se nos dice que la atraccion es la gravitacion universal que obra á todas las distancias de los astros, en razon directa de las masas é inversa del cuadrado de las distancias, no puede uno imaginar cuáles son las ligas atractivas de la materia cuando se opone á su existencia la disyuncion de los cuerpos unos de otros, y cuando los físicos partidarios de la atraccion suponen la existencia del vacío.

Si se imagina que la atraccion obra como el magnetismo ó la electricidad, por medio de un fluido exterior, en ese caso es menester atribuir á ese fluido todas las fuerzas que ahora se atribuyen á la cualidad atractiva de la materia, en cuya hipótesis se encontraria fundada mi teoría del armonio. Pero no se diga que aun en ese caso es la cantidad de materia la que determina las corrientes del fluido universal, pues por el contrario, son estas corrientes las que han determinado y producido á la materia ponderable en proporcion exacta de su estension y utilidad.

Ha sido necesario el esponer las anteriores nociones para tratar de la forma de la tierra, y de la posicion que la misma forma da á esta con respecto á sus diversos movimientos.

Fundado Newton en la teoría de la atraccion y en la de la fuerza centrífuga, imaginó que la forma de la tierra debia de ser la de un elipsoide de revolucion, en el cual el eje mayor deberia corresponder al Ecuador terrestre, y el menor debia existir entre ambos polos. Para comprobarse esta verdad, se hicieron despues, como todos saben, las medidas de los grados de latitud terrestres en diferentes meridianos, resultando que cada grado terrestre era de mayor longitud conforme se alejaba del Ecuador hácia los polos.

La consecuencia natural que se dedujo al principio de estos datos, fué la que legítimamente debia deducirse, es decir: que la tierra en vez de ser deprimida hácia los polos y prominente hácia el Ecuador, era enteramente lo contrario; pero como este resultado destruía la teoría de la fuerza centrífuga y minaba en parte la de la atraccion, se hicieron esfuerzos para conciliar ambas con los hechos obtenidos por las medidas de los grados meridianos. Así es como se imaginó la construccion gráfica de un elipsoide de revolucion, detallada en todas las obras de astronomía; en cuya construccion se remiten á multitud de puntos arbitrariamente colocados, las fuerzas atractivas que debian dar la direccion de la plomada para la division de los grados terrestres.

Así es como se ha venido á querer confirmar la teoría de la fuerza centrífuga y de la atraccion con respecto á la forma de la tierra, en contra de los resultados experimentales.

Para que se vea cuán bien concuerda el sistema armónico con los hechos observados en la naturaleza, paso á demostrar que la tierra en vez de ser deprimida hácia los polos, es por el contrario prominente en ellos, principalmente en el polo ártico, adonde se dirigen en coincidencia los continentes de Asia y de América.

Doy por admitida la exactitud de las medidas tomadas en el siglo pasado para valorizar los grados de una meridiana terrestre, y bajo este supuesto obsérvese la figura 3, lámina 3^a. Al rededor del centro A, he trazado el círculo G H, y circunscribiendo á éste la curva elíptica J L F Y, teniendo por centros B D C E, segun las reglas con que debe trazarse lo que se llama por los astrónomos la seccion de una elipsoide de revolucion. He dividido el cuadrante J G en nueve partes iguales de á diez grados cada una, prolongando las líneas que los dividen desde el centro hasta la cuarta parte de la curva exterior J F; es evidente por la simple inspeccion de esta figura, que coincidiendo las dos curvas en J L, y teniendo su mayor separacion en F Y, los ángulos que dividen los grados deben ser, y son en efecto, en la curva elíptica mayores hácia F, y menores hácia J; y por consecuencia, si se supo-

ne que los polos de revolucíon de la tierra están colocados en las estremidades del eje mayor del elipsoide que esta forma, semejante circunstancia estará en concordancia con la teoría y con los hechos.

Lo estará en la teoría, porque siendo impulsada la tierra por las corrientes este-riores del armonio, las protuberancias que tenga la esfera terrestre serán impulsadas lentamente hácia las estremidades del eje de rotacion F Y, presentando como en el diagrama hácia los polos los meniscos F G, H Y, haciéndose abstracción de la exageracion necesaria de este dibujo.

Para dividir los grados de la meridiana terrestre, se ha empleado la plomada con direccíon á determinadas estrellas; y los astrónomos para conciliar el incremento de los grados hácia los polos, y la teoría de la depresíon de la tierra hácia éstos, han supuesto que la direccíon de la gravedad es hácia los centros B, C, D, E, como generadores del elipsoide de revolucíon, lo que multiplicaría estos centros tantas veces cuantos meridianos pudieran trazarse sobre del planeta, produciéndose así una verdadera confusión inadmisible en mecánica.

No se puede admitir, rigurosamente hablando, sino el que las corrientes armónicas se dirigen todas hácia el centro de gravedad de la tierra, y como esta es casi esférica, dicho centro es el punto A del diagrama, en cuyo caso es evidente que creciendo hácia los polos la longitud de los grados de la meridiana terrestre, es hácia ellos adonde se dirige el eje mayor del elipsoide terrestre.

Así es como la teoría viene á confirmarse con los hechos, á los cuales es necesario añadir algunas observaciones que la robustecen hasta darle la consistencia de una demostración.

El eje de la tierra parece haber cambiado despues de los tiempos que la tierra misma nos atestigüa estudiada geológicamente. Los fósiles encontrados en la Siberia, en el Canadá y en otras regiones muy frías, manifiestan que en ellas ha habido en tiempos anteriores un calor semejante al de la actual zona tórrida; y como fósiles semejantes se encuentran asimismo en el continente de América, aun en las pampas de Buenos-Aires y en las llanuras del Orinoco, al paso que se observan semejantemente en las diversas regiones del Asia, siendo relativamente mas pobre interior y esteriormente el Africa, esto da motivo para conjeturar que el Africa ha estado en otro tiempo en el polo ártico, cuya posición traería los continentes de Asia y de América hácia la zona tórrida, pues para cambiar de aquella posición primitiva, basta que posteriormente se hallan levantado las cordilleras de los Andes en América y la del Himalaya en Asia.

Las primeras indudablemente han sido formadas por elevación, pues ademas de su estructura volcánica y de la manera de estar colocadas é inclinadas sus rocas, presentan en sus grandes alturas despojos marinos que no dejan duda de que su posición fué en otro tiempo, relativamente reciente, bajo de los mares. En cuanto á la cordillera del Himalaya, está muy poco estudiada hasta el día para poder decidir acerca de su formación, pero es casi seguro que si no tiene un origen semejante, por lo menos será de formación mista.

Elevadas dichas cordilleras, debieron presentar una oposición considerable á las corrientes del armonio, las que lentamente cambiaron la posición del eje terrestre aproximando la parte mas prominente hácia los polos, sin que dicho movimiento haya cesado del todo, puesto que es un hecho inconcuso el que varían aun: 1^o, el plano de la Eclíptica; 2^o, la escentricidad de la órbita terrestre, y 3^o, la inclinación del eje de la tierra, á cuyo fenómeno son debidas las dos primeras, estando calculado por los astrónomos el cambio de un grado en 6.500 años.

