

CAPÍTULO XXII

EL EQUILIBRIO

170. ¿Hacia qué fin tienden los cambios que hemos estudiado? ¿O se verificarán continua é indefinidamente? ¿Puede existir un proceso indefinido de lo menos á lo más heterogéneo? ¿O existe un grado que no puede exceder la integración de la materia y del movimiento? ¿Es posible que esa metamorfosis universal siga el mismo curso indefinidamente, ó tiende á producir un estado definitivo que no sea susceptible de nuevas modificaciones? Esta última conclusión es la que se deduce lógicamente de todo lo expuesto, como ahora vamos á ver.

En efecto, ya examinemos una operación concreta, ya consideremos la cuestión en abstracto, veremos que la evolución tiene un límite infranqueable; que las redistribuciones de materia, en todas las esferas de nuestro conocimiento, tienen un fin, determinado por la disipación del movimiento que las efectúa. La piedra que rueda comunica su movimiento á los objetos que choca, y acaba por pararse; los objetos que ha chocado y puesto en movimiento hacen lo mismo. Análogamente, el agua que obedeciendo á la gravedad, corre constantemente hacia las regiones más bajas, primero precipitada de las nubes, después resbalando sobre la tierra para formar los arroyos y ríos, se pára ante la resistencia que le opone el agua de los mares ó lagos. En ésta, se disipa también, comunicándose á la atmósfera y á los cuerpos de las orillas, el movimiento que producen los vientos ó la inmersión de los cuerpos sólidos, y que se propaga en ondas que van disminuyendo en altura, á medida que crecen en amplitud. La impulsión que los dedos comunican á la cuerda de un arpa, se esparce en todos sentidos, se debilita extendiéndose, y acaba por extinguirse, engen-

drando ondas caloríficas ú otras especies de movimientos. En el ascua que sacamos del fuego, como en la lava que arroja un volcán, vemos que la vibración molecular llamada calor, se disipa por radiación, y tal vez por contacto con los cuerpos vecinos, de modo que en definitiva, por grande que sea el calor inicial, se equilibrará, más ó menos pronto, con el de los cuerpos ambientes. Lo mismo sucede á todas las demás formas de fuerzas y de movimientos, pues como ya hemos visto en el capítulo de la multiplicación de efectos, los movimientos van siempre descomponiéndose en otros más y más divergentes. Así, la piedra que rueda impulsa en direcciones más ó menos divergentes de la suya á las piedras que choca, y éstas hacen lo mismo, á su vez, con las que encuentran en su camino. El movimiento del aire y del agua, sea cualquiera su forma primitiva, siempre se resuelve en movimientos radiantes. El calor producido por la presión en un sentido determinado se irradia ó esparce en ondulaciones en todos sentidos; lo mismo se engendran y propagan la luz y la electricidad; esto quiere decir que esos movimientos, como todos, se dividen y subdividen, reduciéndose en virtud de esa operación continuada indefinidamente á movimientos insensibles, pero sin anularse jamás.

Hallamos, pues, doquier, una tendencia al equilibrio. La coexistencia universal de fuerzas antagonistas que necesita la universalidad del ritmo, y la descomposición de toda fuerza en fuerzas divergentes, tienden á la par hacia un equilibrio completo y definitivo. Estando todo movimiento sometido á la resistencia, sufre continuamente sustracciones que terminan con la cesación del movimiento.

He aquí el principio en su más simple expresión: vamos ahora á examinarle en los complejos aspectos bajo los cuales se presenta en la naturaleza. En casi todos los casos el movimiento de una masa es compuesto, y efectuándose aisladamente el equilibrio de cada uno de sus componentes, no influye en el resto. La campana de un navío, que ha cesado de vibrar, está aún agitada por oscilaciones horizontales y verticales producidas por las aguas del mar. La superficie unida de un agua corriente, rizada un momento por las ondulaciones producidas por un pez, no por eso deja de correr tranquilamente hacia el mar, una vez terminadas dichas ondulaciones accidentales. La bala de cañón que se pára, sigue moviéndose con el movimiento de rotación de la tierra; aunque este movimiento cesara, la tierra seguiría moviéndose alrededor del sol y

