

es la que se transforma en calor, es decir, en una fuerza de otra clase: hay transformación de un movimiento visible en otro molecular ó atómico.

La percusión y la compresión desarrollan calor lo mismo que el frotamiento. Cuando se mete un clavo á martillazos en un madero, no tan sólo se calienta, efecto que puede resultar en parte del frotamiento, sino que en el martillo mismo (si su masa no es muy considerable comparada con la del clavo) se nota cierta elevación de temperatura. Una barra de hierro, batida á golpes repetidos, puede calentarse hasta ponerse candente.

Los discos de oro, plata ó cobre, comprimidos bajo el balancín que sirve para acuñar moneda, se calientan, pero la elevación de la temperatura no es la misma en todos los metales. Un curioso experimento de Tyndall hace ver el desarrollo de calor que resulta de la compresión de la madera. "Aquí tengo, dice, un pedazo de abeto, á una temperatura inferior á la de esta sala, y que al ponerse en contacto con la pila termoeléctrica produce en la aguja la desviación que indica frío. Pongo esta madera entre las placas de una pequeña prensa hidráulica y la comprimo fuertemente. Como podéis observar, dichas placas están á una temperatura menor que la de la habitación. Después de la compresión, pongo la madera en contacto con la pila: ya veis el efecto. El galvanómetro nos dice que el acto de la compresión ha desarrollado calor." Por lo general, la cantidad de calor desarrollada por las acciones mecánicas depende de la naturaleza de las substancias sometidas á estas acciones, del estado de su superficie y de la presión ejercida.

La compresibilidad de los líquidos es muy débil; sin embargo, ejerciendo sobre masas líquidas presiones considerables, como de 30 á 40 atmósferas, se ha podido notar desprendimiento de calor. La compresión de los gases puede ejercerse entre límites sumamente extensos; así es que se obtiene una elevación de temperatura bastante considerable cuando se comprime bruscamente una masa gaseosa en un espacio limitado. Este hecho sirve de principio al *eslabón de aire ó neumático* (fig. 669). Para que se inflame el pedazo de yesca fijo al extremo del émbolo, se ha de reducir el aire interior por compresión á la duodécima parte de su volumen. La elevación de temperatura que resulta de esta disminución brusca del volumen del aire, es de unos 500°, al paso que bastan 300° para que se encienda la yesca: una notable porción del calor desarrollado la absorben las paredes del instrumento y el émbolo, cuya masa es mucho mayor que la del aire interior.

Fig. 669.--  
Eslabón  
de aire.

La expansión del gas produce el efecto contrario de la compresión, es decir, una baja de temperatura; hemos visto gas ácido carbónico, comprimido primeramente á 40 ó 50 atmósferas en un recipiente, y liquidado después, enfriarse de tal modo por la dilatación que produce su paso al aire libre, que pasa del estado líquido al sólido en forma de copos, blancos como la nieve. Su temperatura desciende entonces hasta 100° bajo cero.

Ocurre el mismo fenómeno de enfriamiento cuando el vapor de agua sale á chorros de una caldera de alta presión, por ejemplo de la válvula de la marmita de Papin. Su dilatación repentina va acompañada de un enfriamiento que lo condensa en forma de niebla espesa, y metiendo la mano en el chorro de vapor, se experimenta una sensación de frío que al pronto sorprende. Pero hay que guardarse de hacer esta prueba cuando el vapor contenido en la caldera está á la presión atmosférica ordinaria, porque, como entonces conserva la temperatura de 100°, se abrasaría la mano el que la metiera en él.

## CAPITULO XVI

### NOCIONES DE TERMODINÁMICA

#### I

##### HIPÓTESIS ANTIGUAS SOBRE LA NATURALEZA DEL CALOR

Hemos llegado al término de nuestra descripción de los fenómenos y de las leyes del calor. Dejando á un lado, por exigirlo así nuestro plan, todo cuanto se refiere á la parte matemática de esta rama de la física, para concretarnos á la demostración experimental de las leyes, hemos podido pasar revista á las principales propiedades que se manifiestan en los cuerpos sometidos á la acción del agente calorífico, propiedades que, en último análisis, se reducen á dos: variaciones de volumen y cambios de estado. Agregándoles las leyes que caracterizan los dos modos de propagación del calor por vía de radiación y de conductibilidad, así como el estudio de los principales focos naturales ó artificiales de calor, ha quedado completa la exposición elemental que nos habíamos propuesto.