Acaso hay en uno de los polos ó en sus inmediaciones alguna gran montaña que tiende á colocarse en el centro de la menor acción rotativa del planeta, ó acaso tal

vez las corrientes armónicas impulsan lentamente las altas cumbres del Himalaya hasta colocarlas en el polo ártico. Estas cuestiones solo puede resolverlas la observación en las generaciones futuras; en lo pronto creo que es bastante útil para la solución de tan importantes problemas, la demostración de ser la configuración esterior del planeta y la desigualdad de los materiales constituyentes de su superficie lo que causa la inclinación de su eje de rotación, y por consecuencia, como despues se verá, la escentricidad de su órbita.

Si se quiere hallar en los demas planetas una comprobación de lo espuesto, creo que la observación la proporciona ampliamente. En Mercurio hace muy difícil la observación de su movimiento rotatorio la brillantez de su luz, y solo se ha conseguido determinarlo por una grande prominencia ó montaña de cinco leguas de altura perpendicular situada en su polo austral, dando la sombra de ella el aspecto de una truncadura al cuerno correspondiente en las faces del planeta.

En Vénus, mucho mas accesible á la observación, se nota un fenómeno enteramente semejante; percibiéndose en ambos planetas hácia los polos sus principales asperezas ó montañas, aunque al mirarlos en la sombra de sus tránsitos entre el disco del sol y la tierra, presentan la forma circular, en cuanto es posible valuarla por medio del micrómetro, y á pesar de la densa atmósfera de que parecen estar circundados dichos núcleos, la que, como despues se verá, siendo gaseosa es aglomerada en mayor volumen hácia el ecuador.

En Marte, los astrónomos no están acordes acerca de la dirección del grande eje de su núcleo, porque las pequeñas faces que presenta este planeta, hacen solamente posible el valuar su verdadero diámetro cuando se halla en oposición al sol.

En Júpiter el diámetro de polo á polo aparenta ser notablemente el menor; pero esto puede ser solamente con relación á su parte nebulosa, pues nosotros no conocemos el verdadero diámetro de su ecuador sólido, envuelto siempre en las bandas ó nubes que circundan el planeta, y que apenas dejan percibir las sinuosidades de su núcleo sólido para determinar el período de su revolución sobre su mismo eje. Lo mas probable es que Júpiter sea casi esférico, lo que está indicado por la poca escentricidad de su órbita.

De Saturno podemos decir tambien, que envuelto en sus anillos y bandas, apenas conocemos el diámetro de su ecuador en el núcleo sólido.

Así pues, la analogía con los demas planetas favorece la teoría de tener la tierra su parte mas prominente hácia el polo ártico en especial, lo que se corrobora cuando se observa que en el hemisferio boreal, es de Norte á Sur el curso de los grandes rios del antiguo y nuevo mundo, en aquellas localidades en que los accidentes inmediatos del terreno no afectan próximamente su ruta.

Sin embargo, es necesario el sentar clara y categóricamente que el tener la mayor parte de los planetas sus grandes prominencias hácia los polos de rotación, no excluye esto ni contradice el que pueda haber planetas cuyo aplastamiento correspondiera á los polos; véase por qué:

Las corrientes del armonio, impulsando un planeta por medio de sus asperezas para producir la revolución sobre su propio eje, conducen como se ha dicho las altas montañas hácia los polos donde presentan, por ser los puntos de menor movimiento relativo, la menor oposición á las mismas corrientes. Pero supongamos que un planeta tuviese prominente todo un círculo máximo, este necesariamente tomaría la posición del Ecuador, porque allí presentaría la menor oposición posible á las corrientes armónicas, y por consecuencia, sus polos serían la parte deprimida de su núcleo. Esto es tan exacto, que si se supusiese que la posición primitiva de un círculo máximo prominente estuviese situado como un círculo meridiano cortando los polos de rotación, las corrientes armónicas por la gran perturbación que á cada

revolucion ejercerian las corrientes solares sobre una prominencia circular y meridiana, desviarían esta rápidamente de semejante posición para colocarla en el Ecuador del planeta, donde sufriría las menores perturbaciones posibles.

Determinadas las causas por las cuales resulta la inclinación del eje de la tierra con respecto al plano de la eclíptica, voy á procurar el hacer mas perceptible la causa verdadera de la inclinación de la órbita terrestre y la excentricidad de esta misma órbita.

Para traer á la vista las armonías del movimiento elíptico y el circular, véase la figura 4, lámina 3^a: en ella se perciben los dos círculos A' B', concéntricos al punto O. De éste al punto C hay la misma distancia que de A á B; por consecuencia, haciendo los puntos C O dos centros focales, se traza con ellos la elipse B D A' E, la cual se confunde con el círculo menor en B, y con el mayor en A'.

De este modo se evidencia que la elipse es un término medio proporcional entre los dos círculos, por lo que haciendo á la circunferencia mayor A, á la menor B y á la periferia de la elipse E, tendremos

$$A : E :: E : B$$

Cuya proporción se refiere igualmente á las áreas de las tres figuras y á los radios vectores de la elipse, puesto que dos radios vectores de ésta unidos en su vértice, son siempre iguales á un radio del círculo mayor, mas un radio del círculo menor.

Esta proporcionalidad entre dos círculos concéntricos y una elipse que toque con los extremos de su periferia A' ambas circunferencias, es universal desde la elipse que apenas difiera del círculo hasta aquella que tenga por su término mayor una circunferencia dada, y por el menor el punto, pues la periferia de tal elipse vendría á ser casi dos líneas rectas, confundándose cercanamente con un radio del mismo círculo.

De este modo he trazado los dos círculos del diagrama y la elipse proporcional á ellos. Suponiéndose que el foco O, centro de ambos círculos esté ocupado por el sol, y que por la periferia de la elipse circule la tierra, es evidente que el punto B sería el perihelio de la tierra con respecto al sol, y el punto A' su afelio, y por lo tanto, que la distancia que hay entre B' y A' es la diferencia entre el perihelio y el afelio de la tierra.

Esta distancia se sabe que es un poco mas de un millón de leguas, conociéndose que la distancia media de la tierra al sol, es de treinta y seis millones de leguas, lo que se comprueba observándose al sol con un antejo armado de micrómetro, hallándose que el diámetro del sol en el perihelio es de 30', y en el afelio de 32' 5".

En el dibujo que se examina he exagerado la distancia entre los círculos A, B, y por lo tanto entre los dos focos O C de la elipse, para que se hagan perceptibles sus dimensiones recíprocas; lo que sería difícil si les hubiese dado las proporciones exactas que hay entre el perihelio y el afelio de la tierra.

