

tentadores de su libertad, dió un ejemplo que luego fué seguido, estableciendo el principio de que ninguna nacionalidad es débil si sus hijos sienten en su pecho el soplo divino y potente del amor patrio.

Cuando rechazado el enemigo invasor adoptó la actitud ofensiva y atacó á su vez las posesiones persas, adquirió mayor respeto aún, y por eso, á pesar de la división reinante entre espartanos y atenienses, vióse respetada y mereció que la altanera Roma enviara á sus decenviros para inspirarse en sus sabias leyes, sus artes y su adelantamiento.

Otra de las grandes adquisiciones obtenidas fué el concederse á todos los ciudadanos voz en las deliberaciones, fundándose así un sistema relativamente democrático, cual justa compensación de los sacrificios que hicieran por la patria, sin más esperanza que serle útiles sin mayor aspiración que conservarla libre, y muriendo heroicamente cuando ella les pidió su vida en holocausto.

Aun hoy, después del inmenso período que nos separa de aquella época, ponemos siempre á esa nacionalidad cual dechado de virtudes cívicas que debemos imitar; aun hoy, no encontrando en la dilatada historia de los siglos subsecuentes acciones tan heroicas, hechos tan gloriosos, abnegación tan sublime, evocamos aquellas portentosas figuras, pidiéndoles su animoso aliento para, á semejanza suya, sacrificar las mezquinas pasiones, los intereses personales, los egoístas orgullos en aras del bien más grande, máspreciado y más santo: ¡en aras de la adorada patria!

11 de Julio de 1891.

MARÍA G. ROSALES.

## LA TERMOLOGIA, SU IMPORTANCIA Y SUS APLICACIONES

—...—

SEÑORITA DIRECTORA, SEÑORES:

Bendita la ciencia que revela al hombre los secretos de la naturaleza, y le hace concebir lo elevado de su sér sobre todo aquello que lo rodea.

Desdichado de aquel que vive en la ignorancia, pues para él todo es misterio, y todo le llena de confusión y de duda.

Nada encierra tanta belleza y tanta poesía como la ciencia.

Mirad al hombre realizando con ella verdaderos milagros, surcando el Océano en un frágil barco que parece un juguete de las olas, y entre las cuales cruza sin embargo aún en medio de las tempestades, como dando una prueba del triunfo de la inteligencia sobre la fuerza bruta.

Mirad á la frágil tela henchida de gas, y á la que llaman aereóstato, escalar, como las aves el firmamento, llevando consigo al inteligente observador que ve á la tierra bajo sus plantas en tanto que él, parece elevarse al cielo á semejanza del pensamiento que demasiado grande se eleva también, y va á perderse en el infinito.



Nada habrá que admire tanto como el hilo eléctrico, enlazando los lugares más distantes, y comunicando la palabra sin que los inmensos desiertos ni los bosques llenos de rumores por los que atraviesa, ó las ondas del atlántico puedan impedir que trasmita el hombre sus ideas hasta el lejano aparato telegráfico.

Contempla el sabio con deleite la salida del sol, lo mira lleno de fuego á su paso por el meridiano, y con verdadero éxtasis presencia sus últimos instantes al ocultarse en Occidente; pero no con el asombro del sér ignorante de los primeros tiempos, sino que se lo explica todo. Esos reflejos dorados, esa luz difusa que precede al astro del día, y que primero muy ligera, apenas sirve para desvanecer el azul profundo del cielo, opacando á las débiles estrellas; después esos resplandores, esa aureola intensa y luminosa, esa atmósfera roja que lo precede; y por último, al rey de los astros que aparece colosal con su disco que se multiplica en magnitud; el sabio, repito, lo contempla con deleite, pero sabiendo que la causa de tan poéticos fenómenos es el paso de la luz por el aire que circunda nuestro planeta, y que después de refractarla, la descompone en sus variados colores.

La brisa llena de armonía que entonces recorre la ciudad y el campo, es debida únicamente á la diferencia de temperatura que producen los matutinos rayos del sol, que hiriendo los ojos de las aves diurnas las hace despertar, y de sus pechos, en reposo durante el sueño, y ansiosos de ejercicio, exhalan los trinos y los bellísimos cantos con que saludan á la mañana.

Ya el caballo no fatiga sus cascos trepando por entre los riscos y las elevadas montañas.

