

FÍSICA APLICADA Á LA MEDICINA, CIRUGÍA, HIGIENE Y FARMACIA.

(Continuación).

Finalmente, á veces no sólo llega á las paredes torácicas la simple resonancia de la voz, sino que ésta viene articulada y habla al oído que ausculta con la misma claridad que si el oído estuviese aplicado á la laringe del enfermo (*pectoriloquia*).

Cuando las paredes inferiores de los bronquios gruesos están cubiertos de mucosidades, se produce á cada movimiento el sonido llamado *ral*; si las mucosidades ocupan los pequeños bronquios, el sonido se eleva y se hace *crepitante*. El origen de estos ruidos es el siguiente: ó bien el aire atravesando los bronquios y encontrando el líquido viscoso (moco) forma burbujas que estallan con alguna fuerza; ó bien al penetrar en los pulmones, rompe la columna húmeda de moco, que por razón de su viscosidad, se halla adherido á las paredes de los pequeños bronquios en el momento de la espiración, produciendo la crepitación. Hay rales húmedos y secos; los primeros se verifican cuando el líquido que barniza las paredes bronquiales tienen bastante viscosidad; los segundos aparecen cuando el líquido es fluido ó de poca viscosidad.

344.—Ruidos observados en la circulación de la sangre.—En el aparato circulatorio se observan ruidos de diversa naturaleza: los distinguiremos en *vasculares*, ocasionados por los vasos, y *cardiacos* ó del corazón.

(a) Ruidos vasculares.—Las investigaciones hechas en la circulación de los líquidos en tubos cerrados manifiestan, que basta acelerar la corriente del líquido para producir un ruido notable; por el contrario se puede evi-

tar cualquier ruido suavizando el roce, esto es, disminuyendo la aspereza de las paredes.

Las condiciones las más favorables para la formación de los ruidos que engendra el movimiento de los líquidos, se encuentran reunidos:

1º Cuando el líquido en movimiento poseé una grande fluidez:

2º Cuando las paredes del tubo son delgadas:

3º Cuando el tubo mismo tiene bastante calibre:

4º Cuando la superficie interna del tubo presenta asperezas ó rugosidades:

5º Cuando los tubos son flexibles, que cuando son rígidos:

6º En fin las variaciones que sobrevienen dependen de otras varias condiciones en que se hallan los tubos y el líquido; así cuando éste pasa rápidamente de un punto estrecho á otro que lo es más, y cuando la corriente en vez de seguir el eje del tubo, se quiebra formando ángulo, ó se separa en dos por bifurcarse el tubo.

En las condiciones fisiológicas la sangre corre silenciosamente en los vasos del sistema arterial y venoso, pero bajo la influencia de ciertos estados mórbidos, se producen ruidos que generalmente reconocen por causa los cambios sobrevenidos en el lecho de la corriente, es decir, en las paredes del vaso; así es como se oye un ruido de soplo en la vena yugular en los individuos *cloroménicos*.

Hay otros ruidos que imitan el de sierra, de lima, de cuero nuevo, etc. por lo que toman estas mismas denominaciones. La explicación del modo como se produce está todavía mal aceptada, por lo que omitimos para no detenernos más.

(b) Ruidos cardiacos.—Estos son de más importancia y están mejor explicados. Los principales en esta categoría se producen en los orificios cardiacos ó cardio-arteriales, regularmente cuando hay una prominencia ó válvula: se les oye tanto en el estado fisiológico como en el patológico.

En el momento del sístole del ventrículo se oye un primer ruido natural ó fisiológico, debido á la cerradura de las válvulas aurículo-ventriculares, y al principio del diástole un segundo ruido producido por las válvulas

sigmoideas ó semilunares. En el estado normal, las válvulas del corazón cierran herméticamente las arterias en cada sístole y en cada diástole de este órgano, por manera que el ruido es de corta duración y presenta un carácter musical.

El primer ruido, ó ruido sistólico, es atribuído á la cerradura de las válvulas aurículo-ventriculares; el segundo ruido diastólico se debe á la cerradura y choque de la sangre contra las válvulas sigmoideas.