relativamente á los demás cuerpos celestes. De modo que lo considerado como equilibrio es, en todos los casos, una desaparición de uno ó varios de los movimientos que un cuerpo posee, mientras que los otros continúan como antes. Para figurarse bien esa operación y comprender el estado de cosas hacia el que tiende, será conveniente citar un caso en que podamos ver más clara y completamente que en los ejemplos recién citados esa combinación de equilibrios y movimientos; y para eso será lo mejor, no un ejemplo raro y sorprendente, sino uno familiar, ó de todos conocido. Tomemos el de la peonza: ésta presenta, al ser soltada de la cuerda que se la arroja, tres movimientos: el de rotación, el de traslación sobre el terreno y el de cabeceo ó balanceo. Estos dos movimientos subordinados, que cambian sus relaciones mutuas y con el movimiento principal ó de rotación, son destruidos ó reducidos á equilibrio por distintas operaciones y causas.

El movimiento de traslación encuentra un poco de resistencia en el aire, y mucha en las irregularidades del terreno; así que es el primero que se acaba, y sólo quedan los otros dos. En seguida, y á consecuencia de la resistencia que el movimiento de un cuerpo en rotación presenta á todo cambio en el plano de rotación (como se ve claramente en el giróscopo), el cabeceo disminuye y cesa también á poco tiempo. Después que han cesado esos dos movimientos, y no teniendo ya que vencer el rotatorio más que la resistencia del aire y el frote de la punta, continúa algún tiempo con tal uniformidad que parece estacionario, especie de *equilibrio movable*, como se dice generalmente. Es verdad que cuando la velocidad de la rotación decrece lo bastante, aparecen nuevos movimientos que crecen hasta que la peonza cae; pero esos movimientos no se presentan sino en el caso de que el centro de gravedad esté situado sobre el punto de apoyo. Si la peonza tuviese la punta de acero y girase suspendida de una superficie suficientemente imantada, el fenómeno se verificaría como lo exige la teoría, y una vez establecido, el equilibrio movable continuaría hasta que la peonza se parase, sin cambiar de posición.

Resumamos ahora los hechos que ese ejemplo patentiza. En primer lugar, los diversos movimientos que una masa posee, se equilibran separadamente; los movimientos más débiles ó los que encuentran mayor resistencia, ó antes aún los que reúnen esas dos condiciones, se paran los primeros y quedan solamente los que tienen los opuestos caracteres. En segundo lugar, cuando las

varias partes de la masa se hallan animadas de movimientos relativos ó de unas respecto á otras, que no encuentran sino débiles resistencias exteriores, aquélla es susceptible de permanecer más ó menos tiempo en *equilibrio móvil*. En tercer lugar, ese equilibrio movable acaba finalmente en un equilibrio completo.

No es fácil abrazar completamente la operación del establecimiento del equilibrio, puesto que sus diversas fases se presentan simultáneamente. Lo que se puede hacer es descomponerla, para mayor facilidad, en cuatro órdenes diferentes de hechos, y estudiarlos aparte. El primer orden comprende fenómenos relativamente simples, como los de los proyectiles, cuyo movimiento no dura lo bastante para manifestar su ritmo, sino que dividido y subdividido rápidamente en movimientos comunicados á otras partes de materia, se disipa en el ritmo de las ondulaciones etéreas. En el segundo orden, se encuentra las diversas especies de vibraciones y de oscilaciones, que se puede hacer constar; en ellas se gasta el movimiento, produciendo una tensión que, equilibrada por él, produce en seguida un movimiento en sentido inverso, el cual es á su vez destruído, produciéndose un ritmo visible, que luego se disipa en ritmos invisibles. El tercer orden de equilibrio, del cual no hemos hablado aún, se manifiesta en los cuerpos que gastan tanto movimiento como reciben: tales son las máquinas de vapor, sobre todo las que alimentan ellas mismas sus calderas y hornos: en ellas la fuerza que se gasta en vencer las resistencias del mecanismo puesto en juego, se repara á cada momento, á expensas del combustible, y se mantiene el equilibrio entre esas dos fuerzas, elevando ó bajando el gasto de combustible, según la cantidad de fuerza que se necesita y consume. Cada aumento, cada disminución de la cantidad de vapor, implica un aumento ó una disminución del movimiento de la máquina, capaz de equilibrarse con las variaciones análogas de la resistencia. Este equilibrio, que podríamos llamar equilibrio movable *dependiente*, debe ser especialmente notado, puesto que es uno de los que se encuentran comunmente en las diversas fases de la evolución. Podemos aun admitir un cuarto orden de equilibrio; el equilibrio independiente, ó equilibrio móvil perfecto, del cual vemos un ejemplo en los movimientos rítmicos del sistema solar, que, no encontrando otra resistencia que la de un medio, cuya densidad es inapreciable, no experimentan disminución sensible en los períodos de tiempo que podemos medir.