Ya el caminante no gasta largas horas para recorrer distancias de corto número de leguas; no, hoy el genio ha

realizado un prodigio, un verdadero milagro; ha producido la locomotora, es decir, una fábrica de hierro, un objeto inanimado, y cuyo peso es excesivo, pero que, sin embargo, se mueve sola con velocidad vertiginosa, arrastrando en pos de sí, inmenso número de viajeros.

Vedla cruzar por el oscuro y estrecho túnel taladrado en la montaña, para pasar después sobre el elevado puente que tiene bajo sí un inmenso precipicio, despreciando aquellos peligros, y desdeñosa y llena de majestad, parece que compite el ruido que produce la salida del vapor por sus émbolos, con el del agitado río sobre el que pasa en aquellos instantes.

Mirad á la tempestad que tanto impone, contemplad primero sus densísimos vapores que oscurecen el firmamento, escuchad los airados truenos y sordos rumores que la preceden.

Corre el viento con violencia, parece estremecerse todo, y no se ven más que presagios de la tormenta; después brillan los relámpagos, y los rugidos del rayo son más terribles, el agua se desata á raudales; casi se asemeja á huracán el viento; y el alma sencilla, en esos instantes, eleva á Dios una plegaria llena de terror. Pues bien, este espectáculo que amedrenta tiene de parte de la ciencia explicación muy sencilla: los mares, los lagos, los ríos, las fuentes, en fin, el elemento líquido, en donde quiera que se encuentre, produce vapores, bajo ciertas circunstancias, en extremo abundantes; éstos por su leve peso se elevan y ocupan las altas regiones, la evaporación aumenta, y se vuelven más compactos hasta que llega la vez que condensándose producen la lluvia. Impregnadas las nubes de electricidad distinta á la de la tierra, tienden á neutralizarse, y una inmensa chispa seguida de otras muchas es lo que constituye los rayos.



En fin, Señores, fatigaría á las personas que me escuchan si tratara de describir todos los beneficios que las ciencias y principalmente la física han prestado á la humanidad, dándole á conocer la causa de cuanto nos rodea.

Así pues, entraremos ahora á hablar del objeto principal de mi disertación; es éste: LA TERMOLOGÍA, SUS PRINCIPALES LEYES Y APLICACIONES. La Termología es la parte de la física que trata de la sistematización científica de las leyes del calor.

El calor que objetivamente se manifiesta, dilatando, licuando, ó evaporando los cuerpos y subjetivamente se percibe por la sensación llamada calor y experimentada en la superficie del cuerpo, se estudia desde dos puntos de vista. Primero: modificaciones que experimentan los cuerpos á causa de las variaciones de temperatura, y segundo: influencias mutuas de los cuerpos para hacer variar sus temperaturas respectivas. Todos los cuerpos que conocemos, cualquiera que sea su estado, sólido, líquido, ó gaseoso, nos parecen al tacto más ó menos calientes ó fríos. Es esta una impresión que depende, como lo demuestra la experiencia diaria, tanto de la disposición particular de nuestros órganos como del estado del cuerpo mismo y aun puede suceder que no nos dé ninguna sensación; en una palabra, que no nos parezca ni frío ni caliente.

El mismo cuerpo, cuando lo tocamos en instantes diferentes, puede producir en nosotros sensaciones distintas y aun opuestas, sea porque se haya enfriado ó calentado en el intervalo, sea que nuestros órganos mismos hayan sufrido modificaciones análogas ó bien que las dos causas de que se trata hayan contribuido simultáneamente á esta diferencia de impresiones. Citaré un caso que manifieste la influencia de estas dos causas. Supongamos por ejemplo que mantenemos durante algún tiempo la mano dere-

cha en un vaso de agua fría y la izquierda en uno que contenga agua muy caliente, después que las introduzcamos en un tercer vaso lleno de agua tibia experimentaremos simultáneamente dos sensaciones opuestas; una de calor, la otra de frío, y que, sin embargo, proviene la una y la otra del mismo cuerpo en el mismo estado. Se comprenderá por esto cuán difícil sería apreciar las variaciones de calor en los cuerpos si no se tuviese por base de esta apreciación más que las sensaciones puramente personales. De ahí la necesidad de buscar entre los efectos que resultan de las variaciones de temperatura en los sólidos, los líquidos y los gases, un fenómeno general y constante para poder servir de punto de comparación en los estudios de esta naturaleza; es decir, un fenómeno del cual se puedan probar y medir las variaciones sin que haya necesidad de hacer intervenir las impresiones personales del observador.

