

juvenecimiento artificial. Se produce algunas veces en la naturaleza, y se dice entonces que hay partenogenesis (alumbramiento de las vírgenes). ¿Quién sabe si llegará un día á proporcionar, por un procedimiento análogo, una nueva tensión á los músculos fatigados de los viejos? Se habrá también curado la vejez individual, á menos que no se haga sólo nacer un cáncer mortal.

El rejuvenecimiento actualmente conocido no es personal, es específico; hace suceder un ser nuevo á un ser envejecido. No ha efectuado el milagro, contrario al principio de Carnot, de la fuente de Juturna. El nuevo ser que proviene de un huevo fecundado se encuentra provisto de resortes en tensión, pronto á cumplir una nueva serie de asimilaciones con debilitación progresiva, hasta que llegue la debilidad de la vejez y la muerte, á menos que un nuevo rejuvenecimiento ponga en nueva tensión los resortes de la vida.

LIBRO III

EL EQUILIBRIO

CAPÍTULO IX

LA EXISTENCIA DE LOS CUERPOS

§ 37.—DEFINICIONES.

En el capítulo de la conservación de la energía hubimos de consignar que ese principio, comprobándose en un sistema de cuerpos que llevaba su propio impulso progresivo en él, entrañaba la existencia de *relaciones* entre las diversas partes del sistema. En nuestro mundo, que nos parece sometido al determinismo más riguroso, hay también relaciones. La suerte de una de sus partes no es independiente de la suerte de las demás; así, no puedo menos de pensar que cuando salto, por ejemplo, el centro de la Tierra se mueve en un sentido inverso una distancia correspondiente.

La ley no es verdadera sólo para los desplazamientos que se efectúan en la escala de los movimientos mecánicos; aplícase también á todos los cambios que ocurren en todas las escalas y que nuestro conocimiento humano localiza, por nuestros órganos de los sentidos, en los cantones sonoros, térmicos, etc. Siempre que un cambio ocurre en cualquier parte, aparejando un gasto ó una producción de energía, bajo una forma cualquiera, es preciso también que en otra parte se produzca un cambio inverso anulando al primero.

Rigurosamente, es posible que todo cambio, por pequeñísimo que sea, interese á todo el sistema solar. Prácticamente se saben localizar, en un restringido conjunto de cuerpos vecinos del fenómeno producido, las compensaciones exigidas por la conservación de la energía. En ese conjunto, separado provisionalmente del resto del mundo, dícese, desde el punto de vista observado, que hay compensación ó *equilibrio*. Los cuerpos componentes de ese conjunto están en *equilibrio* desde el punto de vista de la especie del cambio considerado, es decir, que si un cambio de esa especie, por mínimo que sea, se produce en un cuerpo del sistema, los demás sufren inmediatamente el contragolpe.

La palabra equilibrio está tomada de una comparación con la balanza; todo movimiento,

por pequeño que sea, de la extremidad de uno de los brazos apareja un movimiento correspondiente en los dos platillos. La adición de un peso en uno de ellos exige, para que la balanza permanezca horizontal, la adición en el otro de un peso que *equilibre* al primero. La significación de la palabra equilibrio, á que lleva el principio de la conservación de la energía, es, como se ve, más general que el fenómeno que le ha dado su nombre.

Ordinariamente se confunden en el lenguaje corriente las palabras equilibrio y reposo. Ambos términos tienen, sin embargo, significaciones completamente diferentes. Hay equilibrio entre los cuerpos en movimiento cuando un cambio en el movimiento de uno apareja un cambio compensador en el movimiento del otro. Dos cuerpos, además, pueden estar en reposo (1) uno cerca de otro, sin estar en equilibrio (2) entre sí. Por ejemplo, dos piedras del arroyo; ambas están en reposo, por lo menos mecánicamente, y puedo levantar una de ellas sin mover la otra; no están, pues, en equilibrio

(1) Entiéndase que hablo aquí únicamente del reposo en la escala de los movimientos mecánicos, la única que nuestros ojos nos dan á conocer.