Sin embargo, todas esas especies de equilibrio pueden ser consideradas como diferentes modos de una sola especie, mirando la cuestión bajo un punto de vista más elevado.

En efecto, en todos los casos, el equilibrio que se establece es relativo, no absoluto; es un movimiento que cesa, de algunos puntos ó cuerpos con respecto á otros, lo cual no implica la desaparición del movimiento relativo perdido, que no hace sino transformarse en otros movimientos, ni una disminución de los movimientos con respecto á otros puntos. Este modo de comprender el equilibrio incluye evidentemente al equilibrio móvil que, á primera vista, parece de otra naturaleza.

En efecto, todo sistema de cuerpos, que presenta como el sistema solar, una combinación de ritmos mutuamente equilibrados, posee la propiedad de no variar su centro de gravedad, sean cualesquiera los movimientos relativos de los elementos del sistema; porque á todo movimiento de uno de los elementos en cualquier dirección, corresponde instantáneamente otro equivalente en dirección opuesta; de modo que la masa entera del sistema permanece en un reposo relativo.

Resulta, pues, que el equilibrio móvil es la supresión de algún movimiento que una masa móvil ejecutaba respecto á los efectos exteriores, y la continuación de los movimientos que las diversas partes de dicha masa verifican unos respecto á otros. Así, en general, es evidente que todas las formas de equilibrio son intrínsecamente las mismas, puesto que, en todo agregado, solamente el centro de gravedad es el que pierde el movimiento; los elementos conservan siempre algún movimiento, unos respecto á otros; tal es el movimiento molecular que constituye el calor, la luz, etc. Todo equilibrio, aun de los considerados comunmente como absolutos, no es sino un equilibrio móvil, puesto que si la masa total no se mueve, siempre hay movimientos relativos entre sus elementos. Inversamente, todo equilibrio móvil puede ser considerado como absoluto, bajo cierto punto de vista, porque los movimientos relativos de las partes van acompañados de la inmovilidad del todo.

Aún tenemos algo que añadir á estos ya extensos preliminares. De lo expuesto podemos deducir, desde luego, dos principios cardinales: el uno relativo al último, ó más bien, al penúltimo estado de movimiento, que tiende á producir la operación que vamos estudiando, y el otro relativo á la distribución concomitante de

materia. Ese penúltimo estado de movimiento es el equilibrio móvil, el cual, como ya sabemos, tiende á producirse en toda masa animada de movimientos compuestos y servir de estado transitorio para el equilibrio completo. En toda evolución vemos constantemente la tendencia á producirse y conservarse ese equilibrio móvil. Así como en el sistema solar se establece un equilibrio móvil independiente, y tal que los movimientos relativos de las partes constituyentes del sistema están continuamente equilibrados por movimientos opuestos, y que el estado medio de la masa total no varía; así vemos establecerse relaciones análogas, aunque menos distintas quizá, en todas las formas de equilibrio movable dependiente. El estado de cosas, de que hay ejemplos en los ciclos de cambios terrestres, en las funciones de los seres orgánicos adultos, en las acciones y reacciones de las sociedades ya civilizadas, es un estado que tiene también por principal carácter la compensación de unos y otros movimientos oscilatorios. La combinación compleja de ritmos que se nota en cada una de las acciones y reacciones sociales, tiene un estado medio que permanece constante bajo el punto de vista práctico, durante las desviaciones en uno ú otro sentido.

El hecho que debemos principalmente observar es que, como consecuencia de la ley de equilibrio ya enunciada, toda evolución debe progresar hasta que se establezca el equilibrio móvil; puesto que, como ya hemos visto, el exceso de fuerza que una masa posee, en una dirección, debe gastarse en vencer las resistencias que existan en esa dirección, no quedando en definitiva sino los movimientos que se compensan mutuamente, ó que constituyen un equilibrio móvil. En cuanto á la estructura que la masa adquiere al mismo tiempo, se necesita evidentemente que presente una combinación de fuerzas que equilibre á todas las demás que soliciten á la masa total. Mientras haya un exceso de fuerza en cualquier sentido, no puede existir equilibrio, y por tanto, debe continuar la redistribución de materia. Resulta, pues, que el límite de la heterogeneidad hacia el cual progresa toda masa en evolución, es la formación de tantas partes especiales y combinaciones de ellas, como fuerzas especiales y combinadas hay que equilibrar.

