

PRUEBAS DE LA TEORIA DE LA TIERRA.

Por Luis Leclerc Conde de Buffon.

Artículo I: De la formación de los Planetas.

Como nuestro objeto es la historia natural, de buena gana dejaríamos de hablar de astronomía si la física terrestre no tuviese tanta conexión con la celeste, y no creyésemos a más de esto que para mayor inteligencia de lo que dejamos dicho es necesario dar algunas ideas generales sobre la formación, movimiento y figura de la tierra y los planetas.

La Tierra es un globo de cerca de tres mil leguas de diámetro, situado á treinta millones de leguas del Sol, alrededor del cual hace su revolución en trescientos sesenta y cinco días. Semejante movimiento de revolución es el resultado de dos fuerzas, que podemos representarnos, la una como un impulso de derecha á izquierda ó de izquierda á derecha, y la otra como una atracción de arriba abajo ó de abajo arriba hácia un centro: la dirección de estas dos fuerzas y sus cantidades están combinadas y proporcionadas de modo que resulta de ellas un movimiento casi uniforme en una elipse muy cercana á un círculo (a). La Tierra, semejante á los demás planetas, es opaca, hace sombra, recibe y refleja la luz del Sol, y gira en torno de este astro según las leyes que convienen á su distancia y densidad relativa: también gira con movimiento de rotación, en el espacio de veinte y cuatro horas, sobre su propio eje, el cual está inclinado sesenta y seis grados y medio sobre el plano de la órbita de su revolución. Su figura es de un esferoide, cuyos dos ejes difieren cerca de $\frac{1}{175}$, y la rotación se verifica alrededor del eje mas pequeño.

He aquí los principales fenómenos de la Tierra, y el resultado de los grandes descubrimientos que se han hecho por medio de la geometría, astronomía y navegación. No daremos aquí la explicación minuciosa y circunstanciada, que sería precisa para demostrarlos, ni tampoco examinaremos de que modo se ha conseguido el asegurarse de la verdad de todos estos hechos, por no repetir lo que ya se ha dicho; haremos solo algunas advertencias que podrán servir para aclarar lo que todavía está en duda y en disputa, exponiendo al mismo tiempo nuestro modo de pensar sobre la formación de los planetas y las diversas vicisitudes que es posible hayan experimentado antes de llegar al estado en que actualmente los vemos. Extractaremos en el discurso de esta obra todos los sistemas é hipótesis conocidos sobre la formación del globo terrestre, sus diferentes estados, y alteraciones ocurridas en él; pues no se podrá tener á mal unamos aquí nuestras conjeturas á las de los filósofos que han escrito acerca de estas materias, y principalmente cuando se vea que en efecto no las proponemos sino como meras conjeturas, á las cuales solo pretendemos dar un grado de probabilidad mayor que el de todas las que se han hecho sobre el mismo asunto. Suscribimos con tanto mas ahínco á publicar lo que hemos discurrido sobre esta materia, cuanto esperamos poner

por este medio al lector en estado de decidir acerca de la gran diferencia que hay entre una hipótesis en que no entran sino posibilidades, y una teoría fundada en hechos; entre un sistema como el que vamos á proponer en este artículo sobre la formación y primer estado de la Tierra, y una historia física de su estado actual como la que acabamos de insertar en el discurso precedente.