(2) La palabra equilibrio da lugar á confusiones á causa de su empleo en el lenguaje corriente con diferente acepción. Quizá convendría crear una palabra nueva para el lenguaje científico.

entre sí, pero cada una lo está con la Tierra que las soporta. Por lo contrario, un timbre eléctrico de circuito abierto; un observador superficial creerá que este conjunto está en reposo, ó para decirlo mejor, en estado de indiferencia. En realidad hay equilibrio entre las diferentes partes de ese sistema, y así cambio ese equilibrio al apoyarme en el botón; si aprieto bastante para que el circuito se cierre, el timbre lejano se pone en movimiento, y eso prueba que había equilibrio y no indiferencia. El movimiento que he ejecutado al apretar el botón ha empleado la cantidad de energía necesitada por el principio de Carnot para efectuar un fenómeno anteriormente suspendido.

Este ejemplo del timbre eléctrico es particularmente sorprendente porque pone ante nuestra vista una de las particularidades que nos impiden creer en la generalidad de los fenómenos de equilibrio. Los hilos de cobre del timbre son en efecto, cuerpos sólidos, y los cuerpos sólidos nos dan la ilusión de objetos *existentes por sí mismos*, independientemente de las condiciones del medio. No nos sorprendería menos si apretásemos el botón de un timbre de aire comprimido. Sabemos, en efecto, que el gas contenido en un recipiente está en equilibrio con el mismo recipiente, es decir, que toda variación en la configuración del recipiente apareja una

variación en el estado del gas. Una masa de gas no existe para nosotros, hombres, *en cuanto cuerpo definido*, si está encerrada en un recipiente con el que está en equilibrio. Si alteramos el equilibrio apoyándonos sobre un pistón, no nos sorprendemos de que una variación de presión se transmita por el tubo hasta el timbre de aire. Por lo contrario, el hilo de cobre parécenos un cuerpo definido, porque en las condiciones ordinarias en que vivimos, nos parece *transportable* con *todas* sus propiedades. No es así en realidad. Su estado eléctrico está en equilibrio sin cesar, con el campo eléctrico en que se encuentra; pero el estado eléctrico de un hilo lo modifica el hilo á nuestros ojos, á menos sin embargo, que el hilo se halle atravesado por una corriente potísima para fundirle (1). Salvo este caso, los cambios resultados de las variaciones eléctricas no son visibles para nosotros; tienen otra escala. Por eso es por lo que creemos al hilo en reposo.

§ 38.—CUERPOS DEFINIDOS Y TRANSPORTABILIDAD

Las consecuencias filosóficas de la noción de equilibrio son importantísimas. Desde el momento en que un *cuerpo* forma parte de un sis-

(1) O al menos para hacerle luminoso.

tema de equilibrio, NO EXISTE POR SÍ MISMO; al menos por aquellas propiedades suyas respecto á las que está en equilibrio con los demás cuerpos del sistema; *no existe sino por esos otros cuerpos*, puesto que la menor variación en las propiedades de ellos apareja una variación correspondiente en sus propiedades personales. No puede definirse por completo sino cuando se conoce el estado de todo el sistema.

La noción de *cuerpo* definido nos ha venido ciertamente de la observación de los cuerpos sólidos y de los cuerpos vivos. Pero ni las unas ni las otras pueden definirse enteramente si no se conocen las condiciones realizadas en torno de ellos y el sistema total con el que están en equilibrio.

Eso hace desaparecer, rigurosamente, la noción de *cuerpo*, tal como se admite en el lenguaje corriente. No hay cuerpo aislado; no hay cuerpo existente por sí mismo; no hay individualidad en el mundo.

La rigidez absoluta del cuerpo sólido teórico es contraria á las cosas posibles. Un cuerpo que fuera verdaderamente rígido *en todas las escalas*, sería inaccesible á las variaciones del ambiente. Tal cuerpo no existe. Los cuerpos más sólidos, en cuanto á las deformaciones que sufren en la escala de los movimientos visibles, permanecen susceptibles de cambiar de tempe-

ratura, de estado eléctrico y hasta de fundirse en ciertas condiciones.