171. Las formas sucesivamente modificadas, que según la hipótesis nebular deben haberse originado durante la evolución del sistema solar, son otras tantas especies transitorias de equilibrio

movible, etapas del proceso que conduce al equilibrio completo. Así, cuando la materia nebulosa que se condensa, toma la forma de un esferoide aplanado, entra en un equilibrio movable transitorio y parcial, pero que debe asegurarse cada vez más, á medida que se disipan los movimientos locales antagonistas. La formación y el desprendimiento de anillos nebulosos que, según la hipótesis, sobrevienen de vez en cuando, nos presentan casos del establecimiento del equilibrio progresivo que termina en un equilibrio móvil completo.

En efecto, la génesis de esos anillos implica una compensación perfecta entre la fuerza atractiva que el esferoide entero ejerce sobre su parte ecuatorial y la fuerza centrífuga que dicha parte ecuatorial ha adquirido durante la concentración de toda la masa; mientras que esas dos fuerzas no sean iguales, siendo naturalmente mayor la atractiva, la parte ecuatorial sigue el movimiento general de concentración de la masa; pero así que se equilibran la porción ecuatorial no sigue á la restante masa, y quedando retrasada, se separa. Sin embargo, cuando el anillo que resulta de ese equilibrio, considerado como un todo relacionado por medio de ciertas fuerzas con otros todos exteriores, ha alcanzado un equilibrio móvil, sus partes no están en equilibrio unas respecto á otras. Así, pues, como ya hemos visto (150), las probabilidades contra la persistencia de un anillo formado de materia nebulosa son inmensas; pues de la inestabilidad de lo homogéneo se deduce que la materia nebulosa de un anillo debe romperse en varios fragmentos é integrarse en seguida en una sola masa. Eso quiere decir que el anillo debe progresar hacia un equilibrio móvil más completo, durante la disipación del movimiento que daba á sus partes la forma difusa, dando por resultado un planeta, acompañado quizá de un grupo de cuerpos más pequeños, cada uno de los cuales tiene movimientos relativos, á los que no se opone la resistencia de los medios sensibles, constituyéndose así un equilibrio movable casi perfecto (1).

(1) Sir David Brewster acaba de hacer conocer, aprobándolo, un cálculo de Mr. Babinet, que tiende á probar que en la hipótesis nebular, cuando la materia del Sol llegara á la órbita terrestre, debía tardar 3131 años en su rotación, y que por consecuencia la hipótesis no es verdad. Ese cálculo de Babinet puede equipararse con otro de Mr. Comte, quien, por el contrario, encontró acordes el tiempo de dicha rotación y el de la actual revolución de la Tierra alrededor del Sol; pues si este cálculo im-

Dejando á un lado la hipótesis, el principio del equilibrio se manifiesta perpetuamente en los cambios de menor importancia que presenta el sistema solar: cada planeta, cada satélite, cada cometa, nos muestra, en su afelio, un equilibrio momentáneo entre la fuerza que le aleja de su centro de gravitación y la que retarda su alejamiento, puesto que ese alejamiento dura en tanto que no se equilibran esas dos fuerzas. Análogamente, en el perihelio se establece también un equilibrio momentáneo en el tránsito inverso. La variación de las dimensiones de la excentricidad y de la posición del plano de cada órbita, tiene también dos límites determinados por los casos en que las fuerzas que producen cada uno de esos cambios en una dirección, son equilibradas por las que actúan en sentido contrario. Al mismo tiempo, cada una de esas perturbaciones simples, lo mismo que cada una de las complejas que resultan de su combinación, presenta además del equilibrio temporal de sus puntos extremos, un equilibrio general de desviaciones mutuamente compensadas, de un estado medio. El equilibrio móvil que de ahí resulta, tiende, en el curso indefinido del tiempo, á ser un equilibrio completo, á consecuencia del decrecimiento gradual de los movimientos planetarios y de la integración definitiva de todas las masas separadas que constituyen el sistema solar.