Cuando alguna de las válvulas, sean las aurículo-ventriculares, ó sean las sigmoideas no cierran herméticamente las aberturas correspondientes, viene á hacer sacudida continuamente por la corriente sanguínea que entonces pasa sin interrupción, resultando un ruido continuo anormal. Siempre que un ruido de esta naturaleza acompaña ó reemplaza á uno de los sonidos normales, se puede concluir que se trata de alguna alteración mórbida que tiene su sitio en las válvulas ú orificios del corazón.

Tal sucede en las estrecheces de los orificios, en las insuficiencias valvulares, en las vegetaciones, etc. Los caracteres de estos ruidos ofrecen variedades diversas, ya sean ruidos de soplo, ya de roce ó raspadura, y enfin, tales como las del aparato pulmonal.

ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

SECCION 3^a

DEL CALÓRICO. (*)

CAPÍTULO I.

PROPIEDADES GENERALES Y MEDIDA DEL CALOR.

345. Definición.—Se da el nombre de *calórico* al agente físico que goza de la propiedad de separar las moléculas de los cuerpos contrariando en ellos la fuerza de cohesión.—Este agente es el que produce en nosotros las

(*) La parte relativa al calórico, la extractamos del Manual de Física pura y aplicada del Sr. D. Eduardo Rodríguez.—Madrid 1873.

sensaciones de calor y frío, las que en rigor no son opuestas, como se cree, sino diversos grados de la acción del calor.—Si introduzco una mano en agua tibia y la otra en hielo fundente, y después paso ambas al agua que esté á la temperatura ambiente, me parecerá que la una mano está en un medio muy caliente, y por el contrario, la otra en medio más frío. Esto manifiesta que en ciertos límites la sensación de calor ó frío son relativas; y que lo que nosotros decimos frío, puede todavía tener su grado de calor, si se compara con otra temperatura más baja.

Hay dos hipótesis para explicar la naturaleza del calor. En la una se supone que el calórico es un fluido material cuyas moléculas están en estado de constante repulsión; siendo él el que impediría el contacto de las moléculas de los cuerpos, y teniendo la facultad de pasar de un cuerpo á otro que contenga menos: esto es la teoría llamada de las *emisiones*; según élla se enfría un cuerpo porque pierde calor.

La segunda hipótesis sostiene que el calórico se produce por un movimiento vibratorio de las moléculas de los cuerpos, cuyas vibraciones son capaces de transmitirse á los demás cuerpos por las ondulaciones que producen en el fluido sutil y elástico llamado *éter*. Cuanto más caliente se encuentra un cuerpo, mayor será la rapidez é intensidad de las vibraciones. Esta es la teoría de las *ondulaciones*, y en élla, el enfriamiento es producido por perder movimiento las moléculas del cuerpo; así, los fenómenos caloríficos son debidos al movimiento y por eso se llama también esta teoría *dinámica ó termodinámica*. El movimiento ó trabajo molecular produce, primero la separación de las últimas moléculas del cuerpo, venciendo la fuerza que las retiene, en cuyo caso no se hace ostensible al exterior, como calor, por cuyo motivo lleva el nombre de *trabajo interior*; para distinguirlo del *exterior* que se ocupa en vencer las resistencias exteriores opuestas á la dilatación; ó finalmente la vibración de las moléculas se comunica á los demás cuerpos aumentando el calor en ellos, en cuyo caso el cuerpo pierde calor porque trasmite una parte de la velocidad de sus moléculas á las de los otros cuerpos. De modo que la fuerza calorífica que recibe un cuerpo produce:

trabajo interior ó de separación de sus moléculas; trabajo exterior opuesto á las fuerzas exteriores que impiden la dilatación, y aumento de velocidad en las vibraciones de las moléculas, ó sea aumento de calor sensible; por lo cual se dá el nombre de temperatura á la mayor ó menor cantidad de *calórico sensible* que tiene un cuerpo.

346. Equilibrio del calórico en los cuerpos.—El calórico tiende siempre á equilibrarse en los cuerpos. Si colocamos un cuerpo caliente al lado de otro que no lo esté, observaremos que el más caliente va perdiendo su calórico, mientras que el más frío va ganando, hasta lograr ponerse los dos á la misma temperatura, y por último, á la del ambiente en que están colocados, en cuyo caso se establece el equilibrio.