En cuanto á los cuerpos vivos, sus relaciones con los fenómenos ambientes son claras. La conservación del carácter llamado *vida*, que les distingue de los cuerpos brutos, es el resultado de una *lucha* incesante contra los elementos vecinos. He consagrado un volumen de esta colección (1) al estudio de esa lucha incesante. La palabra *lucha* es sinónima de equilibrio; da una idea, está tomada de los cuerpos vivos que nos son más familiares, y por eso he creído ventajoso reemplazar la palabra sabia «equilibrio» con la expresión más viva de «lucha universal».

La noción de cuerpo, indispensable al lenguaje corriente, debe desaparecer del lenguaje científico. Tal noción, tomada de los cuerpos sólidos, considerados equivocadamente como inmóviles en todas las escalas, es engañosa. No podrá así definirse un cuerpo sino por la limitación convencional de un espacio en un lugar donde reine un equilibrio; pero habrá de entenderse que lo que está en lo interior de la superficie limitante no se encuentra desprovisto de relación con lo que es exterior á la misma superficie.

(1) *La lucha universal.*

La existencia absoluta de una piedra no tiene más realidad que la de un ciclón que, partiendo de América con ciertos caracteres, se encuentra en nuestras costas europeas con caracteres análogos, que ha *transportado* con él á través de los azares del Océano. La piedra y el ciclón no son sino partes de un equilibrio.

Lo que da más consistencia, en el lenguaje ordinario, á un cuerpo definido, es su *transportabilidad*. Esa transportabilidad, acabamos de verlo, jamás es absoluta, lo mismo se trate de una moneda de oro que de un diamante. Si se prescinde en el conjunto *A* de todo lo que hay en el cuerpo considerado, los fenómenos que ocurran en el curso de su viaje no se definirán por *A* solamente, sino por el conjunto, *considerando en todo instante* que *A* y otro factor *B* representan las condiciones ambientes. De donde la fórmula simbólica ($A \times B$) que he propuesto antes para representar las actividades sucesivas de los seres vivos y que se aplica también á un meteoro como á un ciclón, y á un remolino de agua como á un cuerpo sólido. Esta fórmula simbólica impedirá olvidar que todo en el mundo es un fenómeno de equilibrio.

§ 39.—LOS GRADOS DE TRANSPORTABILIDAD.

Si no hay cuerpo absolutamente definido, dotado de transportabilidad total, es decir, capaz de conservar todos sus caracteres á través de todos sus viajes, hay, en los cuerpos que define nuestra fantasía, grados de transportabilidad. Tal cuerpo (?) no existe sino en un punto determinado gracias á las condiciones realizadas en ese punto y en el mismo punto únicamente. Eso es verdad, por ejemplo, para una sombra proyectada en un muro. Si se cambia de lugar en el espacio el trozo de muro que recibe la sombra, ésta no le seguirá, pues la sombra se ha realizado en aquel lugar por un concurso de circunstancias que no transporta al poner en otro sitio el trozo de pared que la recibe. Una piedra, en cambio, continúa de tal modo semejante á sí misma, desde el punto de vista apreciable para nuestros ojos, que no la consideramos que cambia cuando la ponemos en otro lugar; y ha sufrido, sin embargo, en otra escala, variaciones eléctricas y térmicas; pero, fuera de su forma, hay un número de esas propiedades que no se modifican en el transporte, como sus propiedades químicas. Púedese definir la Química: la ciencia de las propiedades *transportables* de los cuerpos,

prescindiendo de su forma visible. Cuando escribo á un farmacéutico que me envíe antipirina, sé que, salvo en casos extraordinarios, el producto que me remitirá tendrá las propiedades terapéuticas de la antipirina. Y sé también que, en otros casos, si el criado deja caer el paquete en el ácido sulfúrico, por ejemplo, no será antipirina lo que reciba. Además, al pasar á mi cuerpo después de haberla ingerido, la antipirina desaparecerá igualmente como un compuesto químico definido. La Química estudia también, además de las propiedades transportables de los cuerpos, las condiciones que en presencia de otros cuerpos transportables originan los primeros en otros igualmente transportables en cuanto á sus propiedades químicas. Esto es lo que se expresa al decir que la Química estudia las *reacciones* entre compuestos definidos. Todo lo que es transportable en un cuerpo, se sustrae á la ley general de equilibrio. Se pueden considerar los edificios moleculares de los cuerpos estables como formando, desde el punto de vista químico, sistemas aislados, tales que las compensaciones producidas en su interior comprueban, en cada uno de ellos, la ley de la conservación de la energía.