Tal es lo que surgieren los retardos de algunos cometas y lo que juzgan muy probable grandes autoridades. Desde el momento en que se admite que el retardo apreciable del período del cometa de Encke implica una pérdida de movimiento causada por la resistencia del medio etéreo, se supone que esa resistencia debe causar también á los planetas una pérdida de movimiento que, aun cuando infinitesimal en los períodos que hasta ahora podemos medir, si continúa indefinidamente, pondrá fin á sus movimientos. Aun cuando hubiera, como supone Sir John Herschell, una rotación del medio etéreo en la misma dirección que los planetas, dicha cesación de movimiento no podría ser del todo impedida. Sin

plica una petición de principio, el de Babinet se funda en dos hipótesis gratuitas, y una de ellas hasta incompatible con la doctrina que se trata de comprobar; pues habiendo partido de la supuesta densidad interna del Sol, que no es bien conocida, y de la hipótesis de que todas las partes de la nebulosa solar tenían la misma velocidad angular, lo cual es incompatible con el desprendimiento sucesivo de anillos ó partes de la masa total, claro es que pecan por su base los razonamientos y cálculos de dicho sabio. (*N. del A.*)

embargo, esa eventualidad está aún tan lejana de nuestros tiempos, que sólo nos ofrece un interés especulativo: el hacer comprender mejor esa tendencia permanente hacia un equilibrio completo, que se manifiesta por una disipación de movimiento sensible ó por su transformación en movimiento insensible ó molecular.

Pero hay otra especie de equilibrio en el sistema solar, el cual nos interesa más, á saber: el equilibrio del movimiento molecular llamado calor. Hasta ahora se ha admitido implícitamente que el Sol puede continuar suministrándonos durante un tiempo indefinido la misma cantidad de luz y de calor que actualmente; pero, indudablemente, eso es imposible, puesto que implica una fuerza nacida de la nada, y no vale más, en realidad, esa hipótesis que las de los ilusos que creen descubrir el movimiento continuo. Otra idea domina ya; se conoce que la fuerza es persistente, y en consecuencia, toda fuerza que se nos revela bajo una forma debe haber existido antes bajo otra forma; y esa noción nos induce á pensar que la fuerza manifestada en los rayos solares no es sino una transformación de alguna otra fuerza, existente en el Sol, y por consecuencia de la disipación gradual de dichos rayos en el espacio, dicha fuerza acabará por agotarse. La fuerza agregativa solar, en virtud de la cual la materia de dicho astro se concentra alrededor de su centro de gravedad, es la única que las leyes de la Física nos autorizan á relacionar con las que emanan de dicho astro; y por lo tanto, el único origen cognoscible que se puede racionalmente atribuir á los movimientos insensibles que constituyen la luz y el calor solares, es el movimiento sensible que desaparece durante la concentración progresiva de la sustancia ó materia del Sol. Ya hemos visto que esa concentración progresiva era un corolorio de la hipótesis nebular; y ahora debemos añadir otro, á saber: que así como en los miembros más pequeños del sistema solar, el calor engendrado por la concentración se ha disipado, en gran parte, y desde hace mucho tiempo, por la radiación en el espacio, dejando un residuo central que se sigue disipando, pero con grandísima lentitud, así también en la masa inmensamente mayor del Sol, la cantidad inmensamente mayor de calor engendrado, y que está aún difundiéndose, debe, á medida que la concentración tiende á su fin, disminuir y no dejar sino un residuo insignificante. Ya se admita, ya se rechace la hipótesis de la condensación de la materia nebulosa de que procede el Sol, la idea

de que éste pierde gradualmente su calor está hoy muy acreditada.

