

FISICA APLICADA A LA MEDICINA, CIRUGIA, HIGIENE Y FARMACIA

POR

JOSE MARIA TROYA. — Profesor en la Universidad

(Continuación. — V. el n^o 66, pág. 46)

399. Estado vesicular. — El vapor de agua se presenta á veces en forma particular de globulillos sumamente pequeños, de modo que es visible, y en este caso se dice que está en estado *vesicular*.

400. Estado esferoidal. — Si un líquido se coloca sobre un cuerpo metálico que esté á elevada temperatura, ofrece particularidades en su vaporización que vamos á indicar. El líquido toma la forma de esfera más ó menos aplastada según su cantidad, y adquiere un movimiento rápido (fig. 62),

no toca á la superficie metálica y su vaporización es mucho menos rápida que á la temperatura de ebullición, conservándose además el líquido á una temperatura inferior á ésta: el agua no pasa de

95,5 grados; el alcohol de 75,5, el eter de 34 y el ácido sulfuroso de — 10,5; si se va enfriando el cuerpo me-

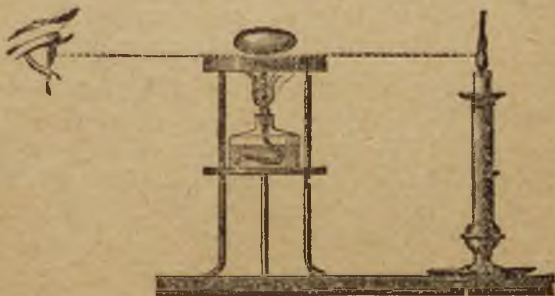


Fig. 62.

Líquido en estado esferoidal.

tálico, llega á una temperatura en que estos fenómenos no se producen, y se forma una rápida vaporización. Todo lo dicho tiene lugar á una temperatura tanto más elevada, cuanto le sea la de ebullición del líquido; para el agua empieza á 200° , para el alcohol á 134 . Boutigny ha estudiado este estado de los líquidos, al que ha dado el nombre de *estado esferoidal*, y ha hecho experimentos curiosos, entre los que citaremos uno como ejemplo: consiste en calentar hasta el rojo una cápsula metálica y echar en élla algunas gotas de agua: en seguida se echa un poco de ácido sulfuroso que hierve á -10° , y como baja todavía de esta temperatura en el estado esferoidal, según antes hemos dicho, produce un frío suficiente para helar el agua en el crisol hecho ascua.—Los fenómenos del estado esferoidal no se han explicado de una manera satisfactoria.

401. Cambio de estado de vapor á líquido.—El cambio de estado de vapor á líquido, se efectúa por causas contrarias á las que producen la vaporización, es decir, por enfriamiento ó por presión. También se efectúa por la afinidad de las moléculas de ciertos cuerpos con las del vapor. Un espacio en que hay vapor podrá estar saturado ó no; si no está saturado sabemos que podrá hacerse que lo esté, ó disminuyendo la temperatura, ó disminuyendo el espacio; en el caso de estar saturado, ó de saturarse por cualquiera de estas dos causas, si continua alguna de éllas, una parte del vapor abandonará su estado y pasará á líquido, dejando libre al hacerlo, todo el calórico latente que le corresponde. Si en un espacio en que hay vapor se pone un cuerpo que tenga afinidad con este vapor, le absorberá, aunque el espacio no esté saturado; la cal viva toma del aire cualquiera cantidad de vapor que en él se encuentre, convirtiéndole en agua para *hidratarse*, y lo mismo hacen el cloruro de calcio, el ácido sulfúrico concentrado, la potasa cáustica y otros cuerpos; habiendo también algunos que pueden disolverse en el agua que toman, por lo que se llaman *deliquescentes*. Estos cuerpos que absorben el vapor del aire se emplean muchas veces con el objeto de obtener una atmósfera seca, como ya hemos tenido ocasión de decir.