Concretando ahora la cuestión al movimiento orbitario de esta, obsérvese que si ella girara circularmente por la circunferencia A, su movimiento sería mucho mas lento que si girase por la circunferencia D; pero como ella describe la curva elíptica proporcional entre ambas circunferencias, va retardando su movimiento á partir de B hasta A', y despues va acelerándolo al retornar desde A' hasta su regreso á B.

En este tránsito elíptico hay los puntos E D, en los cuales su velocidad es un medio proporcional entre aquella que tiene en B y la que adquiere en A'.

Los radios vectores que dividen en doce partes esta figura, están trazados del mo-

do siguiente: Dividiendo la circunferencia menor así como la mayor en doce partes iguales por medio de un compas, ó sea en ángulos de treinta grados cada uno, producen las cuerdas A B (figura 5) para la circunferencia menor, y C D para la mayor, cuyas dos líneas se hacen paralelas. Trazándose hácia los extremos de ellas la perpendicular B D y la oblicua A C, se trazan en seguida á iguales distancias las paralelas E F G H, y se tienen así las cuerdas de seis arcos elípticos proporcionales á los seis arcos en que se habian dividido de cada uno de los semi-círculos de la figura 4. Esta se divide en la periferia elíptica con las seis cuerdas halladas, del modo siguiente: la cuerda menor A B sirve para dividir la parte mas excentrica A' G de la periferia de la elipse, y la cuerda C D para dividir la parte mas central B F. Todas las demas cuerdas halladas sirven para trazar los ángulos intermedios entre F y G. Una vez dividida así la semi elipse D, se hace otro tanto con la semi elipse E, resultando la elipse dividida en doce partes que encierran áreas iguales entre sí, puesto que son proporcionales á las áreas del círculo mayor y el menor, encerradas ambas entre radios que sostuviesen ángulos de á 30° cada uno.

He practicado con cuerdas de los arcos circulares y elípticos la demostración que antecede, porque siendo la elipse del diagrama muy cercana al círculo, las cuerdas eran bastante cercanas á la demostración rigurosa; pero debe tenerse presente que para una mayor exactitud, y principalmente para elipses muy oblongas comparadas con círculos de diámetros muy diversos, son las curvas mismas las que deben compensarse en el cálculo.

Concretando este en el dibujo mismo al tiempo que la tierra emplea para recorrer su órbita anual, debe advertirse que si la tierra recorriese una órbita circular al rededor del sol, colocado éste en el centro O, y dicha órbita fuese el círculo exterior A A', ejecutaría este planeta su movimiento orbitario uniformemente y lo completaría en 369 días, 10 horas 20 minutos. Pero si lo ejecutase en el círculo menor B B', como las corrientes del armonio obrarian mas activamente sobre de la tierra, ésta completaría su movimiento orbitario en 361 días, 4 horas 40 minutos. Mas la tierra describe en rededor del sol la elipse B D A' E, y por lo tanto, siendo esta proporcional á los círculos citados, completa su revolución anual en 365 días 6 horas.

El movimiento terrestre si fuese circular, repito sería uniforme, y por consecuencia, describiría en igualdad de tiempos igualdad de arcos y de áreas; pero siendo elíptico, describe en igualdad de tiempos igualdad de áreas, aunque con arcos desiguales á la vez que proporcionales.

En la comparación de cualquier número de círculos de diversas dimensiones, los cuadrados de las circunferencias son entre sí como los cubos de sus diámetros, y así es obvio que en la comparación de las elipses, como proporcionales, los cuadrados de los tiempos empleados por los planetas para recorrerlas, sean asimismo entre sí como los cubos de los grandes ejes.

Presentadas tan sencillamente las circunstancias del movimiento elíptico, se quita á las leyes de Kepler todo lo que pueda parecer en ellas de misterioso, y me facilita el presentar el movimiento terrestre bajo un punto de vista mas eficaz y perceptible.

Si se examina la figura 6 de la misma lámina 3^a, se verá trazada la misma elipse A, B, C, D, en cuyos puntos hay indicada la figura de la tierra, teniendo por centro al sol S, colocado en uno de los focos de la elipse. Así es que la tierra en A y C marca los solsticios de invierno y de verano, así como en B y D los equinoccios de otoño y primavera. Obsérvese que los ejes del planeta a, a', a'' y a''' son paralelos, es decir, que siempre se dirigen á los mismos puntos del cielo. En las

cuatro posiciones en que se ha dibujado la tierra, se percibe que en el hemisferio Norte colocado hácia arriba, hay la mayor parte de los continentes, así como en el hemisferio Sur existe la mayor parte de los mares.

Es obvio, pues, que las corrientes armónicas se reflejan mas fácilmente en los continentes, así como se refringen mas fácilmente en los mares; y como las mismas corrientes sostienen la tierra en equilibrio y la conducen en su movimiento ánuo en redor del sol, si la tierra fuese perfectamente esférica, y homogénea su superficie, describiría un círculo su órbita y coincidirían los planos de su ecuador y eclíptica. Si por el contrario, todo un hemisferio fuese exactamente el mar, y el otro hemisferio continente, la inclinacion de su eje seria de 90° , y la escentricidad de su órbita elíptica dependería de la diferente resistencia que presentasen á las corrientes armónicas los elementos sólidos y líquidos de dichos hemisferios.

Mas examinando la tierra tal cual es, la inclinacion de su eje es de $23^\circ 27'$, que es la diferencia entre sus tierras y mares comparada con la latitud total de 90° . Es decir: que si el área de los mares es proporcional á 90° , la de los terrenos secos lo es á $23^\circ 27'$.

Ahora véanse las diversas posiciones que representa el diagrama: en A, la tierra, por la inclinacion de su eje de rotacion diaria, presenta al sol toda la parte del hemisferio austral que es permitida á su equilibrio, de cuya circunstancia véase lo que sobreviene. Componiéndose las corrientes armónicas del sol de su compresor y de su dilator, las primeras que afluyen del espacio hácia el sol, encuentran la mayor parte de los continentes del globo terrestre como colocados en el hemisferio boreal, y por lo tanto, impulsan con mayor energía la tierra hácia el sol. Las corrientes del dilator solar, por el contrario, encuentran aquella parte del hemisferio austral en que predominan los mares, en cuyas aguas se refringe una parte de dichas corrientes, disminuyendo así su fuerza impulsiva, y permitiendo por lo tanto, que la tierra se acerque hácia el sol cuanto es posible al equilibrio de sus propias fuerzas. De aquí emana que la tierra se acerque al sol cuanto puede acercarse, constituyendo así su perihelio.