Se ha calculado la cantidad de luz y de calor ya radiada, la que resta aún por radiar y el período probable durante el cual esa radiación continuará. Helmholtz calcula que desde que, según la hipótesis nebular, la materia de nuestro sistema se extendía hasta la órbita de Neptuno, se ha desarrollado y difundido una cantidad de calor 454 veces mayor que la que aún queda; y que una disminución de 0,0001 en el diámetro solar producirá, partiendo del estado actual, calor para más de dos mil años; ó en otros términos, que basta la disminución de media diezmilésima en el diámetro solar para producir la cantidad de calor que ese astro difunde actualmente en un año; ó que se necesita un millón de años para que el diámetro solar se reduzca á $\frac{1}{20}$ del actual (1). Naturalmente, no debe mirarse esas conclusiones sino como aproximadas, pues hasta hace poco hemos ignorado completamente la constitución física del Sol, y aun ahora sólo tenemos de ella un conocimiento superficial; nada sabemos de su estructura interna, y es posible y aun probable, que las hipótesis sobre la densidad del núcleo sean falsas. Pero todas las incertidumbres, todos los errores que sirvan de base á esos cálculos no impiden el poder afirmar apodícticamente que las fuerzas solares se gastan, y por tanto, deben agotarse al fin de un tiempo más ó menos largo. El residuo de movimiento aún no gastado, que conserva el Sol actualmente, puede ser, quizá, mayor que lo que supone el cálculo de Helmholtz; la radiación futura irá muy probablemente decreciendo gradual y lentamente y no continuará uniforme como supone dicho sabio; y la época en que el Sol cesará de radiarnos calor y luz suficientes para la vida orgánica estará tal vez más lejana que lo que se deduce de los cálculos citados; pero esa época llegará, infaliblemente, y eso basta para nuestro objeto.

Así, pues, mientras que el sistema solar, si efectivamente procede de la evolución de la materia cósmica difusa, es un ejemplo de la ley del equilibrio, puesto que presenta ó constituye un equilibrio móvil completo; y mientras que, constituido como lo está actualmente, nos ofrece un ejemplo de esta misma ley, por la compensación de todos sus movimientos, es también otro

(1) Véase el artículo «On the Inter-Action of Natural Forces», *Philosophical Magazine*, suplemento al tomo XI, 4.ª serie, traducido del texto alemán de Helmholtz, por Mr. Tyndall.

ejemplo por las operaciones que continúan efectuándose, según los astrónomos y los físicos. El movimiento de masas, producido durante la evolución, está en vía de refundirse en movimiento molecular del medio etéreo, tanto por la integración progresiva de la materia de cada masa, como por la resistencia á su movimiento á través de dicho medio. El momento en que todos los movimientos totales ó de masas se transformen en movimientos moleculares, puede estar, quizá, infinitamente lejano; pero es indudable que hacia él tienden ineludiblemente todos los fenómenos actuales del sistema solar, hacia una integración completa y un equilibrio móvil perfecto.

172. La forma esférica es la única que puede equilibrar á las fuerzas de gravitación de los átomos. Si la masa formada por ellos tiene un movimiento de rotación, la forma de equilibrio es un esferoide más ó menos aplanado, según la velocidad de la rotación; y está probado que la Tierra es un esferoide cuyo aplanamiento es justamente el necesario y suficiente para equilibrar á la fuerza centrífuga que resulta de la velocidad del movimiento diurno ó de rotación. Esto es decir que, durante la evolución terrestre, se han equilibrado perfectamente las fuerzas que actúan sobre su contorno ó superficie. La única operación nueva de equilibrio que la Tierra puede aún presentar es la pérdida de su movimiento de rotación, pero nada indica que éste esté en vía de cesar próxima ni remotamente. Sin embargo, Helmholtz sostiene que el frotamiento de las mareas con el fondo sumergido, debe disminuir lentamente el movimiento de rotación terrestre y acabar por destruirle. Sin duda, parece haber un error en esa afirmación, puesto que el límite del decrecimiento de la velocidad de rotación terrestre, debe ser el alargamiento del día hasta durar una lunación; pero es indudable que dicha causa retarda la rotación de nuestro globo, y es, por consiguiente, un nuevo ejemplo del progreso universal hacia el equilibrio.

Es inútil entrar en más detalles para mostrar cómo esos movimientos que los rayos del Sol engendran en el aire y en el agua, y en la sustancia sólida del globo (1), después de haber atravesado