402. Condensación de los gases.—Los cuerpos que se llaman generalmente gases son sólo vapores muy dilatados

y necesitan por tanto una fuerte presión para condensarse, ó una temperatura sumamente baja. Muchos gases se han condensado por el método de Faraday, que consiste en colocar en uno de los extremos de un tubo encorvado, cerrado á la lámpara, los cuerpos que pueden producir el gas; éste llena el espacio y se comprime con las nuevas porciones que se van formando, produciéndose una presión, que suele ser suficiente para liquidarle. También se hace bajar la temperatura en el tubo con un cuerpo frío aplicado al exterior; el ácido carbónico necesita para liquidarse una presión de 35 atmósferas á la temperatura de 0. Hace poco tiempo Pictet y Cailletet lograron liquidar el oxígeno, y uno de ellos; aun el hidrógeno en aparatos especiales que no los describimos por ser complicados. (Consúltense para éello las obras de Física). El protóxido de azoe ha dado un líquido que se volatiliza lentamente y mantiene su temperatura de 80° bajo cero.



CAPÍTULO IV

MANANTIALES DE CALÓRICO: INFLUENCIAS DEL CALÓRICO EN LA ATMÓSFERA

403. Manantiales de calórico.—El calórico es producido por varias causas que vamos á examinar con más ó menos detención, según su importancia, dividiéndolas en *mecánicas, físicas, químicas y fisiológicas*.

404. Causas mecánicas: calórico por frotamiento.—Las causas mecánicas son el *frotamiento*, la *presión* y la *percusión*. El frotamiento desenvuelve una gran cantidad de calórico, lo que podemos observar en muchos casos; cuando se barrena un pedazo de madera, la barrena se calienta, y Runkford ha hecho hervir agua barrenando bronce dentro de ella. Tyndall ha preparado un experimento que consiste en colocar un tubo de latón lleno de agua, en el centro de una rueda que puede girar con velocidad. Si al tubo se lo sujeta con una especie de pinzas de madera mientras gira, se calienta por el roce y eleva la temperatura del líquido en él contenido hasta producir vapores, los que en fuerza de su tensión pueden hacer saltar el tapón que lo cubre. El frotamiento produce suficiente

calor para hacer arder los ejes de los carruajes cuando marchan algún tiempo con bastante velocidad, sobre todo si el efecto es grande por no estar bien ensebados. Hasta el día sólo se ha aplicado este medio de producir calórico á la formación de vapor en una máquina que han presentado á la exposición universal de París, Beaumont y Mayer. Consiste esta máquina en una caldera de hierro cilíndrica de 2 metros de longitud por 0^{m.}, 50: de diámetro, que contiene en su interior un tubo ligeramente cónico, de cobre, cuyo diámetro mayor es 0^{m.}, 35 y el menor 0^{m.}, 30: este tubo está perfectamente unido por sus bases á las de la caldera, de modo, que entre los dos cuerpos queda un espacio cerrado que se llena de agua; en el interior del cono entra otro de madera forrado exteriormente de estopa trenzada y atravesado por un árbol de hierro; este cono ajusta perfectamente con el hueco por medio de las estopas, y cuando deja de ajustar por gastarse aquéllas, se le hace penetrar más por medio de unos tornillos; puesto en movimiento el árbol con una velocidad de 400 vueltas por minuto se hace frotar el cono interior con el de cobre, y se produce el calórico suficiente, según experimento, para elevar al cabo de algunas horas la temperatura de 400 litros, de agua á 130° lo que dá una tensión de más de 2½ atmósferas.

405. Calórico por presión y percusión.—La presión desenvuelve calórico en los cuerpos según su compresibilidad, así es que los gases producen mucha cantidad; el trabajo exterior en los dos casos se convierte en calor. Fácil es convencernos poniendo un gas dentro de un recipiente, y comprimiéndole por cualquier medio; pero tenemos una aplicación de este principio en el aparato llamado *eslabón neumático*. Consiste éste en un tubo de metal ó vidrio, cerrado por un extremo, y en el que entran un émbolo muy bien ajustado; en la punta de este émbolo, se coloca un poco de yesca, y en tal disposición se le hace entrar en el tubo comprimiéndole de pronto con bastante fuerza: el aire que no puede salir, se comprime produciendo una ráfaga luminosa, y desarrolla calor suficiente para encender la yesca, lo que indica que sube más de 300°. La percusión produce también calor, y para convencernos no hay más que machacar un pedazo de me-

tal, por ejemplo, y veremos elevarse muy sensiblemente su temperatura. En la percusión de una piedra con el eslabón saltan partículas de éste, que se inflaman por el calor producido en el choque. Cuando un cuerpo en movimiento choca contra otro, se para y produce calor en el choque, poniéndose á veces incandescentes.