Si resumimos de este modo en pocas líneas la materia de los capítulos que preceden, es para hacer observar al lector que en ningún caso nos ha sido necesario formular ninguna hipótesis sobre la naturaleza del calor. La medida de las dilataciones de los sólidos, de los líquidos y de los gases, los procedimientos termométricos que de ella se deducen son muy suficientes para definir el estado térmico de un cuerpo ó de un medio, y para conocer, consultando los resultados de la experiencia, las leyes del equilibrio de temperatura en un sistema cualquiera. Estas leyes pueden ser muy complicadas, mas para establecerlas no es necesario saber lo que es el calor en sí. Lo propio sucede con todo cuanto concierne á los cambios de estado, fenómenos de transición ó de rotura de equilibrio entre las moléculas de los cuerpos, especie de puntos críticos en dependencia íntima con las variaciones aisladas ó simultáneas de presión y de temperatura. Tampoco ha sido indispensable el conocimiento de la naturaleza del calor para determinar las cantidades del que se absorbe ó desprende en tal ó cual fenómeno, como caldeo, enfriamiento, licuefacción, solidificación, combustión, etc. Al llegar al estudio de los manantiales de calor es cuando únicamente nos vemos inducidos á plantear, para ir aún más allá, el problema de la causa del calor, de la naturaleza física ó mecánica del agente que adquiere nacimiento en la combinación química, en el roce, la percusión, etc.

Sin embargo, en virtud de una tendencia puramente irresistible del espíritu humano, los físicos, lo propio que los filósofos de todos los tiempos, han agitado, ya que no resuelto, el problema en cuestión. Siempre ha sucedido lo mismo, sin gran provecho para la ciencia. Buscar la causa de las cosas antes de haber reunido y clasificado los hechos, de haber interrogado la naturaleza por el método riguroso de la observación experimental y de formular las leyes de los fenómenos, leyes que no se pueden hacer patentes sino á fuerza de mediciones continuas y precisas y de múltiples verificaciones,

es seguir una marcha contraria á la que la historia entera de las ciencias físicas y naturales nos presenta como la única fructuosa. Guardando el respeto debido á los filósofos que, por otros conceptos, han sido grandes genios, podemos sostener que ni Aristóteles ni los peripatéticos han difundido gran luz sobre la naturaleza del calor cuando lo definen diciendo que es "una cualidad ó un accidente que reúne ó junta cosas homogéneas, es decir, de la misma naturaleza y especie, y que destruye ó separa cosas heterogéneas ó de naturalezas distintas.," Los epicúreos no estaban más adelantados en el conocimiento de las cosas, cuando decían que "el calor es la substancia volátil del fuego mismo, reducida á átomos y emanada de los cuerpos ígneos por un movimiento continuo.," Esta es, sobre poco más ó menos, una de las hipótesis que se han propuesto en nuestros días para explicar el calor; pero es inútil decir que tan vagas fórmulas no han sido ni podían ser de utilidad alguna para el progreso de la ciencia.