Hallada por Galileo la ley de la caída de los cuerpos y demostrado por Keplero que las áreas descritas por los planetas principales alrededor del Sol, y las que los satélites describen en torno de su planeta principal, son todas proporcionales á los tiempos, y que los tiempos de las revoluciones de los planetas y satélites, son proporcionales á las raíces cuadradas de los cubos de sus distancias al Sol ó á sus planetas principales; descubrió Newton que la fuerza que hace caer los graves sobre la superficie de la Tierra, se estiende hasta la Luna, y la retiene en su órbita; que esta fuerza se disminuye en igual proporción que el cuadrado de la distancia se aumenta; que por consiguiente, la Tierra atrae á la Luna, el Sol á la Tierra y á todos los planetas; y en general, todos los cuerpos que describen alrededor de un centro ó de un foco áreas proporcionales á los tiempos, son atraídos hácia aquel punto. Esta fuerza, á la cual damos el nombre de gravedad, está, según lo dicho, generalmente esparcida en toda la materia: los planetas, los cometas, el Sol, la Tierra, todo está sujeto á sus leyes, cuyo influjo sirve de fundamento á la armonía del universo; y nada hay mas bien probado en la física, que la existencia actual é individual de esta fuerza en los planetas, en el Sol, en la Tierra y en toda la materia que palpamos ó vemos. Todas las observaciones han confirmado el efecto actual de esta fuerza: el cálculo ha determinado su cantidad y sus relaciones; y apenas la exactitud de los geómetras y la vigilancia de los astrónomos llegan á conocer ó determinar á punto fijo esta mecánica celeste y la regularidad de sus efectos.

Una vez reconocida esta causa general, se inferirían fácilmente los fenómenos si la acción de las fuerzas que los producen no fuese demasiadamente combinada; pero represéntese cualquiera por un instante el sistema del mundo bajo este aspecto, y conocerá el caos que ha sido forzoso desenredar. Los planetas principales son atraídos por el Sol, el Sol por los planetas, los satélites por su planeta principal, y cada planeta por todos los demás á los cuales también él atrae: estas acciones y reacciones varían según las masas y distancias, y producen irregularidades y desigualdades. ¿Como pues combinar y reducir á exactísimo cálculo tanta multitud de relaciones? ¿Parece acaso posible observar un objeto particular en medio de tantos objetos? Sin embargo, se han superado estas dificultades, y el cálculo ha confirmado lo que había conjeturado el raciocinio; cada observación ha venido á ser una nueva demostración; y el orden sistemático del universo está patente á la vista de todos los que tienen bastantes luces y discernimiento para distinguir la verdad.

Una sola dificultad, independiente en efecto de esta teoría, nos ocurre, y consiste en la fuerza impulsiva; pues vemos con evidencia que tirando siempre la fuerza atractiva los planetas hacia el sol, caerían estos sobre aquel astro en línea perpendicular, á no apartarlos otra fuerza que no puede ser sino de impulsión en línea recta, cuyo efecto se ejercería en la tangente de la órbita si cesase un instante la fuerza de atracción. Semejante impulsión (*) fue seguramente comunicada á los astros en general por la mano de Dios cuando puso en movimiento al universo; pero como en los asuntos de física debemos abstenernos todo lo posible de recurrir á causas sobrenaturales, me parece que en el sistema solar puede explicarse esta fuerza impulsiva de un modo bastante verosímil, y encontrar en él una causa cuyo efecto convenga con las reglas de la mecánica, sin que se oponga á las ideas que debemos formarnos en orden á las alteraciones y revoluciones que pueden y deben acaecer en el universo.

No se limita al círculo de los planetas, aun los mas lejanos, la vasta extensión del sistema solar, ó la esfera de atracción del sol; sino que se extiende á una distancia indefinida, disminuyendo siempre en la misma razón que aumenta el cuadrado de la distancia. Está demostrado que los cometas escondidos á nuestra vista en la profundidad del cielo, obedecen á esta fuerza; y que su movimiento depende, como el de los planetas, de la atracción del sol. Todos estos astros, cuyos giros son tan diversos, describen en torno del mismo áreas proporcionales á los tiempos; los planetas en elipses que se acercan mas ó menos á círculos, y los cometas en elipses muy prolongadas. Las cometas y los planetas se mueven, pues, en virtud de dos fuerzas, una de atracción y otra impulsiva ó de proyección que obrando á un mismo tiempo é incesantemente, les obligan á describir aquellas curvas; pero debe notarse que los cometas corren el sistema solar en toda suerte de direcciones, y que las inclinaciones de los planos de sus órbitas difieren mucho entre sí, de suerte, que aunque sujetos, como los planetas, á la misma fuerza de atracción, nada tienen de comun en su movimiento de proyección, y parecen en esta parte absolutamente independientes unos de otros. Al contrario, los planetas caminan todos hacia una misma parte alrededor del sol, y casi en el mismo plano, no habiendo sino siete grados y medio de inclinación entre los planos que mas distan de sus órbitas; y esta conformidad de posición y de dirección en el movimiento de los planetas supone necesariamente alguna cosa comun en su movimiento de proyección, y obliga á sospechar que se lo imprimió una misma y sola causa.