La línea S E, que indica la direccion central de los rayos del sol hácia la tierra, obtiene la latitud austral de $23^\circ 27'$, marcando así el trópico de Capricornio, ó sea la mayor latitud austral á que puede pasar el sol por el zenit de aquel hemisferio. Esto ocasiona la mayor influencia del calor solar en el hemisferio mismo, por lo cual el perihelio de la tierra A corresponde al solsticio de verano para el hemisferio austral, y el de invierno para el boreal, puesto que la influencia de la luz y del calor solar son entonces las menores posibles para este último hemisferio, quedando hácia el polo Norte todo el círculo polar en perpetua noche, así como en el polo Sur en perpetuo dia, lo que se manifiesta por la línea A A' que divide la parte iluminada del planeta por el sol de aquella que no lo está.

A partir de A para D, la tierra va alejándose del sol, puesto que va presentándole, por el paralelismo de su eje de rotacion, poco á poco los continentes del hemisferio boreal, en el cual predominan éstos sobre la parte líquida ó sean los mares, así es que cuando llega á D el sol, pasa por el zenit del Ecuador terrestre, como lo indica la línea directa de los rayos solares S D.

Por lo tanto, esta posicion de la tierra es la que constituye el equinoccio de primavera para el hemisferio boreal, y el de otoño para el austral, en los cuales los dias y las noches son iguales para todas las latitudes del globo, y la tierra obtiene su distancia media hácia el sol en la órbita elíptica que describe.

El movimiento terrestre que se ha venido retardando de A á D, conforme se ha venido alejando la tierra del sol, sigue retardándose desde D hasta C, adonde ob-

tiene su mayor lejanía de aquel astro, por lo cual esta posicion terrestre se llama el afelio del planeta.

La causa de haberse alejado la tierra del sol hasta determinar la mayor escentricidad de su órbita elíptica, es la misma, es decir la inclinacion del eje terrestre, por lo que en su rotacion diaria viene á presentar al sol toda aquella parte que es posible del hemisferio boreal, por lo que la línea S F, que es la que marca los rayos centrales del sol, llega á formar el trópico de Cáncer, que es la mayor latitud Norte á que el sol puede pasar por el zenit en este hemisferio.

Aquí se percibe que las corrientes irradiantes del dilator solar, obran con mas energía sobre los continentes del hemisferio Norte, á la par que las corrientes concentrantes del compresor solar, pierden una parte de su energía por obrar mas directamente en el hemisferio austral, en donde predominan los mares. De este modo el afelio de la tierra marca el solsticio de verano para el hemisferio Norte, y el de invierno para el hemisferio Sur, quedando el círculo del polo boreal en perpetuo dia, y el del austral en continua noche, como lo manifiesta la línea de sombra C C'.

Habiendo obtenido la tierra en el afelio su mayor lejanía del sol, ha llegado así al maximum de lentitud en sus movimientos rotatorio y orbitario, comenzando á retardar estos conforme se va acercando de nuevo al sol hasta regresar al perihelio A.

Al tocar la tierra el punto B de su órbita, vuelve á estar á una distancia media del sol por haberse equilibrado de nuevo las corrientes radiantes é irradiantes de este astro, presentándosele la tierra por el paralelismo de su eje igual resistencia en ambos hemisferios. Así es que los dias y las noches son iguales para ambos, y la línea directa de los rayos solares S B' marca el paso del sol por el zenit del Ecuador.

Esta posicion de la tierra es la que constituye el equinoccio de otoño para el hemisferio boreal, y el de primavera para el austral.

En el dibujo de esta figura he dividido la elipse orbitaria de la tierra en doce partes correspondientes á los doce meses del año, procurando que correspondan las áreas iguales descritas á la igualdad de tiempos que la tierra emplea para describirlas.

Muy poco quedaria que decir si la tierra no tuviese otros movimientos que el orbitario y el rotatorio; pero presenta en estos perturbaciones cuya causa se encuentra asimismo sencillamente explicada por la estructura de su superficie.

En la misma figura 6ª, plancha 3ª, se percibe la seccion de un cono S H, cuya base, estando en el sol, dirige su cúspide hácia las pleyadas, atravesando la órbita de la tierra en el mes de Noviembre. Este cono, que se observa ser luminoso, es la luz zodiacal ó cauda del sol en oposicion al pansenolis P. Entre este astro y el sol S, existe una permuta de sus recíprocas corrientes cuya seccion en J J' atraviesa la tierra en el mes de Mayo; pero mucho antes comienza á sentir su influencia de oposicion á ser atravesada por este planeta; así es que la tierra retarda de año en año el equinoccio de primavera, á cuyo movimiento retrógrado se da el nombre de precesion de los equinoccios, é influye asimismo en todas las posiciones del planeta con respecto á su órbita elíptica, sufriendo tanto sus equinoccios como sus solsticios un retardo anual de $50'' 2$, lo que hace que el grande eje de la órbita elíptica complete una revolucion retrógrada de todos los signos del zodiaco en 25.800 años.

La causa de este fenómeno se ve desde luego que es la perturbacion que sufre el movimiento orbitario de la tierra al atravesar las corrientes solares y pansenolares; pero éstas no perturban igualmente el hemisferio boreal y el austral, pues presentando las altas montañas del Himalaya una oposicion mas prominente á dichas

corrientes, hace que estas obliguen al polo Norte del planeta á describir un movimiento cónico retrógrado, que completa en los mismos 25,800 años de la precesion, y tiene una amplitud de $46^{\circ} 54'$, lo que ha ocasionado que hoy sea estrella polar la que marca la estremidad de la osa menor, y que dentro de 12,000 años venga á ser polar la brillantísima estrella de la Lira.

Pero el movimiento cónico del eje terrestre no podia verificarse sin producir un cambio asimismo secular del grande eje de la órbita elíptica de la tierra, el cual es necesariamente directo y tan lento, que necesita de 6,450 años para desviar el eje de la órbita un solo grado. Así es que la desviacion directa no será en 12,400 años sino de dos grados, que es el máximun que puede tener de cambio el plano de la eclíptica, comenzando de nuevo despues de un periodo semejante un movimiento opuesto, hasta volver á quedar la órbita terrestre en el mismo punto del zodiaco y con la propia inclinacion del plano de la eclíptica con respecto al Ecuador solar que tuvo en el momento de partida.

He aquí los movimientos diario, anual y secular de este planeta, los que no pueden cambiar mientras la estructura exterior de la tierra y su relacion entre continentes y mares no cambie de un modo notable; pero si acontece un gran cambio geológico que sea capaz de influir en la posicion del eje de rotacion diaria de la tierra con respecto al plano de su eclíptica, necesariamente todos los movimientos terrestres deberán cambiar proporcionalmente.

Como no ha sido mi ánimo el presentar aquí un tratado elemental de astronomía, sino solamente el conducir la síntesis universal apoyada en los fenómenos celestes, no me ocuparé mas del sistema planetario, pues lo dicho con relacion á la tierra debe generalizarse propiamente con respecto á los demas planetas atendidas sus circunstancias peculiares.

Voy á ocuparme ahora de los satélites, sirviendo de ejemplo para generalizar las ideas acerca de ellos, los fenómenos que presenta el de la tierra, á que damos el nombre de Luna.