La opinión de Demócrito, de que el calor es una substancia *sui generis*, ha sido adoptada en los tiempos modernos por químicos y físicos tales como Homberg, Lémery, Gravesande y Boerhaave. D'Alembert da en su *Enciclopedia*, en los términos siguientes, el análisis de las ideas que profesaba este último sobre el calor ó sobre el fuego. "Lo que llamamos fuego es un cuerpo por sí mismo, *sui generis*, que desde el principio ha sido creado tal cual es, que no puede ser alterado en su naturaleza ni en sus propiedades, que no puede ser producido de nuevo por ningún otro cuerpo, y que no se le puede cambiar en otro alguno, ni cesar de ser fuego. Este fuego está difundido con igualdad por todas partes, y existe en cantidad igual por todas las partes del espacio; pero está perfectamente oculto é imperceptible, y no se descubre sino en virtud de ciertos efectos que produce, y que caen bajo el dominio de nuestros sentidos. Estos efectos son el *calor*, la *luz*, los *colores*, el *enrarecimiento* y la *quemadura*, que son otros tantos indicios de fuego, y ninguno de los cuales puede ser producido por otra causa, sea la que fuere.," Para que se produzca cualquiera de estos efectos, han de mediar ciertas circunstancias, y especialmente que el fuego se aglomere ó reduzca en un espacio más estrecho. Esto es lo que producen los cuerpos luminosos ó incandescentes, ó los procedimientos de concentración de los rayos, como los espejos cóncavos y las lentes, ó en fin las acciones mecánicas, tales como el frotamiento. Fácil es ver, en estas ideas de Boerhaave, la doctrina de la materialidad del calor que profesan aún muchos físicos de nuestro siglo y que se traducía en sus escritos por la expresión significativa de *calórico*. Verdad es que hoy todavía se sigue usando esta palabra, pero sin que las personas científicas que la emplean la atribuyan el estricto sentido de una substancia especial que constituye el calor.

La segunda hipótesis es la que considera el calor, no ya como una substancia, sino como un movimiento, y que ha tenido en los últimos siglos muchos partidarios. Según Bacoń (*Novum organum, de formâ calidi*), "el calor es un movimiento de extensión en virtud del cual un cuerpo se esfuerza en dilatarse, ó en darse mayor extensión que la que antes tenía; este movimiento no es igual ó uniforme, ni en todo el cuerpo, sino que existe únicamente en sus partes más pequeñas, como parece por el temblor ó la trepidación alternativa de las partículas de los líquidos calientes, del hierro enrojecido, etc., y en fin, este movimiento es sumamente rápido.," En una palabra, el filósofo inglés define el calor diciendo que es "un movimiento de extensión y de ondulación en las partes pequeñas de un cuerpo, que las obliga á dirigirse con cierta rapidez hacia la circunferencia, elevándose un poco al mismo tiempo.," Y añade que "si se puede excitar en algún cuerpo natural un movimiento que le obligue á extenderse y á dilatarse,

ó dar á este movimiento una dirección tal en el mismo cuerpo que la dilatación no se efectúe de un modo uniforme, sino que afecte solamente á ciertas partes, no habrá calor.,"

Estas vagas definiciones están indudablemente basadas en hechos mejor ó peor observados ó interpretados, siendo á lo que parece las agitaciones visibles de los cuerpos muy caldeados las que han sugerido á Bacoń su idea de un movimiento molecular.

Boyle adopta también la hipótesis de la naturaleza mecánica del calor, que "parece consistir principalmente, dice, en esa propiedad de la materia que se llama *movimiento*," pero mediando ciertas condiciones, por ejemplo, "que la agitación de las partes del cuerpo sea violenta, que la determinación del movimiento sea diversificada, y que se dirija en todos sentidos. Es menester además que todas las partículas agitadas, ó cuando menos la mayor parte, sean demasiado pequeñas para no hacerse perceptibles.," Esta última condición prueba que Boyle se formaba una idea mucho más clara y profunda que Bacoń de la clase de movimiento que constituye el calor. Aparte de esto, insiste sobre todo en la posibilidad de producir calor por las solas acciones mecánicas, y en su apoyo cita experimentos que hoy se aducen del mismo modo y en favor de la misma hipótesis. "En la producción de calor, dice, ni el agente ni el paciente *ponen nada de su parte, como no sea el movimiento y sus efectos naturales*. Cuando un herrador bate con fuerza un hierro, el metal se pone sumamente caliente; y sin embargo, nada interviene para que pueda ponerse así como no sea la fuerza del movimiento del martillo que imprime en las partes más pequeñas del hierro una agitación violenta y diversamente determinada; de suerte que este hierro, que antes era un cuerpo frío, recibe *calor* por la agitación impresa en sus partes pequeñas. Este hierro se pone caliente, primero, con relación á algunos otros cuerpos en cuya comparación estaba frío antes; luego adquiere calor de una manera sensible, porque esta agitación es más fuerte que las de las partes de nuestros dedos, y en este caso suele suceder que el martillo y el yunque continúen fríos después de la operación. Lo que muestra que el calor adquirido por el hierro no se lo comunicaba ninguno de aquellos dos instrumentos por estar calientes, es que el calor lo produce en él un movimiento sobrado considerable para agitar violentamente las partes de un cuerpo tan pequeño como el pedazo de hierro en cuestión, sin que dicho movimiento sea capaz de causar el mismo efecto en masas tan grandes como las del martillo y el yunque. Con todo, si se repitieran á menudo y con presteza los golpes, y el martillo fuese pequeño, éste podría calentarse también; de donde se sigue que no es necesario que un cuerpo esté caliente para comunicar *calor*.