Cuando estamos colocados en la cercanía de un cuerpo de menor temperatura que el nuestro pero de masa considerable, como por ejemplo, en las inmediaciones de un nevado, sentimos que nuestro cuerpo se nos enfría como si aquél nos comunicase su baja temperatura. Esta aparente radiación del frío, depende, no de que el cuerpo de baja temperatura nos comunique rayos frigoríficos, sino de la tendencia que todo cuerpo tiene á equilibrar su temperatura con la de los inmediatos. Así en el ejemplo propuesto la montaña helada no nos envía rayos fríos, sino que nos sustrae el calor que tenemos; ó en otros términos, la temperatura mayor baja al mismo tiempo que la inferior sube, para ponerse ambos en equilibrio.

347. Explicación del estado de los cuerpos.—El calórico tiende á separar las moléculas de los cuerpos contrariando la atracción molecular, de modo que en un cuerpo sólido esta atracción molecular vence á la fuerza repulsiva del calórico.—Si el sólido se calienta, se dilata por seguir la separación de sus moléculas, hasta que llega á una temperatura, variable para los diferentes cuerpos, á la cual se convierte en líquido, y entonces se puede decir que las dos fuerzas están en equilibrio. Calentándolo todavía más, continúa dilatándose hasta llegar á una temperatura en que la atracción molecular está vencida por la fuerza repulsiva, y pasa el cuerpo al estado gaseoso. Si todavía se le calienta más, llega el cuerpo á descomponerse, pues el calor vence la afinidad química que

tenía reunidos los átomos formando el cuerpo compuesto. Saint-Clair Deville ha dado á este fenómeno el nombre de *disociación*, y supone que existe una temperatura para cada cuerpo, á la cual se descompone en totalidad, pero antes se puede descomponer en parte. Resulta de lo dicho: *que en los sólidos, vence la atracción molecular; en los líquidos hay equilibrio entre las dos fuerzas; y en los gases vence la fuerza repulsiva*; teoría que está muy de acuerdo con los fenómenos que se observan en los cuerpos. También resulta, que un cuerpo para pasar de un estado á otro, necesita tomar ó abandonar calórico; citaremos el ejemplo del agua, que siendo líquida, si se la enfría, ó lo que es lo mismo, si se la quita calórico, se convierte en sólida ó hielo, y si la calentamos, se hace vapor. Nos ocuparemos más adelante de estos cambios de estado.

348. Dilatación de los sólidos por el calórico.—Hemos dicho que el calórico dilata los cuerpos; vamos á demostrar que así sucede, pues tiene importantes aplicaciones esta propiedad. La dilatación es siempre en volumen ó *cúbica*, pero en los sólidos muchas veces es necesario reconocer sólo la *lineal*. Para probar esta dilatación lineal de los sólidos supongamos una barra del cuerpo que deseamos observar, la cual atraviesa dos soportes y está fija á uno de ellos por medio de un tornillo: si se calienta esta barra, como se halla fija en un extremo, la dilatación se manifestará por el otro: coloquemos una aguja que pueda girar al rededor de un punto, y hagamos que apoye la barra en el brazo menor de aquélla; el otro brazo describirá un arco de círculo al dilatarse la barra, y marcará en un cuadrante la mayor ó menor extensión que toma. Poniendo cuerpos diferentes y calentándolos con la lámpara colocada debajo de ellos, se puede observar la dilatación de un gran número.

El anillo de Gravesande, tan conocido de todos, prueba también la dilatación en todos sentidos. Consta de un anillo metálico y una esfera de la misma sustancia que atraviesa fácilmente el anillo cuando está frío; pero después de calentada se mantiene sobre el anillo sin poderlo atravesar mientras no se enfríe aquella.