A pesar de los grandes adelantos que se han hecho en la construccion de los telescopios, y á pesar de que con algunos de los ya contruidos se pueden observar en la luna objetos de cien metros de diámetro, estamos muy lejos de conocer nuestro satélite bastante bien para fallar en la multitud de cuestiones físicas, químicas y biológicas, que tanto interesan y que traerian tanta luz para la resolucion de multitud de problemas de primer orden.

Sin embargo, cuando examinamos la luna con telescopios ó anteojos suficiente-mente fuertes, la percibimos fácilmente erizada de montañas relativamente mucho mas elevadas de lo que son las montañas terrestres con respecto á este planeta. Pero lo que inmediatamente llama la atencion cuando se observa la luna con el ánimo de investigar de si obedecen sus formas á la teoría de la atraccion, es que muy al contrario, pues parece que lejos de atraerse sus montañas con las de la tierra, están colocadas como si mutuamente se repeliesen, pues los principales montes de la luna están colocados hácia su polo austral, en oposicion á las altas cordilleras del continente de Asia en la tierra.

Asimismo se ve en la luna que muy lejos de corresponder á la idea que se han formado los astrónomos de la fuerza centrífuga, tiene colocadas sus partes prominentes hácia ambos polos, al paso que su ecuador y zonas centrales, con especialidad las del Norte, están ocupadas por terrenos bajos y nivelados, que aun se duda de si son ó no mares, estando la cuestion de si la luna tiene agua y una atmósfera, lejos de resolverse de un modo absoluto por via de la observacion.

Muy bien pudiera tener aquel satélite una atmósfera bastante rarificada para impedir que la luz crepuscular se viese claramente entre su parte iluminada por el

sol, y aquella que quede del lado de la sombra; asimismo muy bien pudiera existir en la luz lunar un crepúsculo aunque débil, y que nosotros no podemos percibir por la contra oposicion de la misma luz refleja que nos envia de su parte iluminada, pues en realidad nosotros vemos tan claramente nuestro crepúsculo porque no tenemos un punto de observacion en donde compararlo con la luz directa del sol.

En cuanto á que la luna no tiene mares, se deduce de que no se observan nubes ningunas ó manchas pasajeras atravezar ó cubrir las manchas permanentes del satélite; pero tampoco esta es razon concluyente como paso á demostrar.

En la tierra la revolucion del planeta sobre su eje se completa en el periodo de veinticuatro horas, así es que se suceden rápidamente las variaciones de temperatura, debidas al calor del dia y al frio de la noche, y como los vapores por un exceso de calor se hacen invisibles, así como á la accion de un calor moderado vienen á ser nebulosos, y por último, por la accion del frio se condensan en agua y caen en la forma de lluvias, se suceden rápidamente las alternativas de claridad y de nublado que pasan á nuestra vista.

En cuanto á las nubes producidas por la influencia mas dilatada de las estaciones en los diversos climas, se observa que en las grandes latitudes del Norte la atmósfera se halla continuamente nebulosa, al paso que en las regiones ecuatoriales suele haber lugares donde nunca se percibe una nube.

Nada de esto coincide en las circunstancias peculiares de la luna.

Como siempre nos presenta este satélite el mismo hemisferio, completa necesariamente con respecto al sol la rotacion sobre su propio eje, en el mismo tiempo que verifica su revolucion orbitaria en rededor de la tierra, es decir, en cosa de 27 dias tres cuartos; por lo cual el hemisferio que nosotros percibimos, está á la mitad de este tiempo espuesto á la luz y al calor solar en que los vapores pudieran hacerse invisibles.

Ademas, la tierra envia á la luna, como despues demostraré, un calor reflejo é irradiante, cuya influencia sobre el hemisferio que percibimos del satélite no sabemos aún con exactitud cuál pueda ser; pero desde luego se comprende que debe obrar de una manera muy enérgica en el modo de verificarse en la luna la evaporacion, si es que ésta tiene lugar.

En cuanto á la refraccion que la luz de las estrellas debiera hacernos perceptible la atmósfera de la luna, debo advertir que esa refaccion debiera referirse á observadores colocados en la superficie de la luna misma, mas no á los que están situados en la tierra, como espero demostrar al tratar de la luz.

He espuesto las anteriores objeciones, no porque yo quiera sostener que hay en la luna atmósfera y mares, sino porque para mí es aun dudosa su existencia. Por lo demas, como la luna es un astro mucho mas jóven que la tierra, es muy probable que se halle su superficie en una época muy parecida á la metamórfica ó á la basáltica terrestre, coincidiendo con esta última los circos volcánicos que son tan abundantes en aquel satélite y de los cuales nos ha dejado la época basáltica ejemplos muy notables en la tierra. Así es que acaso á las generaciones venideras estará reservado el presenciar en la luna la formacion de rocas posteriores y la aglomeracion en ella de materiales líquidos y gaseosos.

Entre tanto basta para mi propósito el encontrar que en la luna existen las principales prominencias hácia los polos, y sus terrenos bajos y nivelados hácia el Ecuador.

Esta colocacion de las montañas lunares coincide con la que he indicado con respecto á los planetas refiriéndome asimismo á las montañas terrestres. Entre éstas y las de la luna parece á primera vista que hay una repulsion; pero como en la inercia de la materia no cabe repulsion ni atraccion intrínsecas, se ve que son las cor-

rientes del armonio las que, como queda indicado al hablar de la tierra, obrando con mas energia en la parte sólida y prominente de los astros, aleja ésta hasta colocarla en aquella localidad de los mismos núcleos donde encuentra mas estabilidad en sus diversos movimientos.

Los de la luna son mucho mas complicados que los de la tierra, puesto que girando en derredor de ésta la acompaña tambien en la revolucion que verifica al rededor del sol, sin dejar por eso la luna de rotar sobre su mismo eje.

Nosotros no podemos darnos una cuenta exacta de aquellas irregularidades de la superficie de la luna que ocasionan la considerable escentricidad de la órbita elíptica que describe aquel satélite en torno de la tierra, porque como siempre presenta con corta diferencia el mismo hemisferio hácia este planeta, nos es casi enteramente desconocido el hemisferio opuesto.

Es probable que en él haya montañas mucho mas elevadas que las que nosotros le observamos, por lo que aquellas montañas han sido colocadas por las corrientes armónicas en la parte opuesta á la tierra donde tienen mas estabilidad por estar mas libres de la influencia perturbadora de los continentes terrestres.

Existiendo dichas montañas, es natural que presenten mayor resistencia á las corrientes armónicas del sol, y así resulta la alternativa de la influencia de las mencionadas corrientes solares para producir el movimiento orbitario elíptico de la luna en vez del circular.