406. Causas físicas.—Las causas físicas son: *el calor del sol, el terrestre, las acciones moleculares, los cambios de estado de los cuerpos y la electricidad.*

407. Calor del sol.—El calor del sol es el que ejerce mayor influencia sobre la tierra; y aunque no se ha medido muy exactamente, se ha calculado que apenas le llega á esta última una cuarenta y dos cien millonécima parte del calor total que emite el sol. (*)

408. Calor de la tierra.—Existe en la tierra un calor propio que no es producido por el sol, como lo prueban diversos experimentos, uno de ellos es que por cada 33 metros de profundidad de la costra terrestre crece un grado de temperatura, continuando hasta las mayores profundidades á que se ha llegado. A 3.500 metros la temperatura debe ser 100 grados; en el centro de élla, subiría á la enorme cifra de 120.000° próximamente, á cuya temperatura es probable que no haya cuerpo, por infusible que sea, que permanezca sólido.

El calor central se modifica en muchos casos, sobre todo cuando hay circulación de aire, como sucede en las minas, y no tiene influencia ninguna en la temperatura de la superficie terrestre, pues según algunos físicos apenas la eleva 0,028 milésimos de grado.

409. Acciones moleculares.—Cuando un cuerpo absorbe á otro rápidamente eleva notablemente su temperatura; así el platino muy dividido en presencia del hidrógeno, lo condensa tanto que le inflama al momento. La *lámpara de hidrógeno*, dicha también *lámpara filosófica* sirvió antiguamente para producir fuego en un momento dado aprovechando de esta circunstancia.

(*) A pesar de ser tan reducida, relativamente, la cantidad de calor solar que llega á la tierra, produce no obstante efectos tan sorprendentes que causa verdadero pasmo considerar los que en ella se efectúan; y no hay que maravillarse tanto de ésto, si se toma en consideración que todas las fuerzas de que el hombre puede disponer, á excepción de la reacción química y de la atracción, todas dimanen directa ó indirectamente del sol, como lo probaremos verbalmente en la clase.

410. Cambio de estado y electricidad.—El cambio de estado de los cuerpos, de líquidos á sólidos, y de gases á líquidos, deja libre una cantidad de calórico, como ya lo hemos visto (387); y respecto á la electricidad nos ocuparemos más adelante.

411. Causas químicas, combustión.—En toda reacción química se produce calórico, que puede hacerse sensible ó no, según las circunstancias, y es á veces en cantidad grande. Si se mezcla cal viva con agua se produce mucho calor por la hidratación de la primera, y lo mismo sucede mezclando agua y ácido sulfúrico. La combinación del oxígeno con los demás cuerpos se efectúa desprendiendo calórico más ó menos sensible, según se produzca lenta ó rápidamente. Si la combustión es lenta se llama *oxidación*, y el calórico producido es insensible; pero si es rápida, toma el nombre de *combustión*, y el desprendimiento de calórico es considerable, produciéndose además luz cuando sube de 500 grados. Las combinaciones del oxígeno se efectúan en algunos casos á la temperatura ordinaria, pero otras veces se necesita una elevada temperatura. El aire suministra el oxígeno para la combustión, excepto en muy pocos casos, como cuando se inflama pólvora, que en tal caso le suministra el nitrógeno ó salitre.

La combustión de los cuerpos sólidos da luz mas ó menos viva pero sin producción de llama; sólo en caso de haber desprendimiento de gases se forma llama, la cual puede tener diversas temperaturas según la región que se considere en ella, y según los gases de que proviene. Generalmente la luz viva no es la que tiene mayor temperatura; así la llama del hidrógeno y del alcohol que son pálidas tienen mucha temperatura; mientras que la de otros gases la tienen mas baja.

Considerada en una misma llama la temperatura, se observa que en la parte inferior y media de la llama donde se producen los gases, la temperatura no es muy elevada, y en el medio es relativamente fría; mientras que donde se verifica la oxidación que es la parte alta, la temperatura sube de punto hasta el vértice de aquella donde es muy activa. Es también de notar que la oxidación rápida de los gases produce llama de temperatura muy elevada; mientras que la escasez de oxígeno en un tiem-

po dado disminuye la temperatura, produciéndose en cambio mucho humo por ser la combustión incompleta.