Los físicos han probado un hecho general ó por lo menos sujeto á pocas excepciones, unas aparentes, las otras reales, á saber: que todos los cuerpos, cualquiera que sea su estado físico, calentándose aumentan de volumen, ó se dilatan, y enfriándose, se contraen ó disminuyen de volumen. Una excepción notable es el agua, que cuando se congela aumenta de volumen y tiene su máximo á los 4°.

Describiré algunas de las experiencias propias para poner en evidencia el fenómeno de que acabo de hablar en los sólidos, líquidos y gases. En los sólidos para demostrar la dilatación lineal se hace uso del pirómetro de palanca; aparato compuesto de una varilla metálica fija en una de sus extremidades por un tornillo de presión, mientras que la otra, libre, se apoya sobre el pequeño brazo de una palanca, móvil sobre un cuadrante. Abajo de la varilla está un receptáculo en el cual se arde alcohol. Al



principio de la experiencia la palanca está en el cero del cuadrante; pero á medida que la varilla se calienta, se le ve subir, lo que hace sensible la dilatación en el sentido de la longitud.

Para la dilatación cúbica se emplea el anillo de Gravesande, pequeño aparato compuesto de un anillo metálico, en el cual pasa libremente á la temperatura ordinaria una esfera de cobre que tiene casi el mismo diámetro que él. Cuando esta esfera ha sido calentada, no puede pasar por el anillo, lo que demuestra el crecimiento en volumen.

De dilatación de líquidos nos suministra un buen ejemplo el termómetro.

En cuanto á la dilatación de los gases, se prueba por medio de un aparato compuesto de una esfera de vidrio unida á un tubo; se llena de aire el aparato, y se introduce en el tubo un índice de mercurio de 2 ó 3 cent. Basta calentar con la mano simplemente para ver ascender el índice, lo que prueba la dilatación del aire contenido en el aparato.

La dilatación de los gases es mayor que la de los líquidos, y la de éstos superior á la de los sólidos. En los sólidos hay dilatación lineal y cúbica; la primera se verifica en una sola dimensión, y la segunda en volumen. Sin embargo, nunca se verifica la una sin la otra. En los líquidos y gases no hay que considerar más que dilatación en volumen.

En los líquidos hay que distinguir la dilatación absoluta de la aparente. Esta última es el crecimiento del volumen de un líquido en una envoltura que se dilata menos que él. La dilatación absoluta es el aumento real de volumen, haciendo abstracción de la dilatación de la envoltura.

Los gases son los cuerpos más dilatables, y al mismo

tiempo aquellos cuya dilatación presenta la mayor regularidad.

El calor al obrar sobre los cuerpos puede producir en ellos dos clases de modificaciones: las que tienen por resultado un cambio de volumen, y son las que acabamos de ver; y aquellas que tienen por consecuencia un cambio de estado.

Sabemos que una masa de agua á ciertas temperaturas es susceptible de pasar al estado sólido cuando su temperatura se abate abajo de cierto límite; se convierte en hielo sin cambiar por esto de naturaleza.

Volviendo á su temperatura primitiva, toma otra vez el estado líquido; y si entonces se calienta á 100° bajo la presión de 0'76 se reduce á vapores.

Así el agua y la mayor parte de los líquidos pueden afectar tres estados: sólido, líquido y gaseoso.

Los cuerpos sólidos, como los metales, cambian también de estado, cuando se les somete á una temperatura muy elevada se licúan y aun se reducen á vapores. El enfriamiento produce los fenómenos inversos.

Estos diversos cambios de estado se efectúan en condiciones que varían con la naturaleza de las sustancias, pero que sin embargo, están sometidos á ciertas leyes comunes.

El aumento de calor produce en los sólidos el paso al estado líquido: es lo que se llama  *fusión* ; en los líquidos determina el cambio al estado gaseoso ó  *vaporización* .

El enfriamiento produce en los gases el paso al estado líquido: es la  *liquefacción* ; y en los líquidos la vuelta al estado sólido, que se llama  *solidificación*  ó  *congelación* .

Al verificarse estos cambios se observa esta ley fundamental. En el paso del estado sólido al líquido y de éste al gaseoso, un cuerpo cualquiera absorbe siempre una



cantidad de calor más ó menos notable, sin elevar su temperatura, y al contrario, el cambio inverso determina un desprendimiento de calor exactamente igual al absorbido.

También hay que observar que cuando los cuerpos se pasan del estado sólido al líquido y de éste al gaseoso, van sucesivamente aumentando de volumen y disminuyendo de densidad. De esto hay pocas excepciones, siendo una de ellas la del agua.