Cuando un cuerpo químicamente definido, sin perder sus propiedades químicas, es sus-

ceptible de fusión ó de evaporación, puede suponerse, provisionalmente al menos, que los fenómenos de equilibrio han sido, en el curso de esos cambios de estado, modificaciones intermoleculares; esto es lo que puede expresarse diciendo que la transformación resultante de la realización del nuevo equilibrio ha sido un fenómeno físico y no un fenómeno químico.

Así, fuera de los períodos de reacción química, que no se realizan sino de tarde en tarde, las propiedades químicas de los cuerpos serán propiedades absolutas, absolutamente transportables. La Química y la Física serán así dos ciencias absolutamente distintas.

Es menester rebatir esto.

El descubrimiento de los fenómenos de disociación ha probado que sobre cierta temperatura, determinada para cuerpos definidos, las propiedades *químicas* de esos cuerpos se rigen por un equilibrio. Además, en los coloides, que en el problema de la escala están sobre la Química, se han descubierto las propiedades de transportabilidad más admirables; esas propiedades de transportabilidad aseméjase de tal modo á las de la Química, que muchísimos sabios las han atribuído á los cuerpos químicos definidos, que llaman toxinas, diastases, etc., sin llegar jamás á aislarlos. Esa transportabilidad de propiedades numerosísimas en los coloides

tiene para el filósofo un interés enorme, porque los cuerpos vivos son coloides y la transportabilidad en los seres vivos se llama *herencia*.

La Química y la Física no son, pues, dos ciencias tan distintas como ha podido creerse. Se ha podido definir la Física como la ciencia del equilibrio, en el sentido de que la Física estudia los fenómenos por los cuales los cuerpos se equilibran con los cuerpos vecinos desde los puntos de vista mecánico, térmico, eléctrico, etc. La Química, ciencia de las propiedades transportables, habríase referido, en cambio, á las particularidades que no están, salvo los casos de reacción química, sometidas á los fenómenos de equilibrio. La *físico-química*, campo novísimo, estudia los fenómenos limítrofes de ambos dominios, entre los cuales acabo de citar la disociación y las propiedades de los coloides.

El estudio de los coloides hace comprender, en particular, cómo las propiedades sometidas en realidad á las leyes del equilibrio de la manera más rigurosa pueden, sin embargo, en ciertos casos ser transportables. Ese estudio, llevado hasta sus últimos límites, nos llevará también á conclusiones poco halagüeñas para el amor propio del hombre como rey de la naturaleza.

El hombre no es sino un torbellino actual, capaz de atraer, según el principio de Carnot,

otros torbellinos. La libertad absoluta es una ilusión. El resultado final de la evolución del mundo, ó por lo menos del estado del mundo después de la desaparición del hombre, será un estado de equilibrio en el que, poco á poco, desaparecerán las efímeras huellas de las actividades humanas.

¡Nos habremos agitado en vano!

§ 40.—COLOIDES Y EQUILIBRIO.

Para explicar la transportabilidad de las propiedades químicas de los cuerpos, los hombres han llamado en su auxilio á sus nociones más familiares: la de los cuerpos sólidos y la del conjunto de los mismos. Un pedazo de acero, una piedra, trasportan consigo, en las condiciones ordinarias de la vida del hombre, sus propiedades de pedazo de acero ó de piedra. Una locomotora formada por pedazos de acero articulados de cierto modo, transporta consigo sus propiedades de locomotora; una casa formada de piedras es ya más difícil de transportar, aunque los americanos lo hayan logrado. Hemos comparado naturalmente las moléculas químicas á edificios ó á mecanismos formados por partes invariables, cuyo agrupamiento crea las propiedades.