Ademas, los continentes terrestres tienen tal influencia en la órbita lunar, que aun cuando ésta es próximamente una elipse con respecto á la tierra, de cuya elipse ocupa este planeta uno de los focos, la ley de las áreas no es con respecto á la luna perfectamente exacta, habiendo oscilaciones de mas ó de menos en la revolucion orbitaria á la luna con relacion á la tierra.

La revolucion de la luna en su órbita tiene dos periodos distintos, á los que se ha dado el nombre de sideral y sinódico. El primero es el tiempo que la luna emplea en recorrer su órbita al rededor de la tierra, desde su partida, con relacion á una estrella dada, hasta su regreso á la misma estrella, cuya revolucion la verifica este satélite en veintisiete dias un tercio. Pero como en este tiempo la tierra ha avanzado notablemente en su órbita al rededor del sol, tiene la luna que avanzar asimismo un poco mas que dos dias para quedar colocada con respecto al sol y la tierra en el mismo punto de partida.

Así, pues, la luna emplea poquísimos mas de veintinueve dias y medio en verificar su revolucion sinódica en la elipse orbitaria que describe al rededor de la tierra.

La escentricidad de esta elipse es mucho mayor que la de la órbita terrestre. En esta última el diámetro del sol varia de su apogeo ó de su perigeo desde treinta y uno hasta treinta y dos y medio minutos, al paso que el diámetro de la luna varia desde veintisiete hasta treinta y dos minutos con relacion al perigeo y al apogeo de este satélite.

Ya he indicado la causa de esta variacion en la distancia de la luna á la tierra, debiendo consistir en la diferente fuerza impulsiva con que las corrientes solares obran en el hemisferio que percibimos y aquel que siempre se nos oculta del satélite.

Pero no es el movimiento orbitario el único de la luna en que influyen las fuerzas combinadas del sol y de la tierra. A estos dos astros los liga un cono de las corrientes armónicas que mutuamente se interceptan, permutándose así las corrientes solares y terrestres, constituyendo una fuerza molecular que modifica la órbita elíptica de la luna, porque cuando pasa este satélite entre las corrientes solares y terrestres, combinadas como se ha dicho, sufren un retardo los nodos de la órbita

lunar, que ocasiona que el grande eje de esa misma órbita elíptica complete una revolucion cada nueve años un cuarto, y por consecuencia, la revolucion de los nodos de la luna á que se ha dado el nombre de nutacion, se complete próximamente en diez y ocho años y medio, en cuyo periodo el sol, la tierra y la luna, vuelven á quedar exactamente en los mismos lugares, lo que es de un recurso inmenso para la prediccion de las lunaciones y de los eclipses, puesto que éstos se repiten cada doscientas veintitres lunaciones, que son las que componen el ciclo lunar.

Luego se percibe la grande analogía que hay entre la nutacion de la luna y la precesion de los equinoccios de la tierra. En ésta la retrogradacion de los nodos de la órbita terrestre es ocasionada por la resistencia que encuentran al pasar este planeta por entre las corrientes solares y parensolares, al paso que la nutacion consiste en la resistencia que la luna encuentra al atravesar las corrientes directas que se permutan el sol y la tierra.

Lo pequeño del diámetro de ésta con respecto al sol y la lejanía considerable que la separa de este astro hace que no tengan influencia alguna sensible las montañas terrestres en la forma del cono ó base circular que describe la tierra dirigiendo su eje hácia los diversos puntos de los círculos polares celestes completando en el periodo de 25,800 años dicha revolucion, á la que como he dicho, se ha dado el nombre de precesion de los equinoccios.

No sucede lo mismo con respecto á la nutacion. La luna y la tierra se hallan muy cercanas, y sus dimensiones recíprocas son mucho mas análogas entre sí, y por consecuencia las montañas de la tierra y las de la luna se ejercen una mutua influencia, lo que ocasiona que en el mismo tiempo en que la luna completa su nutacion en las doscientas veintitres lunaciones de su ciclo, la tierra describe con su eje una pequeña elipse de 20' del eje mayor y 15' del menor, al mismo tiempo que va describiendo el gran círculo de la precesion de los equinoccios.

El que en la nutacion la tierra describa una elipse en vez de un círculo con su eje, tiene una causa obvia. A cada vez que la luna pasa por entre el cono de corrientes solares y terrestres, perturba los movimientos de la tierra; pero esta perturbacion es desigualmente ejercida con respecto á los mares y continentes de este planeta, y como la luna tiene su órbita inclinada de cosa de cinco grados con respecto al plano de la eclíptica, ejerce en cada lunacion una influencia perturbadora sobre las montañas de los continentes de Asia y de América, haciendo describir al eje terrestre en el periodo de la nutacion una elipse en vez de un círculo.

Hay en el movimiento de la luna una singularidad que hasta ahora ha permanecido inexplicable, y que es tanto mas digna de atencion cuanto que parece ser una ley general de todos los satélites, es decir, el completar la revolucion rotatoria en torno de su propio eje en el mismo tiempo que completan su revolucion orbitaria en torno del planeta á que pertenecen.

No mencionaré aquí las diferentes hipótesis que se han ideado para explicar este fenómeno, y solo indicaré lo que habia parecido hasta ahora mas plausible. Esta consistia en asegurar que por un efecto de la atraccion de la tierra la luna presentaba á ésta su hemisferio mas prominente, y aun se decia que obrando esta prominencia como un péndulo, ocasionaba la libracion en longitud. Tal explicacion se encuentra destruida directa ó indirectamente. De la segunda manera, porque si la atraccion de la tierra trajese á un punto la parte mas prominente de la luna, ¿por qué la atraccion solar no atrae de preferencia la parte mas prominente de los planetas y éstos no presentan constantemente el mismo hemisferio al sol? Ademas, todos los satélites de los diversos planetas presentan á éstos siempre el mismo hemisferio, y no se puede suponer que en todos haya las mismas circunstancias ó promi-

nencias locales que determinasen el propio fenómeno. También se destruye dicha hipótesis por la observación directamente, pues el hemisferio que vemos de la luna no es hacia su centro, sino por el contrario hacia sus polos, adonde se perciben las prominencias.

Una vez sentado que las corrientes del armonio llenan el universo sosteniendo los astros en equilibrio, conduciéndolos en sus diversos movimientos y armonías recíprocas, es fácil encontrar la manera de influirse entre sí mutuamente.

Repito por lo tanto que el sol, la tierra y la luna, tienen sus corrientes armónicas propias, que son las que constituyen la fuerza peculiar de cada uno de estos núcleos. Pero es evidente que en el espacio del sistema solar, no solamente se cruzan las corrientes armónicas del sol, de la tierra y de la luna, sino además todas las de los otros cuerpos del sistema planetario, y aun las de todas las estrellas y sistemas del universo, actuándose entre sí, tanto mas débilmente, cuanto mas alejados se hallan sus respectivos núcleos. Así, pues, es indudable que el sol, la tierra y la luna, tienen sus corrientes armónicas que mutuamente se actúan y permutan.