"Si se mete con un martillo un clavo grueso en un pedazo de madera, se le descargarán muchos golpes en la cabeza antes que se caliente; pero tan luego como el clavo haya penetrado en la madera hasta la cabeza, bastarán unos cuantos golpes para hacerle adquirir un calor considerable; porque, mientras á cada martillazo el clavo penetra más y más en la madera, el movimiento producido en ésta es principalmente progresivo, y obra sobre el clavo entero dirigido hacia un solo y mismo lado; mas cuando cesa este movimiento progresivo, como la sacudida impresa por los martillazos es incapaz de profundizar más el clavo, ó de romperlo, menester es que produzca su efecto imprimiendo en las partes de éste una agitación violenta é interior, en la cual consiste la naturaleza del *calor*."

Newton consideró también el calor, según parece, como un movimiento vibratorio de las moléculas de los cuerpos, conforme resulta de muchos párrafos de su *Optica*: "Los cuerpos y la luz, dice, no obran mutuamente, uno sobre otro, es decir, los cuerpos sobre la luz despidiéndola, rompiéndola y doblándola, y la luz sobre los cuerpos

caldeándolos y dando á sus partes *un movimiento de vibración en el cual consiste el calor?*, (Cuestión V.) Y en otra parte: "Cuando todos los cuerpos fijos se calientan más allá de cierto grado, ¿no despiden luz, no brillan? ¿Y no producen esta *emisión* las vibraciones de sus partes? Todos los cuerpos que abundan en partes terrosas y sobre todo en partes sulfurosas, ¿no difunden luz siempre que estas partes están suficientemente agitadas, ya provenga esta agitación de calor, ó de fricción, percusión, putrefacción, de cualquier movimiento vital ó de otra causa?", (Cuestión VIII.)

Verdad es que algunos partidarios de la hipótesis del calor considerado como substancia convenían también en esta misma agitación de las moléculas de los cuerpos; sólo que entonces no era ya causa, sino efecto, porque se la comunica el fuego que contienen. Gravesande dice, por ejemplo, "que el *calor* en el cuerpo caliente es una agitación de sus diferentes partes efectuada por medio del fuego contenido en este cuerpo."

## II

## LAS DOS HIPÓTESIS MODERNAS SOBRE LA NATURALEZA DEL CALOR

Lleguemos ya á los físicos modernos y veamos cómo formulan las dos hipótesis opuestas, la del calor considerado como una materia propia, á la cual dan el nombre de *calórico*, y la que ve en el calor un modo de movimiento. En la Memoria de Laplace y de Lavoisier sobre el calor específico de los cuerpos, se encuentran las definiciones siguientes, que en nuestro concepto llevan más particularmente el sello del carácter del autor de la *Mecánica celeste*:

"Los físicos no están de acuerdo acerca de la naturaleza del calor. Muchos de ellos lo consideran como un fluido difundido por toda la Naturaleza, y del que están más ó menos penetrados los cuerpos en razón de su temperatura y de su aptitud particular para conservarlo; puede combinarse con ellos, y en tal estado cesa de actuar sobre el termómetro y de comunicarse de un cuerpo á otro; y únicamente en estado de libertad, estado que le permite ponerse en equilibrio en los cuerpos, forma lo que llamamos *calor libre*.