412. Causas fisiológicas: temperatura del hombre sano.—La vida animal ó vegetal es causa de reacciones químicas, y por tanto la vida es un manantial de calor. Este calor varía en los diferentes animales, y así los hay que producen la cantidad suficiente para sustituir la que pierden por radiación, y su temperatura no se altera sensiblemente con la atmósfera: esos se llaman animales de *sangre caliente*, y son los mamíferos y las aves: otros animales no producen el calor que radian, y por tanto su temperatura varía con la de la atmósfera; éstos se llaman animales de *sangre fría*, y son los reptiles, peces y moluscos.

La causa del calor animal, á lo menos la principal, es la respiración: una teoría admitida para explicarla, es la siguiente: el aire respirado introduce oxígeno en los pulmones, el cual convierte la sangre en *arterial*; en la circulación de esta sangre se forma en los capilares de los diferentes órganos la combinación del carbono que suministran los alimentos, con el oxígeno absorbido por la sangre, convirtiéndose ésta en *venosa*, que llega otra vez á cambiar por endósmosis en los pulmones el ácido carbónico que ha tomado, con el oxígeno que ha entrado nuevamente en ellos, volviéndose á convertir otra vez en *arterial*: esta combinación del oxígeno y carbono es una verdadera combustión, y produce por lo tanto calor que se reparte entre todos los órganos, perdiéndole la sangre arterial. Esta teoría ó cualquier otra que pudiera adoptarse nos hará ver que por la combustión del carbono con el oxígeno, resulta el calor animal; que en el acto de la respiración quema cada animal una cantidad de carbono produciendo un calor igual al que desprendería la misma cantidad de carbono quemada al aire libre: si sabemos cuanta es esta cantidad, fácil será calcular el calor producido.

En el hombre, según los experimentos de Dumas, la cantidad quemada por hora es de 10 gramos, y suponiendo, como veremos después, que 1 kilogramo de carbón produce al quemarse 7.000 calorías, los 10 gramos, que son una centésima parte del kilogramo, produciría 70 calorías; ésta es la cantidad de calor que admitiremos como producida por un hombre en 1 hora; calor que per-

derá en parte y pasará á calentar los cuerpos inmediatos, puesto que su temperatura es siempre constante: de esta causa proviene la elevación de temperatura en todo lugar cerrado donde se reunen muchos hombres ó animales.

La temperatura del hombre sano es, con muy cortas diferencias, de 37° centígrados, tomada en la axila; de 37,1 á 37,2 en la boca; y de 37,3 á 37,5 en el interior del recto. Según Becquerel y otros, la sangre de las venas cutáneas es más fría en general que la de las arterias de las extremidades, la de las venas yugulares mas caliente que la de la carótida, y la del ventrículo derecho mas caliente que la del izquierdo. Pero en diferentes individuos se han encontrado variaciones en la temperatura general, entre 36,5 y 37,8; á pesar de encontrarse en las mismas condiciones. También varía la temperatura de un mismo individuo durante el día, aunque las variaciones no suelen llegar á medio grado; según observaciones hechas, se eleva de 7 á 10 de la mañana; baja entre 10 y 1 de la tarde, sube luego hasta las 5, y baja hasta las 7 de la noche; la primera y última variación se observan constantemente, las otras suelen faltar.

Las diferencias de temperatura cutáneas suelen ser algo mayores, y Ogle dice haber encontrado $36^{\circ},1$ en la axila de un individuo, en una mañana fría de invierno, y $38^{\circ},1$ después que tomó un baño turco; parece, según Davy, que la temperatura media del hombre en los climas calientes, resulta algunas décimas de grado mayor que en los templados ó fríos; pero otros han observado que el africano tiene una temperatura más baja que el europeo, y el irlandés la tiene más elevada que el habitante de las regiones más templadas.

También se ha dicho que en verano es la temperatura más elevada de 1 á 2 décimas de grado; pero los habitantes de climas fríos, como radian más calor, que los de climas templados por ser mayor la diferencia de temperatura del medio en que viven, necesitan alimentos más fuertes para reparar la mayor pérdida con aumento de producción.