349. Dilatación de los líquidos.—Los líquidos se dilatan, y esta propiedad es fácil observar en ellos. Suponga-

mos un tubo delgado de vidrio unido á un recipiente de alguna capacidad: llenándolo éste de líquido y calentándole, veremos á aquél elevarse en el tubo. En estos cuerpos sólo se considera la dilatación cúbica, y hay que distinguir en ellos la dilatación *aparente* y la *absoluta ó verdadera*: pues como los líquidos están contenidos en un vaso ó recipiente, cuando se hace la experiencia, obra también el calor sobre el vaso que lo contiene, haciéndole de mayor capacidad. Podemos convencernos de esta verdad introduciendo el recipiente lleno de líquido en otro vaso que contenga agua hirviendo: veremos que en el primer momento baja el líquido en el tubo, porque el recipiente se calienta antes que el líquido y se dilata; después se calienta también éste y empieza á subir. Los líquidos no se dilatan de una manera uniforme; pues la generalidad de ellos se dilata más cuando la temperatura es elevada.

350. Dilatación de los gases.—Los gases se dilatan también, y para convencernos basta hacer uso del mismo aparato que para los líquidos. Estando éste lleno de aire se introduce por el tubo un pequeño índice de mercurio ó cualquier otro líquido coloreado: si en este estado se calienta el recipiente, se nota que al momento sube el índice.

351. Aplicación de la dilatación de los cuerpos á la medida de temperaturas.—Una de las aplicaciones más importantes de la dilatación de los cuerpos es la de medir el calor sensible ó temperatura de otro cuerpo. En efecto, se concibe bien que si un cuerpo se dilata tanto más cuanto es mayor la cantidad de calor que recibe, y si esta dilatación es uniforme y en relación con los grados de temperatura que se le comunica, podrá servir de punto de comparación ó unidad de medida para apreciar la temperatura de otros cuerpos. Los aparatos destinados á tal objeto son de diferentes especies conforme el uso á que se les destina: si han de medir temperaturas muy elevadas, se llaman *pirómetros*, y éstos son regularmente sólidos; los destinados á temperaturas medias, toman el nombre de *termómetros* y se los construye ordinariamente con sustancias líquidas, como el alcohol ó el mercurio; y los que miden pequeñas diferencias de temperatura entre dos cuerpos, se llaman *termoscopios* ó *ter-*

mómetros diferenciales, y éstos por lo común tienen su fundamento en la dilatación de los gases.

352. **Termómetros.**—Son tan conocidos en el día estos instrumentos que prescindiremos por completo de su descripción; bástenos el decir que están compuestos de tubos capilares finísimos de igual capacidad en toda su extensión, soldados á una ampolla que contiene mercurio ú otro líquido.

Las condiciones que deben tener para que den indicaciones exactas, se reducen á la igualdad del calibre del tubo; á la pureza del líquido que sirve para su construcción; á la delgadez de las paredes del depósito y á la cantidad de líquido que éste puede contener.

Para conocer si un termómetro está bien construído, hay que repetir dos operaciones indispensables, que el fabricante de dichos instrumentos debió también hacerlas antes de entregarlos al comercio. Estas se reducen á la determinación del 0 y del 100 en el termómetro centígrado.

Para verificarlo, se procede de la manera siguiente: se rodea el depósito del termómetro que se trata de comprobar con hielo machacado, y se lo mantiene en este estado, lo menos veinte minutos; se observa entonces si la columna mercurial descende hasta colocarse al nivel del 0 marcado en el instrumento; si ésto sucede, ha hecho bien el constructor la determinación del 0; pero de ésto no se puede concluir que el instrumento sea bueno; falta la determinación del extremo opuesto de la escala termométrica.

Para indagar si el grado 100 está bien colocado, se procede así: en una caja de hoja de lata de regulares dimensiones, que tiene un cuello por su parte superior, se vierte agua hasta la tercera parte de su capacidad; en seguida se introduce el termómetro por el cuello de la caja de lata al traves de un corcho perforado que debe dejar algún resquicio para la salida del vapor. Dispuesto ésto así, se calienta todo el aparato en un bracerillo cualquiera, cuidando de no activar mucho el fuego y de dejar fuera del aparato la extremidad alta del termómetro. La esfera ó depósito de este instrumento debe estar siquiera tres ó cuatro centímetros más alto que el nivel del agua, para que con el movimiento de la ebullición no lo toque, y lo bañe únicamente con su vapor. Una vez que haya