La temperatura de fusión cambia para los diferentes cuerpos, pero es fija para cada uno de ellos. Así mientras que el hielo funde á  $0^{\circ}$ , el platino necesita una temperatura de  $2000^{\circ}$  para ser fundido. Hay que observar también que para una misma sustancia el punto de solidificación es el mismo que el de fusión.

En cuanto á la vaporización hay que distinguirla, ante todo de la evaporación. Esta última se efectúa cuando un líquido se reduce espontáneamente á vapores, á temperaturas muy diferentes; así por ejemplo: el agua que se coloca en un vaso, poco á poco desaparece. La vaporización, al contrario, es la reducción á vapores bajo la influencia de una temperatura elevada, en el momento en que esta temperatura alcanza un límite fijo, determinado para cada líquido y constante para una misma presión exterior. La temperatura de ebullición varía también con la naturaleza de los vasos en que está contenido el líquido. Al estudio de la vaporización está ligado el de la Higrometría, que tiene por objeto determinar la cantidad de vapor de agua contenido en un volumen determinado de aire.

Habiendo dado una idea de la influencia que ejercen las variaciones de temperatura en la constitución física de los cuerpos, voy á hacer una breve exposición de los fenómenos que corresponden al segundo punto de vista que

hay que considerar en el estudio del calor; esto es, las influencias mutuas de los cuerpos para hacer variar sus temperaturas respectivas.

Cuando dos cuerpos están en presencia, sea en contacto, sea á distancia, hay cambio de calor entre ellos, por poco que difieran sus temperaturas, de manera que cada uno de ellos es una fuente de calor para el otro.

Generalmente se da el nombre de manantial calorífico á aquel de los cuerpos que tiene la temperatura más elevada.

Estudiaremos los diversos modos de propagación del calor. Estos se reducen á dos principales, según que el cuerpo y la fuente calorífica se encuentren á distancia ó en contacto. El calor puede propagarse ya sea calentando sucesivamente, molécula á molécula, todas las partes materiales que se encuentran interpuestas entre el cuerpo y la fuente de calor; sea calentando directamente el cuerpo sin que la elevación de la temperatura de las partes intermedias sea una condición necesaria para la elevación de temperatura de dicho cuerpo.

El calor se propaga por conductibilidad en el primer caso y por radiación en el último.

La conductibilidad es, pues, la propiedad que tienen los cuerpos de transmitir el calor más ó menos fácilmente en el interior de su masa. Se llaman cuerpos buenos conductores del calor á aquellos que lo transmiten fácilmente; éstos son, sobre todo, los metales, y se da el nombre de malos conductores á los que ofrecen mayor ó menor resistencia á la propagación del calor, tales son: la madera, el vidrio, y sobre todo, los líquidos y los gases.

La radiación es la trasmisión del calor de un cuerpo á otro á través del espacio. Esta propagación se verifica á todas las distancias y en cualquier dirección.



Se llama rayo calorífico la línea según la cual se propaga el calor.

La radiación está sometida á las tres leyes siguientes: 1ª El calor se propaga en todos sentidos al derredor del cuerpo. Si se coloca un termómetro en diferentes direcciones al derredor de un cuerpo caliente, indica en todos una elevación de temperatura. 2ª En un medio homogéneo el calor se propaga en línea recta. Si entre un cuerpo caliente y un termómetro se interpone una pantalla, inmediatamente el termómetro marca temperatura menor.

Pasando de un medio á otro los rayos caloríficos cambian de dirección, y este fenómeno se designa con el nombre de refracción. 3ª El calor se propaga en el vacío. Para demostrar esto, se fija un termómetro en el centro de un matraz de vidrio, en seguida se hace el vacío en éste, después se sumerge en agua caliente é inmediatamente el termómetro indica elevación de temperatura.

Se llama intensidad del calor radiante la cantidad de calor recibida por la unidad de superficie en la unidad de tiempo. Tres causas la modifican: la distancia de la fuente de calor, la oblicuidad de los rayos caloríficos con relación á la superficie que los emite, y su oblicuidad con relación á la superficie que los recibe. Las leyes á que obedece son dos: 1ª La intensidad del calor radiante es proporcional á la temperatura del cuerpo que irradia. 2ª La intensidad del calor radiante está en razón inversa del cuadrado de la distancia.