La edad influye aunque en pequeña cantidad: el recién nacido tiene, término medio, $37^{\circ},55$ tomado en el recto, y pierde en poco tiempo de 7 á 8 décimas. Alguna vez se ha observado también, sin causa aparente y sin al-

teración sensible en la salud, variaciones hasta de 2 grados, lo cual no sucede en los adultos. En general, el niño puede perder por radiación más cantidad de calor que el que produce, por lo que necesita mayor abrigo para disminuir la pérdida: la temperatura decrece después de 1 á 2 décimas de grado hasta la juventud, y luego sigue decreciendo de una cantidad igual hasta la edad de 50 á 60 años; pero desde ésta aumenta hasta llegar á octogenario.

El sexo no influye sensiblemente, aunque se ha afirmado que en el hombre hay una pequeña fracción de grado menor que en la mujer.—El alimento no produce alteración, pues la distinta cantidad y calidad se compensan con más ó menos pérdida; así la posición social, ó sea el estado de pobreza ó riqueza, no produce diferencia á pesar de no ser igual alimentación, y aún la falta de alimento no la produce, mientras la salud del individuo se mantiene sin alterarse.—Las bebidas espirituosas frías, aún sin llegar á la embriaguez, hacen bajar la temperatura de 2 á 4 décimas de grado, pero si están calientes pueden elevarla de igual cantidad: este último efecto producen el café y el té.—El trabajo no ocasiona alteración sensible, pues si bien hay una parte de calor perdido por transformarse en trabajo mecánico, y también hay más pérdida por la mayor transpiración, en cambio se respira con más frecuencia y es más activa la circulación, lo cual produce aumento en el oxígeno y carbono combinados, y por tanto mayor cantidad de calor, de modo que se compensan las acciones contrarias: de aquí resulta que las dos diferentes profesiones tampoco influyen, pues si las insalubres llegan á variar la temperatura, es cuando la salud se ha alterado.—Un esfuerzo intelectual tampoco produce variación. El sueño no le hace variar, pues si disminuye la producción, también disminuye la pérdida, sobre todo si se tiene en cuenta las precauciones de abrigo que se toman para dormir.

De todo lo dicho resulta que la temperatura del hombre sano, sufre tan pequeñas variaciones, que puede decirse constante, pues en todas las circunstancias que se coloca, si produce más calor, le compensa con la mayor pérdida de éste. Así se conserva su temperatura en la atmósfera, en general más fría que su cuerpo, y en todos los

climas; y si sube la temperatura del aire más que la suya, no aumenta ésta sin embargo, pues la mayor traspiración ú otra causa le hacen perder más calor: por eso si el aire está cargado de humedad y muy caliente, molesta más que seco, pues en el primer caso la evaporación no puede ser tan abundante: un hombre apenas podría permanecer en un aire saturado de humedad á la temperatura de 40°.

413. Temperatura del cuerpo en estado de enfermedad.—En el estado patológico, ó sea en el de enfermedad, el hombre sufre alteraciones en su temperatura, especialmente en aquellas enfermedades llamadas febriles. Hay por el contrario algunas otras dolencias que no van acompañadas de elevación de temperatura: á las primeras se les llama *piréticas* y á las últimas *apiréticas*. Por ahora no nos ocuparemos sino de las primeras.

Podemos distinguir dos clases ó tipos de enfermedades piréticas, las llamadas fiebres *esenciales* y las fiebres *sintomáticas*. Se llaman fiebres esenciales aquellas enfermedades en las que viene la elevación de temperatura sin que preceda alteración material en ninguno de los órganos de la economía animal, como la fiebre tifoidea, el *tifus fever*, la fiebre sinocal, la inflamatoria, la amarilla, etc. La segunda especie, es decir las fiebres sintomáticas, reconocen, por el contrario, una alteración anticipada de alguno ó algunos de los órganos de la economía, contándose entre ellas las inflamaciones de la vísceras en general: se cuentan entre éstas la pulmonía, pleuresia, hepatitis, enteritis, gartritis, etc., que son las inflamaciones del pulmón, pleura, hígado, intestinos, estómago respectivamente. En el estado actual de la ciencia podemos afirmar que la distinción entre fiebres esenciales y sintomáticas tiende á desaparecer, puesto que es casi imposible creer que haya enfermedad sin alteración de alguno ó algunos órganos de la economía: lo que sucede es que los medios de observación talvez no han sido suficientes para pesquisar el daño ó lesión interior. Ahora que con el perfeccionamiento del microscopio se ha llegado á revelar la presencia de seres pequeñísimos que se escapaban á la vista del observador atento; ahora que conocemos que tanto en la atmósfera, como en el mismo organismo existen seres microscópicos capaces de