entrado en ebullición el agua, hay que observar el barómetro, porque es condición indispensable, que la presión exterior, mientras se hace el experimento, sea de una atmósfera; y si ésto no se consigue, hay que hacerlo artificialmente ó hacer la corrección respectiva, lo cual complica la operación. Al nivel del mar no habría ninguna dificultad. Si dispuestas de este modo las cosas, la columna mercurial sube al grado 100, el termómetro está bien arreglado: faltaría solamente saber si las divisiones intermedias están bien hechas, y si el tubo es perfectamente cilíndrico. Estas dos circunstancias no pueden averiguarse sino comparando el instrumento con un termómetro normal, para lo que basta sumergir ambos instrumentos en un baño de agua á diversas temperaturas, y observar si los dos termómetros marcan el mismo grado.

Para el caso de que la presión atmosférica sea menor que $0^m.76$, Biot ha dado un medio exacto para hacer la corrección, porque ha observado que $0^m.027$ de diferencia barométrica corresponden á un grado de temperatura.

353. Diferentes escalas termométricas.—En la manipulación anterior al averiguar la posición del 0 y del 100, hemos hablado en el supuesto de tener un termómetro de Celsius, ó sea de 100° , pero en la práctica se distinguen otras dos clases de termómetros con escalas diferentes, pero que tienen sus puntos de contacto, como lo vamos á ver.

El termómetro de Reaumur está dividido tan sólo en 80° pero el 0 corresponde al hielo fundente, y el 80° al vapor de agua en ebullición, tal como en el centígrado. De ésto proviene que los grados de éste son un $1/5$ más pequeños que los Reaumur; y que para buscar su equivalencia basta formar una proporción.

La escala de Farenheit está dividida en 212° , correspondiendo esta cifra también al vapor de agua en ebullición; pero su 0 no corresponde al hielo fundente como en los dos anteriores, sino á una mezcla de partes iguales de hielo y sal amoniaco, que baja 32° la temperatura; por manera que, el 0 del centígrado corresponde á 32° de F. Luego para reducir los grados de F á la escala centígrada hay que restar ante todo 32 de 212 y después formar la proporción.

354. Termómetros de alcohol.—Si el líquido que se emplea para construir el termómetro es alcohol, debe colorearse con un poco de carmín ú otra tintura semejante, para que se distinga bien la columna líquida. El 0 se encontrará como en los termómetros de mercurio, pero el punto superior debe marcarse por comparación con otro termómetro también de mercurio, porque siendo la temperatura de ebullición del alcohol 78° , forma vapores á 100° que pueden romper el instrumento; y además las indicaciones de 70° arriba ya no son exactas; por esto un termómetro de alcohol y otro de mercurio que coinciden en 0 y en 100, tienen mucha diferencia en los puntos intermedios.

355. Termómetros de máxima y mínima.—Sucede generalmente tener que observar el grado de temperatura de un lugar inaccesible á la vista, ó que el observador no esté presente; en cuyo caso es preciso que el instrumento por sí mismo señale la temperatura mayor ó menor á la que ha podido llegar en un tiempo dado: en el primer caso se tienen los termómetros de *máxima*, y en el segundo, los de *mínima*. Los primeros son de mercurio, y tienen en el interior del tubo capilar un pequeño índice de acero que camina impulsado por la columna mercurial cuando asciende el termómetro, pero no le sigue cuando desciende, por la ninguna adherencia entre el acero y el mercurio. Para que la atracción de la tierra no tenga efecto sobre el pequeño índice, se coloca el termómetro horizontalmente; lo mismo se hace con el que sigue.

El termómetro de mínima suele ser de alcohol: tiene un índice formado de un tubito de esmalte que permite pasar el alcohol libremente en el ascenso más no en el descenso, por la adhesión que tiene el alcohol con la sustancia del índice. Cuando ha bajado la temperatura al minimum queda señalando el índice con bastante exactitud.

Hay otros termómetros de máxima y mínima contruídos según otro sistema; y ahora en el comercio hay uno cuya disposición es singular é ingeniosa, puesto que el mismo termómetro señala la máxima y la mínima, según la extremidad mercurial que se considere; pero pasemos á hablar de los termómetros médicos ó de los termómetros clínicos, para no extendernos demasiado.