"Otros físicos opinan que el calor sólo es resultado de los movimientos insensibles de las moléculas de la materia. Sábese que hasta los cuerpos más densos están llenos de muchísimos poros ó pequeños vacíos, cuyo volumen puede ser considerablemente mayor que el de la materia que contienen; estos espacios vacíos dejan á sus partes imperceptibles la libertad de oscilar en todos sentidos, siendo natural pensar que estas partes se hallan en agitación continua, la cual, si aumenta hasta cierto punto, puede desunirlas y descomponer los cuerpos, y este movimiento intestino es el que, en sentir de los físicos á que nos referimos, constituye el calor.

"Para explicar esta hipótesis haremos observar que, en todos los movimientos en los cuales no hay cambio brusco, existe una ley general que los geómetras han designado con el nombre de *principio de la conservación de las fuerzas vivas*, ley que consiste en que, en un sistema de cuerpos que actúan unos sobre otros de cualquier modo, la fuerza viva, esto es, la suma de los productos de cada masa por el cuadrado de su velocidad, es constante. Si los cuerpos están animados por fuerzas aceleradoras, la fuerza viva es igual á lo que era en el principio del movimiento, más la suma de las masas multiplicadas por los cuadrados de las velocidades originadas por la acción de

las fuerzas aceleradoras. En la hipótesis que examinamos, el calor es la fuerza viva que resulta de los movimientos imperceptibles de las moléculas de los cuerpos; la suma de los productos de la masa de cada molécula por el cuadrado de su velocidad.

"Si se ponen en contacto dos cuerpos de diferente temperatura, las cantidades de movimiento que se comunican recíprocamente serán desiguales al principio; la fuerza viva del más frío aumentará en la misma cantidad en que disminuye la del otro, y este aumento subsistirá hasta que se igualen las cantidades de movimiento comunicadas por una y otra parte; en este estado la temperatura de los cuerpos habrá llegado á la uniformidad.

"No decidiremos entre las dos hipótesis precedentes; hay muchos fenómenos que parecen favorables á la última, por ejemplo, el del calor producido por el roce de dos cuerpos sólidos; pero otros tienen en la primera explicación más sencilla; quizás tengan lugar ambas á la vez."

Desde la época en que se escribieron estas líneas (1), los físicos han continuado divididos entre las dos hipótesis de la materialidad del calor y de su naturaleza puramente dinámica. A la verdad, la palabra *calórico*, usada generalmente por unos y otros, no era más que un modo de designar, para mayor comodidad del lenguaje, la causa desconocida de los fenómenos del calor: es una reserva que ha sido común á todos; y como el estudio de los hechos, las experiencias que sugería, tenían ante todo por objeto la averiguación de sus leyes, y no requerían que se hiciese una elección entre ideas puramente teóricas, los progresos de la ciencia no se hubieran resentido de esta incertidumbre. Lo propio había sucedido con respecto á la óptica y á la teoría de la luz, que ha tenido divididos á los sabios entre dos hipótesis opuestas, la de la emisión ó materialidad de la luz, y la de las ondulaciones, que considera la luz como un movimiento vibratorio que se propaga por efecto de las ondulaciones del éter. Ha triunfado esta última teoría, tan admirablemente formulada por Fresnel y confirmada definitivamente por el estudio experimental de toda una serie de fenómenos que son su consecuencia directa, al paso que quedaban sin explicación en la hipótesis de la emisión.

Dos series de fenómenos han contribuido también á inclinar la balanza en favor de la teoría que hacía consistir el calor en un movimiento de las moléculas de los cuerpos. La primera comprende todos los hechos que se refieren á la propagación del calor por vía de radiación. Hemos visto que las leyes de esta propagación son idénticamente las mismas á que obedece la propagación de la luz. Llamándole la atención estas analogías, Melloni había deducido de ellas que hay una identidad completa entre la luz y el