engendrar por su presencia varias dolencias, podemos sospechar que las enfermedades llamadas por los antiguos *sine materia*, reconocen por causa talvez la presencia de estos pequeños seres en el interior del organismo. Sin extendernos más sobre este punto que no es propiamente de nuestra incumbencia, vamos á estudiar físicamente aquellas enfermedades en las que hay elevación de temperatura, procurando distinguir las unas de las otras, sin más que la observación termométrica.

Hay enfermedades como la fiebre intermitente ó la perniciosa que ocasionan una elevación pronta y repentina de la temperatura. Pocos momentos antes de comenzar el acceso, el individuo aparece estar perfectamente sano; su temperatura y sus funciones son enteramente normales; pero momentos después siente calofríos más ó menos violentos acompañados de elevación de temperatura, la cual va creciendo bruscamente en pocas horas hasta un grado bastante elevado; luego viene sudor, y entonces comienza á descender la temperatura, hasta que vuelve al estado natural.

De lo expuesto se deduce que el *ciclo febril* (se llama así el período que dura la fiebre) es de corta duración pero de ascenso rápido: dura pocas horas, pero deja muy postrado al individuo, por lo menos, durante la fiebre.

En la fiebre tifoidea, que podemos mirar como el tipo de las enfermedades febriles esenciales, el período febril ó *ciclo térmico* es por término medio de tres semanas; siendo la primera semana de ascenso ó de oscilaciones ascendentes, la segunda semana de período estacionario, y la tercera semana de declinación, ó sea de oscilaciones descendentes.

En las fiebres sintomáticas, por el contrario, la elevación de temperatura es rápida, sucediendo casi lo que en las fiebres intermitentes, con la distinción de que en éstas la duración de la fiebre es de pocas horas, al paso que en las flegmasias (fiebres sintomáticas) dura algunos días.

En consecuencia, podemos asegurar que la observación de la temperatura en un individuo enfermo es importante porque por medio de élla podemos juzgar acerca del pronóstico y diagnóstico, moderando la fiebre á beneficio de un tratamiento apropiado.

Si se trata, por ejemplo, del diagnóstico, podrá facilitarse mucho si atendemos al modo como principia la fiebre. Sí, por ejemplo, un individuo es invadido de un calofrío violento y en seguida sube bruscamente la temperatura, puede anunciarse que se va á presentar ó una flegmasia ó una fiebre intermitente ó pernicioso; pero distinguiremos á la primera de estas últimas, observando por pocas horas el curso de la enfermedad como tenemos dicho.

Al contrario, en las fiebres esenciales, el malestar, los calofríos, etc., son de larga duración, y generalmente preceden algunos días antes de comenzar el período térmico, con la seguridad de que cuanto más largos son los preparativos para la enfermedad (*prodromos*) tanto más largo será el curso de élla, en la generalidad de los casos.

Si consideramos estas dolencias bajo el punto de vista del pronóstico, observamos que también la temperatura puede proporcionarnos datos importantes siempre que ésta sea tomada con prolijidad y se observen los demás síntomas que presenta la enfermedad. Si por ejemplo, hay un descenso ó ascenso brusco de la temperatura, estando el individuo enfermo en malas condiciones, podemos anunciar un término fatal. Téngase en cuenta que en todo caso hay que atender á la naturaleza de la enfermedad: así no sería digno de llamar la atención el ascenso ó descenso brusco en una terciana ó intermitente, y sí podría ser en una fiebre tifoidea. Para poder sacar provecho de esta clase de alteración, es preciso saber los límites extremos á que puede llegar la temperatura en las fiebres. En la escarlatina, reumatismo, tétanos (en el período de agonía) puede la temperatura llegar á $42^{\circ},5$ y muy rara vez pasar de este grado, pero en tal caso es seguro un término fatal. En las demás fiebres rara vez pasa la temperatura de $40; 41^{\circ}$ á lo sumo.