356. Termómetros clínicos.—La determinación de la temperatura del cuerpo del hombre y de los animales necesita instrumentos precisos y sensibles, es decir, instrumentos que permiten marcar con toda exactitud las diferencias de temperatura más pequeñas, y señalándolas éstas con la mayor rapidez posible. Con este fin se eligen termómetros de tubo capilar muy fino, y cuyo depósito tenga poca capacidad y paredes muy delgadas. Si con estas condiciones se quisiese conservar toda la longitud de la escala termométrica, desde el 0 hasta el 100, se vería uno precisado á prolongar mucho el tallo del instrumento, lo cual haría muy incómoda su aplicación. Para evitar este inconveniente, se construyen los termómetros médicos ó clínicos con su escala fraccionada, es decir, reducida únicamente á los grados dentro de los que puede oscilar la temperatura del hombre sano ó enfermo. Por ésto, los termómetros que hoy se usan tienen una escala tan reducida, que comenzando en 25 ó 30° se extiende á lo sumo hasta 50; y aún así jamás la temperatura del hombre puede llegar á tocar estos extremos, pues, nunca pasa de 43° ni baja de 34° la temperatura, por graves que sean las enfermedades. Las figuras 55 y 56 manifiestan la forma que los constructores dan á los termómetros médicos.



Fig. 58.

Suelen también construirse los termómetros médicos con un índice, para determinar la máxima de la temperatura á que puede subir en el hombre.

Termómetro clínico ordinario de máxima.

El mecanismo para hacer que se separe el índice del resto de la columna mercurial varía mucho; pues en unos es la oxidación del mercurio la que impide que se unan las dos columnas.

Para tomar una observación, se coloca el termómetro en el hueco axilar, después de sacudirlo bruscamente, hasta que el índice se ponga por debajo de la temperatura ordinaria del hombre.

Se sacude el termómetro tomándolo por la extremidad para que la fuerza centrífuga haga descender el índice

á un grado inferior al que se debe tomar; entonces una vez calentado el mercurio por el calor del individuo levanta el índice hasta el máximo de calor. Queda señalado el grado mayor á que ha subido, por cuanto por el enfriamiento se recoge la columna mayor dejando fija á la menor.

Para tomar una nueva observación conviene sacudir de nuevo el termómetro como la vez primera.

No obstante la oxidación del mercurio hay ocasiones en que se unen ambas columnas y el termómetro queda transformado en ordinario ó simple.

Este inconveniente ha evitado en nuestros días el Sr. León Blok con una idea muy feliz. Su termómetro, que es también de máxima, está construído con una especie de estrechamiento en el interior del tubo capilar, estrechamiento que permite el ascenso del mercurio, más no el descenso, porque al encontrarlo se corta más bien la columna mercurial en este sitio, quedando, pues, una parte fija en la escala para que pueda servir de índice. El inconveniente que tienen estos termómetros es, que aún el índice se contrae por el enfriamiento, siquiera sea una pequeña cantidad, ocasionando por tanto un error por defecto, que es preciso corregirlo.

Por último, hay termómetros médicos construídos en espiral, y de máxima, que ofrecen bastante comodidad para colocarlos en el hueco axilar, pero por desgracia su precio es bastante elevado.

357. Termómetro metálico de Breguet.—Describimos este termómetro por su grande sensibilidad. Se funda en la desigual dilatación de los metales; y consta de una cinta metálica HH (fig. 57) arrollada en espiral y sostenida verticalmente por un soporte SS. A la extremidad inferior de la espira hay un puntero ó aguja que señala los grados de un cuadrante, los que son en número de 100.

La espira está compuesta de tres metales, platino, oro y plata superpuestos y soldados en toda su extensión. El platino forma la cubierta exterior de la espira, y la plata la interior. Cuando la temperatura sube la élíce se desenvuelve, puesto que la pla-



Fig. 59.

Otra variedad de termómetro de máxima.

ta se dilata más que el platino; lo contrario sucede cuando la temperatura baja. La aguja sigue los movimientos de la espira, é indica sobre el cuadrante la temperatura correspondiente hasta en 20 segundos de grado. El oro que posee una dilación intermedia entre el platino y la plata, desempeña un oficio puramente pasivo, impidiendo el que los dos otros metales se rompan por su notable diferencia de dilatabilidad. Este termómetro se gradúa comparándolo con uno normal de mercurio.