Las moléculas químicas serán, pues, pequeños

edificios ó pequeños mecanismos, que quedan definidos, mientras los fenómenos resultantes de su equilibrio con el ambiente no han alterado su estructura. Esa concepción, puramente estática, ha dejado su puesto inmediatamente á otra hipótesis análoga, pero en la que la molécula, en vez de compararse á un edificio inmóvil, lo era más bien con un torbellino, con un sistema planetario. En nuestro lenguaje del equilibrio, los cambios se tratan de la misma manera, ya sean cambios de un estado de reposo, ya cambios de un estado de movimiento. Conservan sus propiedades químicas mientras las influencias exteriores no modifican completamente su estado de turbión.

Todas esas hipótesis sobre las propiedades químicas de los cuerpos no son susceptibles de una comprobación directa por la pequeñez en la dimensión de las moléculas y los átomos. Pero hay cuerpos homogéneos en los que la molécula es verdaderamente el elemento más grande teniendo una apariencia de individualidad (1) y los hay además en los cuales los elementos más voluminosos, formados por grupos de moléculas, conservan también, á través del azar de los transportes, propiedades suficiente-

(1) Las moléculas tienen en efecto, una apariencia de individualidad, á pesar de los fenómenos de equilibrio, mientras su agrupamiento molecular no se destruye.

mente constantes. En ese número están los cuerpos coloides, que esquemáticamente al menos están compuestos de gotitas de un líquido químicamente definido, en suspensión en otro líquido en el que el primero no es soluble.

En ellos, las dimensiones más considerables de las partículas suspendidas son suficientes para verse, si no al microscopio con luz directa, por lo menos al ultramicroscopio con luz difractada. No es, pues, una pura hipótesis lo que permite creer en la estructura heterógena de los cuerpos coloides.

Podemos darnos una idea grosera de los coloides precipitando una emulsión de aceite en agua alcalina. La agitación del aceite en el agua acaba por producir un líquido lechoso en que el microscopio descubre perfectamente esferillas de aceite suspendidas en el líquido. Esas esferillas tienen una cierta individualidad que resiste á muchísimos transportes en varias condiciones; y es evidente que los fenómenos de equilibrio entre el aceite y el exterior no se producen sino á través del agua en que está sumergido. En otros términos: se puede descomponer el fenómeno total de equilibrio en dos fenómenos parciales: equilibrio del aceite con el agua, y equilibrio del agua con el ambiente. El aceite no recibirá las variaciones del exterior sino á través de una capa acuosa pro-

tecnica. Para que una modificación importante llegue á una gota de aceite habrá primero de propagarse una transformación considerable en el agua que la rodee.

Concíbese también muy groseramente que en ciertos casos al menos las rupturas de equilibrio sobrevenidas entre la emulsión y lo exterior se compensen por modificaciones superficiales, por cambios del estado de equilibrio entre el líquido acuoso y los glóbulos de aceite más próximos al exterior. Entonces las partes profundas de la emulsión estarán, provisionalmente por lo menos, protegidas contra las variaciones del ambiente. La transportabilidad de la parte profunda de la emulsión se habrá obtenido por medio de fenómenos de equilibrio modificando sin cesar la capa superficial protectora.

En otros casos, en cambio, las modificaciones introducidas en la capa superficial se transmiten poco á poco á toda la emulsión, cuyas propiedades se cambiarán, así que la transportabilidad haya venido á ser precaria. La transportabilidad de un cuerpo definido no es, además, nunca absoluta; no es comprobable sino en ciertos límites de las condiciones ambientales, límites entre los cuales las propiedades de los cuerpos no cambian lo bastante para que el cuerpo venga á ser desconocido.

Un coloide verdadero está formado por partículas muchísimo más pequeñas que las de la emulsión grasa de que hemos hablado, y parece también que la estabilidad de las partículas y su resistencia á la destrucción aumentan á medida que, como en todos los casos, sus dimensiones disminuyen.

Supongamos ahora que nuestra emulsión, en vez de contener gotas de aceite homogéneo, contiene gotas de un coloide formado por partículas pequeñísimas suspendidas en otro líquido. Habrá un intermediario más en el establecimiento del equilibrio con lo exterior. Desde luego el líquido llamado *solvente* y contenedor de las gotas se equilibrará con el ambiente. La modificación que resultará de ello repercutirá en las partículas suspendidas en el solvente, y luego la modificación del líquido de esas gotas repercutirá á su vez sobre las partículas suspendidas en su seno.