La velocidad de propagación del calor radiante es tan grande como la de la luz; hay una analogía completa entre los fenómenos del calor radiante y los de la luz, las mismas leyes rigen á los unos y á los otros, de manera que las radiaciones luminosas y las caloríficas parecen ser producidas por movimientos de la misma naturaleza.

Como la luz, el calor radiante se propaga en línea recta en los medios homogéneos y como ella también se refleja en las superficies de los cuerpos obedeciendo á las mismas leyes.

Los rayos de calor que caen sobre un cuerpo, no son todos reflejados; se dividen generalmente en dos grupos, el primero está compuesto de los rayos que se reflejan regularmente y de aquellos que lo hacen de una manera irregular; es decir, en todas direcciones al derredor del punto de insidencia, fenómeno que se designa con el nombre de reflexión irregular ó *difusión*. El segundo grupo está formado de los rayos que son absorbidos por el cuerpo determinando una elevación de temperatura en su masa; y de aquellos que lo atraviesan, de la misma manera que la luz atraviesa los medios transparentes.

Las proporciones de estas diversas fracciones del calor insidente varían mucho, según la naturaleza del cuerpo que los recibe, el estado de su superficie, etc., etc. De ahí las expresiones de poder reflector, difusivo, absorbente y diatérmico; para designar las propiedades que corresponden á estos diferentes modos de radiación del calor en los diversos cuerpos.

La reflexión regular se verifica sobre las superficies pulidas; la irregular sobre las superficies rugosas.

El poder difusivo varía con la fuente de calor y con la superficie reflejante. Con los metales, el papel, el vidrio despolido, etc., el poder difusivo es más ó menos grande según la fuente calorífica.

El poder absorbente de un cuerpo está siempre en un orden inverso de su poder reflector y varía con la inclinación de los rayos incidentes.

Se llama poder emisor ó radiante la propiedad que tienen los cuerpos de emitir calor.



Finalmente, además de la propiedad que tienen los cuerpos de reflejar, absorber y emitir el calor, algunos lo dejan pasar á través de su masa, tales son: el aire, el vidrio, etc.

Otras sustancias como los metales son impermeables al calor. Se llaman sustancias diatérmanas á las primeras y se reserva el nombre de atérmanas para las últimas.

Tales son en extracto, los principales fenómenos que corresponden á los dos puntos de vista que me propuse considerar en el estudio del calor.

Haré por último una simple enumeración de las principales fuentes que producen este agente. Estas se dividen en tres grupos: 1º Fuentes mecánicas; comprendiendo el frotamiento, la percusión, la presión y el choque. 2º Físicas, á saber: la radiación solar, el calor terrestre, las acciones moleculares, los cambios de estado y la electricidad. 3º Químicas, es decir, las combinaciones moleculares y principalmente la combustión.

Parece un hecho comprobado que el calor animal ó vegetal tiene también por origen una serie de acciones químicas más ó menos complexas, que constituyen los fenómenos de la nutrición, de la respiración y la asimilación de los alimentos.

En cuanto á las múltiples y variadas aplicaciones que tienen los fenómenos y leyes del calor y que no enumeramos por falta de tiempo, sólo haremos especial mención de la aplicación del vapor como fuerza *motriz* en las máquinas que se utilizan en fábricas y talleres y en la más notable y útil de cuantas se han inventado: *la locomotora*.

Demasiado árida ha tenido que ser mi disertación, porque estoy muy lejos de poseer las dotes del artista de la palabra, que sobre el asunto más estéril escribe, sin embargo, elegante y florido discurso.

Secreto es este que sólo está al alcance de las inteligencias privilegiadas; pero nunca de la mía.

Y lo lamento tanto más cuanto que hubiera podido, con la sola enumeración de los fenómenos, sus causas y las leyes que los rigen, cautivar la atención de las personas que me escuchan.

Reflexionando un momento, qué magia, qué encanto tan irresistible tendrá para el genio aquel pensamiento que ha concebido y por medio del cual le parece descubrir un misterio de la naturaleza.

Por un instante figuraos el fuego, el entusiasmo y la grandeza de sus concepciones cuando por vez primera enuncia el problema que ha resuelto, delante del ilustrado auditorio que lo escucha, y si tenéis idea de la elocuencia de sus palabras, comprended entonces, la desesperación del discípulo que anhela repetir las lecciones del maestro, pero que se desalienta al ver que sus frases son frías, y les falta la expresión y el colorido.

He dicho.

México, 17 de Julio de 1891.

JULIA CARRANZA.