358. Termómetro diferencial.—Como modelo de los termómetros gaseosos, haremos mención rápidamente del termómetro diferencial de Leslie y del termómetro de aire.

El termómetro de Leslie está destinado á dar á conocer una pequeña diferencia de temperatura entre dos puntos cercanos, por ejemplo, las dos manos de uno ó de dos individuos. Está formado de un tubo encorvado dos veces en ángulo recto, y terminado en sus extremos por dos esferas huecas iguales. En el interior del tubo, y ocupando la rama horizontal y parte de las verticales, hay una columna líquida, que regularmente



Fig. 60.

Termómetro metálico de Breguet.

es ácido sulfúrico coloreado, que se ha introducido de antemano al construir el instrumento. Para graduarlo se hace de modo que el líquido quede á la misma altura en los dos brazos verticales, para lo cual se calienta el recipiente de la parte donde está más bajo. De este modo el aire se dilata haciendo pasar el líquido al otro recipiente, y también una parte del aire dilatado: al enfriarse baja el líquido, y se consigue, repitiendo la operación algunas veces, que se quede éste á igual altura, en la que se marca 0; después se calienta uno de los recipientes para que se ponga á una temperatura mayor que el otro, por ejemplo de 5 grados; el líquido baja en este lado por dilatarse el aire y sube en el otro; donde queda fijo en este otro lado, se marca 5 y se divide el intervalo desde el 0, en 5 partes iguales continuando la división por arriba, y subdividiendo en las partes iguales que permita la extensión de cada grado. Si los recipientes fueran de una capacidad exactamente igual, serviría la misma escala para el otro brazo del tubo,

pero como esto no sucederá, debe graduarse de igual manera.

359. Termómetro de aire.—Entre 0° y 100° la dilatación del aire es sensiblemente proporcional á la del mercurio; pero más allá de 100° el gas se dilata menos rápidamente que el líquido, de manera que sobre esta cifra las indicaciones termométricas suministradas por la dilación del aire no concuerdan con la del termómetro de mercurio; cuando, por ejemplo, este último marca 182° el termómetro de aire no indica sino 180° .

El termómetro de aire es un aparato destinado á evaluar la temperatura por medio de la dilatación del aire. La misma disposición que se ve en el aparato de la fig. 58, puede servir para este uso. También se puede construir uno más sencillo, introduciendo en el recipiente de un tubo de termómetro un poco de aire seco, y en el tubo un pequeño índice de mercurio, graduándole con comparación á un termómetro ordinario.

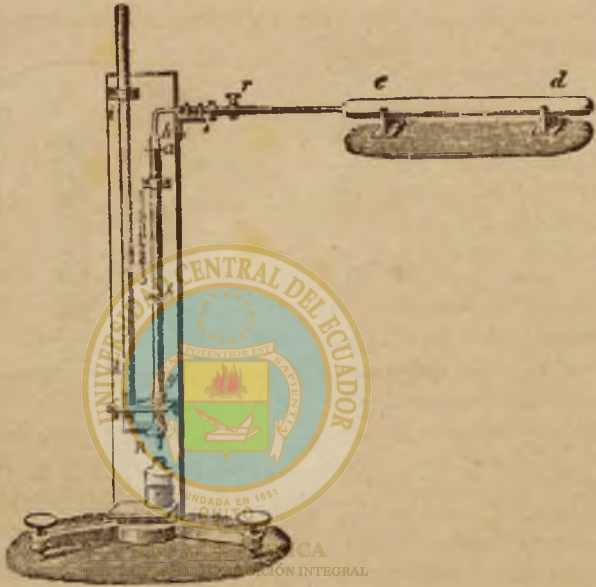


Fig. 61.

Aparato para medir la tensión de un gas.

360. Caloría.—Se da el nombre de *caloría* á la cantidad necesaria de calor que pueda elevar un kilogramo de agua á 1° centígrado.