Para dar una idea clara del modo de interponerse estos tres actos en sus mútuas corrientes, examínese la figura 7, lámina 3^a. Supóngase que el núcleo S es el sol, T la tierra y L la luna. Supóngase también que éstos tres núcleos son perfectamente iguales en masa y dimensiones, y que asimismo lo son en sus superficies perfectamente homogéneas. Es evidente que los tres núcleos se interpondrían entre sí, obstruyendo sus mútuas corrientes armónicas, las que por consecuencia deberían ser todas iguales. ¿Qué debería resultar? resultaría: 1^o Que los tres núcleos serían colocados por las mismas corrientes á iguales distancias entre sí, y todas equidistantes de un centro común c , y por lo tanto, ellos asumirían la posición del triángulo equilátero S T L. 2^o En oposición mútua presentarían sus conos de luz zodiacal a, a', a'' . 3^o Entre los tres astros habría las corrientes armónicas que ellos interceptasen, las cuales por un efecto necesario de equilibrio se permutarían entre sí molecularmente, dando origen á los cilindros de corrientes armónicas S b T, T b' L, L b'' S. 4^o En la mútua permuta de estas corrientes habría necesariamente las que se dirigiesen de un astro al otro, las cuales quedan marcadas con las flechas de ida y venida que presenta el dibujo en los referidos cilindros b b'. 5^o Como resultantes de las fuerzas desarrolladas por las referidas corrientes, cada uno de los tres astros se movería en torno de su propio eje, según la dirección de las flechas a, a', a'' , y además se moverían en un sistema orbituario según la dirección d, d', d'' , produciendo una órbita circular en rededor del centro común c .

Pero ninguna de estas circunstancias se verifican en los tres astros sol, tierra y luna. El primero como estrella dió origen á la tierra como planeta, y es mayor que ésta un millón de veces en volúmen. El segundo como planeta dió origen á la luna como satélite, y es mayor que ésta cincuenta veces en volúmen.

Así es que la tierra ha debido girar como un cuerpo sólido en sus diversos movimientos, cuando la materia componente de la luna era una simple nébula girando en su torno como constituida por una sola masa. Cuando la luna ya consolidada ha venido á ser un núcleo bien definido, no podía dejar de seguir obedeciendo á las mismas leyes y corrientes armónicas á quienes debía su origen, por lo cual debía seguirse moviendo con relación á la tierra como constituyendo con ésta una sola masa; pero estando completamente separada la luna de su planeta la tierra, debían seguir obedeciendo asimismo las corrientes y leyes generales del sistema. Véase como esto debió verificarse.

Siendo el sol tan enormemente mayor que la tierra y que la luna juntas, sus corrientes armónicas son igualmente mas poderosas; por lo cual las corrientes directas

con que influye la tierra con respecto á la luna, son muchísimo menores que las corrientes que le refleja provenientes del sol. Para hacer comprender el efecto de estas corrientes, examinaré la figura 8, lámina 3^a. S es un punto que se supone ser el sol, no pudiendo alejarse á la distancia conveniente por no permitirlo las dimensiones del diagrama. T es la tierra y L la luna; así es que hay las corrientes S T y S L directamente emanadas del sol, y la corriente T L que la tierra refleja del sol á la luna, cuyas corrientes tienen la dirección que se marca con las flechas del diagrama. La resultante de estas corrientes como emanadas del dilator solar tendrían la tendencia á alejar indefinidamente la luna, si en oposición no hubiese las corrientes marcadas con las flechas a T, b S, en que predominan necesariamente el compresor, así es que la oposición necesaria de dichas corrientes retienen á la luna en su órbita, resultando que ésta describa un movimiento orbituario L L' L'' L''' en rededor del núcleo de la tierra T.

Pero la corriente directa del sol á la luna S L' y la corriente refleja T L', como opuestas en su dirección, dan por resultado que la luna no pueda girar sobre de su propio eje en un movimiento rotatorio, portándose en este punto como si fuese una sola masa con la tierra, presentando á ésta en consecuencia siempre el mismo hemisferio.

El efecto de dichas corrientes puede percibirse con mas claridad en la figura 9. Se supone en ella el sol tan alejado, que envía sus corrientes casi paralelas á todas las estremidades de la órbita de la luna L L' L'' L''' L'''. La tierra T, como mas cercana á la luna, deja percibir mas fácilmente el cono de sus corrientes T c L c'; esto supuesto, las corrientes impulsivas del sol marcadas con la flecha a' , tienen la tendencia de hacer girar á la luna L en un movimiento directo según lo indica la misma flecha. Por el contrario las corrientes reflejas y al mismo tiempo impulsivas de la tierra T, tienen la tendencia como se ve en la letra b' de imprimir á la luna L un movimiento retrógrado, por lo cual en esta oposición de fuerzas la luna permanece sin movimiento rotatorio, y presenta á la tierra siempre su mismo hemisferio. En cuanto al movimiento orbituario, como la luna y la tierra giran con respecto al sol como constituyendo una sola masa, ya presentando la luna al sol en L la mitad del hemisferio que presenta á la tierra, así la luz refleja que nos dirige nos hace ver la cuarta parte de su superficie iluminada, constituyendo la primera cuadratura ó sea el cuarto creciente. Cuando la luna llega al punto de oposición L', el sol ilumina todo el hemisferio que la luna nos presenta, la que por la luz refleja que de él nos envía, constituye el primer zizigie ó sea la luna llena. Necesariamente en L'' presenta la luna la segunda cuadratura ó cuarto menguante, y así como en L''' el segundo zizigie ó conjunción.

Tanto en la figura 8 como en la 9 se ha dividido la órbita de la luna en ocho partes, para presentar por la simple inspección de estos diseños al lector instruido los diferentes periodos de la lunación, y la dirección de las corrientes armónicas, solares y terrestres.

Estas corrientes no son una ilusión; ellas pueden verse y se han visto en efecto, aunque sin comprenderse, en todos tiempos. Para demostrar esto, examínese de nuevo la figura 9. El cono de corrientes permutantes entre la tierra T y la luna L, tienen, como despues explicaré, su elemento, en mas ó positivo, en la tierra, y su elemento, en menos ó negativo, en la luna. Así es que estos elementos se permutan entre sí molecularmente, formando el cono de corrientes T c L c'. Estas corrientes, como constituidas por el elemento imponderable armonio, son completamente invisibles; pero pueden verse perfectamente cuando hay materia ponderable, y lo que se verifica por medio de la luz que la misma luna nos envía. Esto suce-

de cuando percibimos el verdadero halo ó círculo meteórico que circunda á la luna con un diámetro por lo comun de 18 ó 20".

He dicho el verdadero halo, porque éste es casi perfectamente circular, sin colores y de grandes dimensiones, al paso que la luz de la luna presenta frecuentemente pequeñas coronas con todos los colores del iris mas ó menos vivos, lo que es ocasionado por atravesar su luz para llegarnos á la tierra por medio de las elevadas nubecillas que la descomponen irisando sus tintes.