¿Nos sería acaso permitido imaginar con alguna especie de verosimilitud que cayendo un cometa sobre la superficie del sol, haya hecho mudar de sitio á aquel astro y desprendido de él algunas partículas á las cuales

(*) A esta impulsión y fuerza impulsiva de que habla el autor se le da comúnmente el nombre de fuerza de proyección: nosotros usaremos indistintamente de entrambas voces.

comunicase por tanto un movimiento de proyeccion en una direccion misma y mediante un mismo choque; de suerte, que los planetas hubiesen sido en otro tiempo partes del cuerpo solar, y separados de él por una fuerza impulsiva comun á todos, que todavia conservan?

Esta idea me parece que tiene, cuando menos, los mismos grados de probabilidad que la opinion de Leibnitz, quien pretende que los planetas y la Tierra han sido soles; y aun entiendo que su sistema, cuyo extracto se verá en el artículo V de estas Pruebas, hubiera adquirido mayor grado de generalidad y probabilidad si se hubiese elevado á ella. Este es el caso de creer con el mismo autor que la cosa sucedió en el tiempo en que dice Moisés separó Dios la luz de las tinieblas; porque, según Leibnitz, la luz fue separada de las tinieblas cuando los planetas se apagaron: pero aquí la separacion es física y real; puesto que la materia opaca de que se componen los cuerpos de los planetas, fue realmente separada de la materia luminosa de que se compone el Sol (b).

Mucho menos arriesgada se presentará esta idea sobre la causa del movimiento de proyeccion de los planetas, si se reúnen todas las analogías que tienen conexión con ella, y se quiere tomar el trabajo de valuar sus probabilidades. La primera es la direccion comun de su movimiento de proyeccion, en cuya virtud los seis planetas caminan de occidente á oriente; y desde luego hay una probabilidad de 6 contra 1 de que no hubieran tenido este movimiento hacia una misma parte, si no le hubiese producido una misma causa, lo cual es fácil probar por la doctrina de los acasos.

Esta probabilidad adquirirá una fuerza maravillosa por la segunda analogía, la cual consiste en que la inclinacion de las órbitas no escade de siete grados y medio; pues comparando los espacios, se encuentra que hay 24 contra 1 para que dos planetas se hallen en planos mas distantes, y por consiguiente $\frac{5}{24}$ ó $\frac{5}{24} \times 62.624$ contra 1 á que no es por casualidad que se hallen todos seis colocados de este modo y contenidos en el espacio de siete grados y medio, ó lo que es lo mismo, hay probabilidad de que tienen alguna cosa comun á todos en el movimiento al cual deben esta posicion. ¿Y que cosa puede haber comun en la impresion de un movimiento impulsivo, sino es la fuerza y direccion de los cuerpos que le comunican? Puede inferirse, pues, con la mayor verosimilitud que los planetas han recibido su movimiento de proyeccion mediante un solo choque. Adquirida esta probabilidad, que casi equivale á certeza, paso á examinar, que cuerpo en movimiento ha podido hacer este choque y producir efecto semejantes; y nada veo sino los cometas que sea capaz de comunicar tan gran movimiento á cuerpos tan vastos.

Aun examinando muy por encima el curso de los cometas, se comprende fácilmente ser casi forzoso que alguna vez caigan estos en el Sol.