361. Coeficiente de dilatación.—Hemos demostrado que los cuerpos se dilatan con el calórico, y que esta dilatación se verifica dentro de ciertos límites constante para cada cuerpo. Se llama por tanto, *coeficiente de dilatación* de un cuerpo el aumento que toma la unidad lineal ó cúbica para una diferencia de temperatura de 0° á 1° .

362. Cero absoluto.—El coeficiente de dilatación del aire es según Regnault $0,00.367=1/273$; que quiere decir, que perdiendo el aire la cantidad de calor correspondiente á 1° disminuye $1/273$ de su volumen, y de aquí

puede deducirse que si el aire baja á -273° , y con poca diferencia los demás gases, habrán perdido todo su calórico y se encontrarán en un volumen que no podrá disminuir; de modo que estarán á la temperatura de *cero absoluto*, en cuyo caso las moléculas no tienen su movimiento vibratorio. Como no se ha encontrado la manera de obtener una temperatura tan baja, no puede saberse cuales serán las leyes de la comprensibilidad de los gases, ni el estado en que se encontrarán sometidos á tan intenso frío.

CAPÍTULO II.

RADIACIÓN, REFLEXIÓN Y TRANSMISIÓN DEL CALÓRICO.

363. Radiación del calórico.— Hemos dicho anteriormente que el calórico tiende al equilibrio en los cuerpos; por lo tanto pasa de los calientes á otros más fríos, atravesando el espacio que los separa, y ésto es lo que se llama *radiación*. Sea cualquiera el medio que deba atravesar, y aún en el vacío, radia siempre calórico un cuerpo, la prueba es que si se le rodea de otros más fríos, él se enfriará y los otros se calentarán. El calórico se radia en línea recta y lo prueba el que si ponemos un termómetro sensible en presencia de un cuerpo caliente, el termómetro subirá, pero si colocamos entre los dos un tercer cuerpo, el termómetro bajará. El calórico se radia en todos sentidos, lo que se demuestra con termómetros sensibles colocados á diversas distancias y en distintas direcciones, se ve que todos ellos acusan elevación de temperatura proporcional á las distancias, como más luego veremos.

364. Pérdida de intensidad con la distancia.— *Las cantidades de calórico radiado recibidas por dos superficies iguales, son inversamente proporcionales á los cuadrados de las distancias al foco calorífico*; es decir, que si la distancia es doble, la cantidad del calórico será la cuarta parte, y si triple, la novena, y así de seguida. Esta ley se demuestra experimentalmente ó por el cálculo.

365. Influencia de la inclinación de los rayos.— Un cuerpo se calienta menos cuando recibe con mayor inclinación los rayos caloríficos; por esto es que el sol no calienta la tie-

rra tan eficazmente por la mañana y la tarde, como lo hace á medio día. Por lo demás este hecho está en consonancia con la ley de la reflexión que luego veremos.

366. Hipótesis sobre la radiación.—Según la hipótesis admitida hoy día, todos los cuerpos radian calórico, sea cualquiera su temperatura; de modo que si dos cuerpos están en presencia uno á 0 y otro á 100 grados, el que está á 0 radia calórico al otro y éste al primero, pero el caliente radia más que recibe y el frío recibe más que radia, por lo que al fin la temperatura acaba por hacerse igual en los dos.

367. Ley de los enfriamientos según Newton.—Newton había creído que un cuerpo pierde en un tiempo dado una cantidad de calórico tanto mayor, cuanto más grande es la diferencia de temperatura entre el cuerpo y el medio que le rodea; pero esta ley, según los experimentos de Doulong y Petit, no puede tomarse como cierta sino hasta unas temperaturas que se diferencien lo más de 20'' á 25°; á mayores diferencias de temperatura hay error en suponer exacta la ley de Newton.

368. Modo de enfriarse los cuerpos.—Cuando un cuerpo caliente está rodeado de aire ó de un líquido, se enfría por radiación, y además por el contacto con el cuerpo que le envuelve, el cual, si es fluido, renueva constantemente contra la superficie del que está caliente, pues en cuanto ha tomado una pequeña cantidad de calórico, se dilata, y haciéndose más ligero, se eleva en la masa gaseosa ó líquida, reemplazándose con otra porción más fría contra el cuerpo caliente.

Continuará.