En el halo verdadero pasan los fenómenos siguientes: supóngase que en $c'c'$ existe una capa muy delgada de vapores semi-transparentes, las corrientes terrestres, como positivas ó en mas, impulsan esos vapores de la tierra hácia la luna, y por consecuencia la seccion circular del cono que en el diagrama se presenta en $c'c'$ como en perspectiva, se ve mas oscura que el resto del cielo iluminado por la luz de la luna, y frecuentemente el círculo mismo del halo se mira bordado de nubecillas como agitadas por corrientes opuestas.

La altura á que estos halos distan de la tierra, generalmente es de ocho á nueve mil leguas, lo que se deduce fácilmente por ser ellos una imagen de la forma de la tierra misma. Tal vez bajo circunstancias propicias y cuando no influya en contra la oblicuidad del halo con respecto al punto de observacion, podrá muy bien ese fenómeno servir por medio del micrómetro para conocerse la forma terrestre en sus relaciones entre los diámetros de su ecuador y de sus polos, lo que indudablemente puede lograrse en las regiones ecuatoriales, cuando el halo coincide con el paso de la luna sobre el plano del ecuador, pues entonces representará una seccion de la tierra cortando los polos de ésta.

Las corrientes solares y terrestres suelen percibirse aunque muy rara vez por un halo semejante circundando el disco del sol. Estos halos son vivamente coloridos y presentan una hermosa corona irisada y perfectamente circular en torno del sol, siendo sus dimensiones un poco menores, generalmente hablando, que los halos lunares.

Yo no he tenido el gusto de ver un verdadero halo solar sino en mi juventud, el año de 1820. Aquel fenómeno, magnífico por su esplendidez y lo brillante de sus colores fué muy admirado en México, donde las gentes procuraban mostrárselo con entusiasmo unas á otras.

Yo atribuyo la rareza de este fenómeno á que no lo observamos todas las veces que existe por la incomodidad que resulta en los ojos de mirar frecuentemente al sol sin los instrumentos á propósito.

Conociéndose así aun por la observacion directa que hay corrientes especiales y permutantes entre el sol, la luna y la tierra es fácil conocerse su accion para retener el globo de la luna en su órbita respectiva, presentando aquel satélite á la tierra siempre el mismo hemisferio. Pero aun hay mas: la inclinacion de la órbita de la luna con respecto al plano de la eclíptica no es siempre exactamente la misma, pues varía periódicamente hasta $17^{\circ} 34'$, siendo por lo tanto su mayor oblicuidad de $5^{\circ} 17' 35''$, y su menor valor de $5^{\circ} 0' 1''$: el primero de estos valores lo obtiene la órbita lunar cuando llega á su extremo la luna coincidiendo con sus cuadraturas, y el menor cuando llega al extremo mismo de su órbita, coincidiendo con uno de sus zizigies.

Para responder á esa condicion se presta asimismo la teoría, pues es fácil conocerse por la simple inspeccion de la figura número 8, que el impulso lateral de las corrientes solares y terrestres es mayor en L^1 y L^2 que en L y L^3 , y que á la inversa, en L obran con mas energía las corrientes del dilator solar y en L^1 las de su compresor; por lo que es evidente que en los cuartos creciente y menguante la luna tiene que alejarse de la tierra, así como en la llena y en la conjuncion se

acerca á esta independientemente de la escentricidad de su órbita elíptica, cuyo grande eje circula retrógradamente como se ha dicho al hablar de la nutacion.

Queda otro fenómeno importante que examinar, y es la libracion en longitud de la luna.

No pretendo hablar aquí de la libracion diaria ni de la orbitaria de la luna. Estos fenómenos se hallan perfectamente analizados en todos los tratados modernos de astronomía, y como su causa es puramente paralógica, no está en el órden de aquellas de que me ocupo.

La libracion de que voy á hablar, es un movimiento que presenta el hemisferio que percibimos de la luna al llegar á su oposicion ó á su conjuncion.

Aquel satélite presenta constantemente el propio hemisferio á la tierra; pero cuando llega el momento de la oposicion ó luna llena, manifiesta como una tendencia á rotar sobre de su eje, y nos presenta cosa de $4^{\circ} 20'$ del otro hemisferio que nos oculta, cuyo movimiento, como de balanceo, ha dado origen al titulo de libracion.

Varias han sido las hipótesis que se han imaginado para esplicar este fenómeno, el cual sencillamente se reconocerá ser el resultado de las corrientes solares y terrestres que actúan la luna. Para su demostracion, véase de nuevo la figura 8. Cuando la luna llega á las cuadraturas, la fuerza angular de las corrientes terrestres $T L^1$ y $T L^2$ llegan á su maximum, así es que el hemisferio que aquel satélite nos presenta permanece inmóvil; pero cuando la luna llega á L^2 ó L , las corrientes terrestres se confunden en un momento con las solares, y éstas apoyadas en las prominencias de la luna, la impelen como para imprimirle un movimiento de rotacion; pero pasado aquel momento, la luna se presenta de nuevo por su movimiento orbitario á la accion de las corrientes terrestres; éstas recobran su fuerza angular, y la luna, obligada por las condiciones de su equilibrio y las fuerzas opuestas del sol y de la tierra que actúan su superficie, produce el movimiento de balance que completa su libracion y continúa en su estado normal.

Los fenómenos que he referido entre las relaciones del sol, la tierra y la luna, pueden generalizarse propiamente á los que presentan los demas planetas que poseen satélites.

Nosotros no podemos ver sino un hemisferio de la luna; pero probablemente en el hemisferio opuesto existen las principales eminencias de este satélite, y acaso tambien sus mares y lo mas denso de su atmósfera si es que allí existen, pues para creerlo así, me inducen la grande escentricidad de la elipse de la órbita lunar y la accion dinámica menos constante que aquel hemisferio recibe, no estando espuesto á la influencia perpetua que la tierra ejerce sobre el hemisferio que la luna nos presenta.

Acaso la observacion de los satélites de Júpiter dará una solucion á los problemas que anteceden y una respuesta á mis conjeturas.

No puedo dejar el asunto que nos ocupa sin tomar en consideracion el fenómeno de las mareas, ó sea el flujo y reflujo de los mares, causado por la influencia universalmente reconocida de la luna.

Todo el mundo sabe que los grandes mares hinchan sus olas y las acumulan poco á poco hasta que la luna llega al meridiano. Despues las aguas descienden lentamente hasta el momento en que la luna se pone en el horizonte occidental; en este momento comienzan de nuevo las aguas á hincharse hasta que obtienen casi la misma altura cuando la luna llega al meridiano del hemisferio antípoda, en cuyo momento las aguas comienzan á descender de nuevo hasta que la luna se presenta en el Oriente, ascendiendo entonces otra vez hasta obtener de la misma manera su mayor altura cuando la luna retorna al meridiano como el dia ante-