El del año 1680 se le acercó tanto, que en su perihelio (*) no distaba

mas que la sexta parte del diámetro solar; y si vuelve á parecer, como se presume, en el año 2255, podrá muy bien caer entonces en el sol, lo cual depende de los encuentros que haya tenido en su curso, y del tiempo que tarde en pasar por la atmósfera del sol (1).

Es probable, pues, siguiendo al filósofo que acabamos de citar, que algunas veces caen los cometas en el sol; pero esta caída puede ser de diversos modos. Si se verifica á plomo, ó aunque sea en direccion algo oblicua, vendrán á parar en el sol, y servirán de pábulo al fuego que consume á aquel astro; y el movimiento de proyeccion que ellos hayan perdido y comunicado al sol, no producirá mas efecto que el de dislocarle mas ó menos, segun sea mas ó menos considerable la masa del cometa: pero si cayesen en direccion muy oblicua, lo cual debe sin duda acaecer con mas frecuencia que del otro modo, entonces el cometa no hará mas que tocar ligeramente la superficie del sol, ó surcarla: corta profundidad, y en este caso será posible que salga de ella cambiada su direccion, y desprendiendo de la misma algunas partes de materia á las que comunicará un movimiento comun de proyeccion; y estas partes, arrojadas fuera del cuerpo del sol y el mismo cometa, podrán hacerse planetas que giren en torno de este astro en la misma direccion y plano. Quizás se podría calcular la masa, velocidad y direccion que debiera tener un cometa para desprender del sol una cantidad de materia igual á la que contienen los seis planetas y sus satélites; pero esta indagacion seria inoportuna aquí, y bastará notar que todos los planetas con sus satélites no componen $\frac{1}{650}$ de la masa del sol (1) (*); pues la densidad de los grandes planetas ⁶⁵⁰ Saturno y Júpiter es menos que la del sol, y sin embargo de ser la tierra cuatro veces mas densa que el sol, y la luna cerca de cinco, solo puede considerarse á los planetas como átomos en comparacion de la masa de aquel astro.

Convengo desde luego en que, á pesar de ser de tan poca consideracion $\frac{1}{650}$ de un todo, parece á primera vista que para separar esta parte del cuerpo del sol seria necesario un cometa muy poderoso. Pero si se reflexiona la prodigiosa velocidad de los cometas en su perihelio, la cual es tanto mayor quanto es mas recto su curso y mas se aproximan al sol; si á mas de esto se atiende á la densidad, fijeza y solidez de la materia de que deben estar compuestos para sufrir, sin ser destruidos, el calor incomprensible que experimentan cerca del sol; y si al mismo tiempo se hace memoria de que presentan á los ojos de los observadores un núcleo brillante y sólido que refleja en gran manera la luz del sol por entre la atmósfera inmensa del cometa, la cual envuelve y debe oscurecer dicho núcleo: apenas podrá dudarse que los cometas estén compuestos de una materia muy sólida y densa (c), conteniendo gran canti-

(*) Voz astronómica, por la cual se entiende el punto de mayor proximidad de los planetas al sol, ó sea aquel en que distan lo menos que pueden ser.

(1) Véase Newton, 3a., edic., pág. 525.

dad de ella en pequeño volúmen; y por consiguiente, que un cometa pueda tener bastante masa y velocidad para dislocar al sol y dar movimiento de proyeccion á una cantidad de materia tan considerable como lo es $\frac{1}{650}$ de la masa de aquel astro. Esto concuerda perfectamente con lo que sabemos acerca de la densidad de los planetas, la cual se cree ser tanto menor, quanto mas distantes están del sol, y menos calor tienen que resistir; de suerte, que Saturno es menos denso que Júpiter, y Júpiter mucho menos que la tierra y en efecto, si la densidad de los planetas fuese, como lo pretende Newton, proporcional al grado de calor que deben sufrir, Mercurio seria siete veces mas denso que la tierra, y veinte y ocho veces mas que el sol; y el cometa del año de 1680 seria 28.000 veces mas denso que la tierra, ó 112.000 mas denso que el sol; y suponiéndole de igual tamaño que la tierra, contendria en aquel volúmen una cantidad de materia casi igual á la nona parte de la masa del sol, ó bien no dándole sino la centésima parte del grandor de la tierra, todavía su masa seria igual á $\frac{1}{100}$ del sol: de donde fácilmente se deduce que una masa semejante, sin embargo de constituir solamente un cometa pequeño, pudiera separar y arrojar del sol $\frac{1}{100}$ ó $\frac{1}{650}$ de su masa, sobre todo si se atiende á la inmensa velocidad adquirida con que se mueven los cometas cuando pasan cerca de aquel astro.