(1) Al citar Verdet en su *Exposición de la teoría mecánica del calor*, publicada en 1870, las líneas más características de estos párrafos, hace observar que Laplace y Lavoisier no han hecho uso en sus trabajos sobre el calor de estas nociones, tan claras y precisas que, no comparándose jamás en ellas el calor sino consigo mismo, "importa poco para la fecundidad de sus raciocinios que consideren este calor como un cuerpo indestructible ó como una cantidad de fuerzas vivas." Cuando Lavoisier escribió en 1789 su *Tratado de química*, tuvo buen cuidado de decir que la expresión de *calórico* con la cual designaba, de acuerdo con Fourcroy, la causa del calor, tenía la ventaja "de poder adaptarse á toda clase de opiniones, puesto que, rigurosamente hablando, ni siquiera estamos obligados á suponer que el calórico sea una materia real; basta que sea una causa repulsiva cualquiera que separe las moléculas de la materia, y de este modo se pueden considerar sus efectos de una manera abstracta y matemática. Laplace, por el contrario, no ha mantenido sus reservas, y Verdet hace observar con razón que desde la época de su asociación con Lavoisier, en todo cuanto ha escrito se ha mostrado defensor convencido de la materialidad del calórico. "Su imponente autoridad, dice, ha hecho que queden partidarios de esta teoría cuando hacía ya largo tiempo que no descansaba en la mejor prueba."

calor y que tienen la misma causa. "Es una conclusión, dice, que concuerda perfectamente con la uniformidad de las leyes generales de propagación, reflexión, interferencia y polarización que se han comprobado en toda clase de rayos. La *identidad* de la luz, del calor y de la radiación química, ó más exactamente, la igualdad perfecta en la constitución de las varias ondulaciones etéreas que forman las radiaciones elementales de estos tres agentes, puede, pues, considerarse en adelante como una verdad conquistada para la ciencia.....

„La luz, el calor y las radiaciones químicas son tres manifestaciones de las ondulaciones etéreas que constituyen la radiación solar. Las ondulaciones oscuras, dotadas de la acción química ó calorífica, son en un todo semejantes á las ondulaciones luminosas, difiriendo tan sólo en la longitud. Pero este carácter distintivo pertenece á la *especie* y no al *género*; y precisamente existe tanta divergencia entre un rayo obscuro químico ó calorífico y otro de luz como entre dos rayos luminosos de colores diferentes. Verdad es que las radiaciones luminosas se distinguen de todas las demás por su acción en la facultad visiva; pero esta propiedad se deriva de una verdadera *calidad accidental*, y no tiene importancia alguna con relación á la radiación considerada en sí misma.....

„El calor desarrollado en los cuerpos heridos por las radiaciones consiste en la cantidad de movimiento comunicada á los cuerpos ponderables por las pulsaciones del éter; la luz, en las oscilaciones moleculares de la retina y de los objetos exteriores, sincrónicas con cierta serie de ondulaciones etéreas; y la acción química, en las separaciones de los átomos causada por la extraordinaria violencia con que á veces ocurren estas mismas vibraciones, sincrónicas de los cuerpos.

„Las ondulaciones del éter dejan de ser visibles cuando sus pulsaciones son demasiado rápidas ó sobrado lentas para originar las vibraciones de la retina, en virtud de un principio totalmente análogo á la resonancia; por el contrario, producen el máximum de sensación luminosa cuando se encuentran en la mayor *concordancia* posible con la *elasticidad* de las moléculas nerviosas que constituyen esta membrana del ojo. Por la misma razón, ciertas ondulaciones etéreas son incapaces de excitar las reacciones químicas, al paso que otras están dotadas de esta propiedad en el más alto grado. Resulta de aquí que la acción química y la luz dependen más bien de la *calidad* de las ondulaciones que de su *fuerza de impulso* ó de su *cantidad de movimiento*. Concíbese muy bien, por consiguiente, por qué la zona más iluminadora y la que mayor efecto químico produce no se encuentran en el espectro con la zona de temperatura más elevada.,,

Después de haber demostrado cómo la hipótesis de la identidad da cuenta de los efectos variables de difusión, transmisión y absorción por las sustancias blancas incolores, que no son incolores sino para la vista, pero que en realidad son termocroicas, Melloni termina diciendo que "el calor es el único agente capaz de medir las fuerzas ó intensidades relativas de los rayos elementales que componen las radiaciones del Sol y de los focos terrestres. La luz y la acción química no podían servir para este objeto, porque no siempre son proporcionales á la causa eficiente, y sólo representan efectos diversos de la mayor ó menor facilidad con que las moléculas ponderables situadas en la superficie de los cuerpos siguen los períodos de las ondulaciones etéreas.,,