(1) Consultando los *Outlines of Astronomy* de sir John Herschel para otra cuestión, hemos visto que ya en 1833 el eminente astrónomo había emitido la idea de que «los rayos del Sol son el origen primario de casi todos los movimientos que se verifican en la superficie terres-

do el aire y el agua, verifican todos, á la vez, el mismo principio. Evidentemente los vientos, las olas, las corrientes, y los desgastes que efectúan, manifiestan continuamente en una gran escala y de infinitos modos, esa disipación de movimientos de que hemos hablado en la primera sección; y la tendencia hacia una distribución equilibrada de las fuerzas, como corolario de dicha disipación. Cada uno de los movimientos sensibles producidos directa ó indirectamente por la integración de los movimientos insensibles comunicados por el Sol, se divide y se subdivide en movimientos cada vez menos sensibles, hasta convertirse otra vez en movimientos insensibles radiados por la Tierra bajo la forma de vibraciones caloríficas. En su totalidad; los movimientos complejos de las sustancias sólidas, líquidas y gaseosas de la corteza terráquea constituyen un equilibrio móvil dependiente, en el cual, como ya hemos visto, se puede descubrir una combinación compleja de ritmos. El agua, en la incesante circulación que la arrastra del Oceano hacia los continentes y de éstos hacia el Oceano, nos presenta un tipo de esas acciones compensatrices, que en medio de todas las irregularidades producidas por sus mutuas intervenciones, conservan un estado medio. Aquí, como en los otros casos de equilibrio de tercer orden, vemos á la fuerza disiparse continuamente y renovarse también continuamente con otras exteriores, siendo constantemente compensadas la alta y la baja en el gasto, por el alta y la baja en la renovación, como atestiguan, por ejemplo, la correspondencia entre las variaciones magnéticas y las manchas solares. Pero el hecho que nos importa más considerar es que esa operación tiende á establecer el reposo completo.

Los movimientos mecánicos, meteorológicos y geológicos que están continuamente tendiendo al equilibrio, tanto temporalmente por medio de movimientos contrarios, como de un modo permanente, por la disipación de unos y otros, disminuirán lentamente á medida que disminuya la cantidad de fuerza recibida del Sol. Es indudable: á medida que los movimientos insensibles propagados hasta nosotros, por el centro de nuestro sistema, se hagan más débiles, decrecerán también los movimientos sensibles que producen, y en la época lejana en que por el calor solar sea in-

tre.» Y en seguida refiere expresamente á ese origen las acciones geológicas, meteorológicas y vitales, y aun las de combustión. Es, pues, injusto atribuir á Stephenson la originalidad de esta última idea.

apreciable, no habrá redistribución de materia en la superficie terráquea.

Mirados desde un punto de vista más elevado, los fenómenos terrestres aparecen como detalles del establecimiento del equilibrio cósmico. Hemos ya demostrado (69) que entre las alteraciones incesantes que sufre la corteza del globo y la atmósfera, las que no son debidas al movimiento de concentración de la sustancia terrestre, hacia su centro de gravedad, son debidas al movimiento análogo de la sustancia solar, hacia su centro de gravedad. Observemos que el continuar la integración de la Tierra y el Sol es continuar la transformación del movimiento sensible en movimiento insensible que ya hemos visto tender al equilibrio; y que el punto extremo de la integración es un estado en que no queda movimiento sensible transformable en movimiento insensible, es decir, un estado en que las fuerzas integrantes y las fuerzas desintegrantes sean iguales.

173. Todo cuerpo vivo nos presenta bajo una cuádruple forma la operación que estudiamos: á cada momento, en el juego de las fuerzas mecánicas; diariamente, en el de las funciones orgánicas; annalmente, en los cambios de estado que compensan los cambios de condiciones climatológicas; y finalmente, en la cesación completa del movimiento vital, ó en la muerte. Examinemos los hechos bajo esos cuatro puntos de vista.

El movimiento sensible que constituye toda acción orgánica visible se anula más ó menos rápidamente, por una fuerza opuesta, procedente del interior ó del exterior del organismo. Así, por ejemplo, cuando se levanta un brazo, el movimiento que se le comunica tiene por antagonistas la gravedad ó peso del brazo y quizá otro peso sostenido por él, y las resistencias internas resultantes de la estructura; y el movimiento termina cuando el brazo llega á una posición en que todas esas fuerzas se equilibran. Los límites de cada sístole y de cada diástole cardíacas son otro ejemplo de un equilibrio instantáneo entre los esfuerzos musculares antagonistas ó que producen movimientos opuestos; y cada oleada de sangre debe ser seguida de otras, porque si nó la rápida disipación de su movimiento produciría bien pronto el equilibrio de toda la masa sanguínea.

Así también en las acciones y reacciones que se operan entre los órganos internos, y en el juego mecánico del cuerpo entero, se establece á cada momento un equilibrio progresivo de los mo-