No menos llama nuestra atencion otra nueva analogía, qual es la semejanza entre la densidad de la materia de los planetas y la densidad de la materia del sol. En la superficie de la tierra conocemos materias catorce ó quince mil veces mas densas unas que otras, cuya proporcion, poco mas ó menos, guardan las densidades del oro y el ayre; pero el interior de la tierra y el cuerpo de los planetas están compuestos de partes mas homogéneas, y cuya densidad comparada varia mucho menos, siendo tan conformes la densidad de la materia de los planetas y la densidad de la materia del sol, que en 650 partes que componen el total de la materia de aquellos, hay mas de 640 que casi tienen la misma densidad que la ma

(1) Véase Newton, pág. 405.

(*) Debe tenerse presente, tanto en este paraje como en todos los demas, que cuando Buffon compuso este discurso, en 1745, no conocian todavía los astrónomos los planetas telescópicos Herschel ó Urano, con sus seis satélites, Ceres, Pallas, Juno y Vesta que se han ido sucesivamente descubriendo, además de los dos nuevos satélites descubiertos por Herschel en Saturno.

El orden con que giran estos planetas alrededor del sol, y los demas que se distinguen con la simple vista, es el siguiente: Mercurio es el primero por su proximidad al astro solar; sigue Vénus, la Tierra con su luna, Marte, Vesta, Juno, Ceres, Pallas, Júpiter con sus cuatro lunas o satélites, Saturno con otras siete, y Urano con seis.

teria del sol, y no hay 10 partes en las 650 que sean mas densas; porque Saturno y Júpiter tienen con poca diferencia la misma densidad que el sol, y la cantidad de materia que contienen estos dos planetas es por lo menos 64 veces mayor que la que hay en los cuatro planetas inferiores Marte, la Tierra, Venus y Mercurio. Debe pues decirse que, generalmente hablando, la materia de que están compuestos los planetas es igual con poca diferencia á la del sol, y que por consiguiente puede muy bien haber sido segregada de él.

Opondrán algunos que si el cometa, cayendo oblicuamente en el sol, surgió la superficie de aquel astro y desprendió de ella la materia de que se han compuesto los planetas, parece que todos estos, en vez de describir círculos cuyo centro sea el sol, debieran por el contrario haber tocado en cada revolucion, aunque ligeramente, la superficie de aquel astro, y vueltose por fin al mismo punto de donde habian salido. Así lo realizaría todo proyectil que se arrojase con bastante fuerza de cualquier punto de la superficie de la tierra para obligarle á dar vueltas perpetuamente; por cuanto es fácil demostrar que este cuerpo volvería á cada revolucion al punto de donde habia sido arrojado. Bajo este supuesto, no puede atribuirse al impulso de un cometa la proyeccion de los planetas fuera del sol, puesto que su movimiento alrededor de aquel astro es diferente del que debia ser en esta hipótesis.