La ciencia ha adoptado hoy generalmente estas ideas, pudiéndose tener por demostrada la hipótesis de que la radiación del calor consiste en la propagación del movimiento ondulatorio del éter, que llena todo el espacio, el espacio vacío de materia

ponderable, así como los intervalos moleculares de los cuerpos sólidos, líquidos ó gaseosos. De esta suerte se ha llegado á considerar también el calor contenido en los cuerpos como emanado de vibraciones. Pero ¿cómo tiene lugar este movimiento? ¿Es peculiar de los átomos ó de las moléculas, es decir, de los grupos de átomos que constituyen los cuerpos, ó pertenece más bien al éter contenido en los espacios intermoleculares? ¿Es, por último, común á este éter y á las moléculas?

Según Redtenbácher, las moléculas y los átomos atraen las partículas de éter que se repelen mutuamente; bajo la influencia de estas acciones opuestas, el éter forma una especie de atmósfera alrededor de cada átomo ó de cada molécula, y esta envolvente constituye con su núcleo un todo individual, al que da el nombre de *dinamida*. Para dicho físico "el movimiento calorífico consiste en cierto movimiento radial de las envolventes etéreas que rodean los átomos de los cuerpos ó de las moléculas, al contraerse ó dilatarse alternativamente. Cuando estas envolventes se hallan en reposo, los cuerpos están enteramente fríos; tienen un volumen determinado cuando hay equilibrio entre las acciones recíprocas de las *dinamidas*; pero cuando las fuerzas repulsivas predominan, la reunión de las *dinamidas* necesita una envolvente sólida. Este último caso corresponde al estado gaseoso, y el primero al sólido ó al líquido; en el estado líquido las *dinamidas* pueden correrse unas sobre otras sin alterar sus distancias respectivas.,,

Como se ve, el físico cuya teoría acabamos de mencionar hace desempeñar un papel importante al éter intermolecular en la producción de los fenómenos caloríficos. Clausius, uno de los sabios contemporáneos que con mayor acierto han desarrollado la nueva teoría del calor, hace intervenir solamente las moléculas materiales de los cuerpos: para él consiste el calor en el movimiento de estas moléculas, y admite que no es el mismo en los sólidos que en los líquidos ó en los gases. En su concepto, "las moléculas oscilan en los sólidos alrededor de ciertas posiciones de equilibrio por efecto de la influencia de fuerzas recíprocas. Además de los movimientos oscilatorios rectilíneos, las moléculas pueden tener otros de rotación oscilatorios alrededor de sus centros de gravedad, pudiendo haber asimismo movimientos en sus partes constitutivas, es decir, en sus átomos.

„En los líquidos hay movimiento de oscilación, de rotación y de traslación; la fuerza viva no es bastante grande, relativamente á las atracciones recíprocas de las moléculas, para separarlas enteramente unas de otras: éstas conservan también un volumen determinado, aun cuando no haya presión exterior.

„En los gases, las moléculas salen totalmente de sus esferas de atracción mutua; se mueven en línea recta con arreglo á las leyes ordinarias, y tienen un movimiento de rotación, siendo probable que los átomos oscilen también en las moléculas gaseosas.,,

Si las leyes del calor radiante, comprobadas experimentalmente, han inducido á los físicos á admitir la identidad de causa para el calor y para la luz y á considerar en consecuencia el calor como un modo de movimiento, ya de la materia ponderable ó bien del éter, otros hechos no menos significativos han militado en favor de la misma hipótesis. Veíase hacia dos siglos que el calor desarrollado por la combustión del carbón producía la fuerza expansiva del vapor de agua y que este vapor, distribuido convenientemente, ponía en movimiento las máquinas, es decir, la transformación del calor en fuerza mecánica. Por otra parte, los experimentos de Rumford, vislumbrados ya por Boyle, según más arriba hemos visto, ponían de manifiesto una transformación inversa, ó sea la fuerza mecánica produciendo calor. Para terminar la demostración, restaba tan