Si nos imaginamos, pues, las moléculas químicas que forman las partículas y los solventes, concebiremos, en fin, que la suerte de esas moléculas estará protegida contra los asaltos del exterior por las transmisiones complicadas de equilibrios.

Este modelo de inclusiones de segundo orden no es fantástico: esos coloides de coloides están representados en los protoplas-

mas que constituyen todos los seres dispuestos á vivir, y la transportabilidad de esos protoplasmas, que es la herencia de los cuerpos vivos, es el problema más interesante para el filósofo.

No sólo los protoplasmas vivos pueden, mientras su vida continúa, transportar con ellos, á través de todos los azares, todas las propiedades que constituyen su patrimonio hereditario, sino que, lo que es infinitamente más notable, pueden adquirir otras atravesando ciertas circunstancias, y pueden, lo diré en un lenguaje figurado, llevar consigo y conservar más ó menos tiempo la *huella* de los medios en que han vivido; esos son los *caracteres adquiridos* bajo la influencia de las condiciones de vida. Los caracteres que puede adquirir una especie viva son, no sólo numerosísimos, sino, me atrevo á decir, infinitamente numerosos, y son, además, de una delicadeza y de una precisión extraordinarias. Esa delicadeza y esa precisión pruebanos lo insuficiente de nuestro modelo de la estructura de los coloides. Hemos construído, por lo demás, ese modelo con datos completamente estáticos, y eso no puede dar sino una ligera aproximación, porque la visión de las partículas coloides observadas con el ultramicroscopio á luz difractada, muestra que esas partículas están animadas de movimientos in-

cesantes. Igualmente, en química pura, hemos comenzado por adoptar una imagen estática de edificios moleculares, imagen que hemos tenido que abandonar de seguida para reemplazarla por otra tomada de un sistema planetario ó de un torbellino. Cada vez más, cuanto nos rodea constantemente en el mundo nos parece el resultado de un movimiento de cualidades constantes y no de un reposo que en ninguna parte hallamos. Los cuerpos sólidos han sido el punto de partida de nuestras concepciones estáticas, y eso ha sido útil en una primera aproximación; pero no podemos creer ya en cosas estáticas, y cuando con los resultados de nuestro análisis, que ha tenido á los cuerpos sólidos por punto de partida, llegáramos á proponernos problemas relativos á la estructura íntima de esos mismos cuerpos, tendríamos que considerarlos como formados de elementos móviles en cierta escala. La consideración de un hilo de un timbre eléctrico nos ha mostrado la necesidad de prescindir de toda noción del reposo absoluto.

Haremos, pues, lo mismo para los cuerpos coloides; renunciaremos á la idea estática que nos habíamos formado á propósito de su estructura, en un principio, y buscaremos la explicación de su admirable facultad de adquirir caracteres nuevos y precisos en los fenómenos

particulares, como son entre las más notables manifestaciones del equilibrio universal los fenómenos de resonancia (1).

(1) Hemos indicado ya algo á propósito de la aplicación del principio de Carnot á los protoplasmas vivos.

CAPÍTULO X

RESONANCIA É IMITACIÓN

«La imitación es el desquite del medio sobre lo vivo.»

§ 41.—MOVIMIENTOS PENDULARES.

El mejor ejemplo que hemos encontrado anteriormente para evidenciar la conservación de la energía mecánica ha sido el péndulo. La relación que une el péndulo á la Tierra puede representarse, en el lenguaje corriente, por una fuerza, la pesantez, que atrae la masa pendular en dirección del centro de la Tierra. Otra relación, el hilo, une la masa á su punto de suspensión y la lleva á moverse manteniéndose siempre á la misma distancia de ese punto. Esas dos relaciones bastan para determinar el movimiento que toma el péndulo cuando se le saca de su posición vertical. Y es menester, además, que al impulsarlo no se destruyan las relaciones pre-existentes; si se le ha sacudido tan bruscamente que se ha roto el hilo, la masa antes suspendida ya no será un péndulo y tomará un movimiento diferente.