Respondo á tal objecion que la materia de que se componen los planetas no salió de aquel astro en globos ya formados, á los cuales hubiese el cometa comunicado su movimiento de proyeccion, sino en forma de un torrente en que el movimiento de las partes anteriores debió ser acelerado por el de las posteriores: que á mas de esto, la atraccion de las partes anteriores debió acelerar tambien el movimiento de las posteriores, y que esta aceleracion de movimiento, producida por la una ó la otra de dichas causas y acaso por ambas, pudo ser tal que mudase la primera direccion del movimiento impulsivo; pudiendo haber resultado de esto el movimiento que hoy observamos en los planetas, sobre todo si suponemos que el choque del cometa hizo mudar de sitio al sol. Supóngase, por ejemplo, que desde la cima de un monte se arrojase una bala de mosquete, y que la fuerza de la pólvora fuese suficiente para hacerla pasar el semidiámetro de la tierra: es constante que esta bala giraria alrededor del globo, y á cada revolucion volveria á pasar por el punto de donde habia sido tirada. Pero si en lugar de una bala de mosquete suponemos haberse tirado un cohete en que la accion del fuego fuese durable y acelerarse notablemente el movimiento de proyeccion, este cohete, ó por mejor decir, el cartucho que le contiene, no volveria como la bala de mosquete al mismo punto, sino que describiria un círculo, cuyo perigeo (*) distaria de la tierra segun que la fuerza de aceleracion hubiese sido mayor y alterado mas la primera

(*) Punto de la circunferencia del círculo que describe cualquiera planeta en su mayor proximidad á la tierra, ó en el cual llega á estar á la distancia mínima del centro de la misma.

direccion, suponiéndose por otra parte en igualdad de circunstancias. De este modo, con tal que se haya acelerado el movimiento de proyeccion comunicado al torrente de materia por la caida del cometa, es muy posible que los planetas que se formaron de aquel torrente adquiriesen el movimiento que les conocemos en círculos y elipses, cuyo centro ó foco es el sol.

Para tomar idea del rápido movimiento en el torrente de que hablamos, puede observarse el modo con que se efectuan las grandes erupciones de los volcanes. Es notorio que cuando el Vesubio empieza á bramar y arrojar las materias que le abrasan, el primer torbellino que vomita solo tiene cierto grado de velocidad, la cual se aumenta en breve por el impulso de un segundo torbellino que sigue al primero, despues por la accion de un tercero, y así sucesivamente: las olas pesadas de betun, azufre, cenizas y metal derretido parecen nubes macizas; y sin embargo de sucederse siempre casi en la misma direccion, no dejan de mudar considerablemente la del torbellino primero, y de empujarle y llevarle hácia otra parte á mayor distancia de la que hubiera alcanzado por si solo.

Dirémos además para satisfacer á esta objecion, que habiendo sufrido el sol la percusion del cometa y recibido parte de su movimiento impulsivo, experimentaria sin duda en si mismo un movimiento que le haria mudar de sitio; y que, aunque este movimiento solar sea actualmente casi imperceptible para que en pequeños intervalos de tiempo hayan podido los astrónomos observarle, con todo puede ser muy bien que subsista todavía, y que el sol se mueva lentamente hácia diferentes partes del universo, describiendo una curva alrededor del centro de gravedad de todo el sistema: y si esto sucede, conforme yo lo presumo, está claro que los planetas, en vez de volver cerca del sol á cada revolucion, deberán por el contrario haber descrito órbitas cuyos puntos de los perihelios estarán tanto mas distantes de este astro, cuanto el mismo diste mas del lugar que antes ocupaba.

Conozco se me podrá replicar que si la aceleracion del movimiento se verifica en la misma direccion, no se muda por esto el punto del perihelio, que estará siempre en la superficie del sol; pero yo entiendo que, lejos de creer que en un torrente cuyas partes se sucedieron no hubo mudanza alguna de direccion, es por lo contrario muy probable que la hubo grande y suficiente para dar á los planetas el movimiento que tienen.

Objetaráseme tambien que, si el sol mudó de sitio mediante la percusion del cometa, debió moverse uniformemente; y que en tal caso, siendo comun este movimiento á todo el sistema, no debió haber cambio alguno: pero ¿no pudo tener acaso el sol antes del choque cierto movimiento alrededor del centro de gravedad del sistema cometario, movimiento primitivo al cual pudo añadir el choque del cometa algun aumento ó disminucion? Esto bastaria tambien para dar razon del movimiento

actual de los planetas.

Pero aun cuando no se quiera admitir ninguno de estos supuestos, ¿no podemos presumir sin faltar á la verosimilitud, que en el choque del cometa contra el sol hubo una fuerza elástica que elevó el torrente sobre la superficie del sol, en vez de impelerle directamente, lo cual por sí solo era bastante para desviar el punto del perihelio, y dar á los planetas el movimiento que han conservado? Y no es inverosímil esta suposición, respecto á que la materia del sol puede muy bien ser muy elástica, pues por sus efectos parece serlo perfectamente la sola parte de aquella materia que conocemos, cual es la luz. Confieso que no puedo determinar por cual de las razones que dejo espuestas se ha mudado la direccion del primer movimiento impulsivo de los planetas, pero estas razones son á lo menos suficientes para manifestar que semejante mudanza es posible, y aun probable, lo cual basta tambien para mi objeto.

Dejando empero de fijarnos en las objeciones que pudieran hacerse, ó en las pruebas que ministran las analogías á favor de mi hipótesis si gamos su objeto y saquemos consecuencias. Veamos, pues, lo que pudo suceder cuando los planetas, y principalmente la tierra, recibieron el movimiento de proyeccion, y en que estado se hallaron despues de segregados de la masa del sol. Habiendo el cometa con un solo golpe comunicado un movimiento de proyeccion á esta cantidad de materia igual á $\frac{1}{656}$ del cuerpo del sol, las partículas menos densas se separarian de las mas densas, y formarian por medio de su atraccion reciproca globos de diferentes densidad. Saturno, compuesto de las partículas mas abultadas y ligeras, seria el que mas se apartase del sol. Júpiter despues, mas denso que Saturno, se alejaria menos y así sucesivamente; de suerte que los planetas mas corpulentos y menos densos son los mas distantes, porque recibieron un movimiento de proyeccion mas fuerte que los menos abultados y mas densos; pues comunicándose la fuerza de proyeccion por las superficies, el mismo impulso haria mover las partes mayores y mas ligeras de la materia del sol con mas velocidad que las mas pequeñas y sólidas; y por consiguiente, se haria una separacion de las partes cuya densidad era de diferentes grados, de modo que, siendo la densidad de la materia del sol igual á 100, la de Saturno es igual á 67, la de Júpiter á 94 y $\frac{1}{2}$, la de Marte á 200, la de la tierra á 400, la de Venus á 800, y la de Mercurio á 2.800. Pero como la fuerza de atraccion no se comunica por la superficie, como la de impulsión, sino que, al contrario, obra sobre todas las partes de la masa, debió por lo mismo haber retenido las porciones mas densas de la materia; y de ahí es que los planetas mas densos están mas cercanos al sol, y giran alrededor de este astro con mayor rapidez que los planetas menos densos, que son tambien los mas distantes.

Júpiter y Saturno, partes principales del sistema solar, han conservado esta relacion entre su densidad y su movimiento impulsivo, en proporcion tan exacta que debe admirarnos. La densidad de Saturno es á

la de Júpiter como $67 \frac{1}{2}$ á $94 \frac{1}{2}$; y sus velocidades son; con corta diferencia, como $88 \frac{1}{2}$ á $120 \frac{1}{2}$, ó como $67 \frac{1}{2}$ á $90 \frac{11}{16}$; y es cosa muy singular, que de meras conjeturas se puedan sacar analogías tan exactas. Es verdad que siguiendo esta relacion entre la velocidad y densidad de los planetas, la densidad de la tierra no debería ser sino como $206 \frac{7}{8}$ siendo así que es como 400 (d); de lo cual puede conjeturarse que nuestro globo fue á los principios una vez menos denso de lo que es ahora. En cuanto á los planetas Vénus, Marte y Mercurio, supuesto que su densidad solo se conoce por conjeturas, no podemos saber si destruiria ó confirmaria nuestra opinion en orden á la relacion que hay entre la velocidad y la densidad de los planetas en general. Newton cree que la densidad es tanto mayor cuanto lo es el calor á que está espuesto el planeta; y bajo este concepto hemos dicho que Marte es una vez menos denso que la tierra, Vénus una vez mas, Mercurio siete veces mas, y el cometa del año de 1680 veinte y ocho mil veces mas denso que la misma tierra: pero esta proporcion entre la densidad de los planetas y el calor que deben experimentar, no puede subsistir cuando se atiende á Saturno y Júpiter, que son los principales objetos que nunca debemos perder de vista en el sistema solar; porque siendo dicha proporcion entre la densidad y el calor, se halla que la densidad de Saturno seria casi como $4 \frac{7}{8}$, y la de Júpiter como $14 \frac{17}{22}$, en lugar de 67 y de $94 \frac{1}{2}$, diferencia demasiado grande para que pueda admitirse la proporcion entre la densidad y el calor que deben experimentar los planetas: por lo cual, no obstante el aprecio que merecen las conjeturas de Newton, creo que la densidad de los planetas tiene mas relacion con su velocidad que con el grado de calor que deben sufrir(e). Este no es mas que una causa final, y aquella una proporcion física, cuya exactitud es singular entre los dos grandes planetas: con todo, debemos confesar que la densidad de la tierra, en vez de ser $206 \frac{7}{8}$, se halla ser 400; y que, por consiguiente, es preciso que el globo terrestre se haya condensado en razon de $206 \frac{7}{8}$ á 400.

¿Y no hay alguna proporcion entre la condensacion ó coccion de los planetas y la cantidad del calor del sol en cada uno de ellos? Siendo esto así, Saturno, que está muy distante de aquel astro, habrá sufrido poca ó ninguna condensacion; Júpiter se habrá condensado de $90 \frac{11}{16}$ á $94 \frac{1}{2}$; y siendo el calor del sol en Júpiter al del mismo sol sobre la tierra como $14 \frac{17}{22}$ á 400, las condensaciones han debido hacerse en la misma proporcion; de suerte, que si Júpiter se condensó de $90 \frac{11}{16}$ á $94 \frac{1}{2}$, la tierra debiera haberse condensado en igual proporcion de $206 \frac{1}{2}$ á $215 \frac{990}{1451}$ si hubiese sido colocada en la órbita de Júpiter, donde no hubiera debido recibir del sol sino un calor igual al que recibe aquel planeta: pero, estándole la tierra mucho mas cercana á dicho astro, y recibiendo un calor cuya proporcion con el que recibe Júpiter es de 400 á $14 \frac{17}{22}$, es forzoso multiplicar la cantidad de la condensacion que hubiera tenido en la órbita de Júpiter por la proporcion de 400 á $14 \frac{17}{22}$, lo cual da cerca de $234 \frac{1}{2}$, por la cantidad de condensacion que debió experimentar la tierra.² Su densidad era $206 \frac{7}{8}$, y añadiendo á ella la cantidad de condensacion, resulta ser su densi³

dad actual $400 \frac{7}{8}$, lo cual se aproxima bastante á la densidad 400 determinada por la paralaje (*) de la luna. Por lo demás, no es mi intencion dar aquí proporciones exactas, sino solamente aproximaciones, para manifestar que las densidades de los planetas tienen mucha relacion con la velocidad de los mismos planetas en sus órbitas.

(*) Por paralaje entienden los astrónomos la diferencia que media entre el lugar verdadero de un astro, suponiéndose colocado el observador en el centro de la tierra, y el lugar aparente, ó en que parece presentarse, mirándole desde un punto cualquiera de la superficie de la superficie de la misma.

La Segunda Parte de este Trabajo aparecen en el próximo número.

* Artículo original publicado por la compaña A. Bergnes (Barcelona) en 1833.