Por el contrario, la baja rara vez llega á 35° , habiendo casos como en el cólera asiático que baja hasta 34° , momentos antes de la muerte. De esto, se sigue que los límites extremos compatibles todavía con la vida, se puede fijar en 34° y 43° .

Por último, el tratamiento puede ser bien encaminado ó dirigido, atendiendo á la temperatura. A beneficio de la terapéutica bien aplicada, podemos moderar el estado ex-

cesivo de fiebre por medio de los antipiréticos (medicamentos que bajan la temperatura) y elevarla cuando ha estado deprimida, á beneficio de los excitantes difusibles, la calefacción artificial, etc.

414. Calor producido por la vegetación.—En la vegetación se desarrolla también calor, pero en cantidades muy pequeñas, y por lo tanto no nos ocuparemos de este punto.

415. Causas de bajas temperaturas ó de frío.—Es de mucha importancia por sus aplicaciones examinar las causas que producen bajas temperaturas. Estas causas son: *el cambio de estado de los cuerpos*, de sólidos á líquidos ó de líquidos á gases; *la dilatación de los gases*, y *la radiación*.

416. Mezclas frigoríficas.—El cambio de sólidos á líquidos puede producir en varias circunstancias, temperaturas muy bajas. Si se mezclan ciertos cuerpos sólidos, ó sólido y líquido cuyas moléculas tengan grande afinidad, pasan á líquidos en un tiempo demasiado corto para tomar calor del aire, y por lo tanto le toman de su misma masa; produciendo en ella una baja de temperatura que podrá utilizarse en muchos casos. Las más importantes de estas mezclas frigoríficas se indican en la tabla siguiente, con la temperatura que resulta para ellas, suponiendo que los cuerpos están á 10 grados al reunirlos; de modo que si se rebajan estos 10°, hay un frío producido de 10° menos que la temperatura marcada.

AGUA Y SALES	Partes en peso	Temperaturas que resultan	HIELO Y SALES	Partes en peso	Temperaturas que resultan
Agua.....	16	} -12	Sal amoníaco.....	5	} -18
Nitro.....	5		Nitro.....	5	
Sal amoníaco.....	5				
Agua.....	16	} -16	Hielo.....	12	} -21
Sal amoníaco.....	5		Sal común.....	5	
Nitro.....	5		Nitrato de amoníaco..	5	
Sulfato de sosa.....	8		<i>Acidos y sales</i>		
Agua.....	1	} -16	Sulfato de sosa.....	20	} -8,5
Nitrato de amoníaco..	1		Acido sulfúrico.....	16	
Agua.....	1	} -19	Sulfato de sosa.....	8	} -17
Nitrato de amoníaco..	1		Acido clorhídrico....	5	
Bicarbonato de sosa..	1				

<i>Hielo y sales</i>		Sulfato de sosa.....	3	} -19
		Acido nítrico diluido..	2	
Hielo ó nieve.....	2	} -10	Sulfato de sosa.....	6
Sal común.....	1		Sal amoniaco.....	4
Hielo ó nieve.....	3	} -10	Nitro.....	2
Cloruro de calcio.....	4		Acido nítrico diluido..	4
Hielo.....	5	} -14	Sulfato de sosa.....	6
Sal común.....	2		Nitrato de amoniaco..	5
Sal amoniaco.....	1		Acido nítrico diluido..	4
Hielo.....	24	} -18	Fosfato de sosa.....	9
Sal común.....	10		Acido nítrico diluido..	4

Después de haber hecho uso de estas mezclas, los líquidos que resultan pueden evaporarse y volverán á obtenerse las sales para otra nueva operación.

417. Frío producido por la evaporación.—El cambio de estado de líquido á vapor produce también mucha absorción de calor, resultando por esta causa muy bajas temperaturas. Hay un pequeño aparato que hace ver el frío producido por la evaporación. Supongamos un vaso que contiene ácido sulfúrico concentrado, y encima otro chato que contiene agua; colocados los dos en esta disposición bajo la campana de la máquina neumática, el agua se evapora por falta de presión instantáneamente, pero el ácido, que tiene grande afinidad con el vapor, le absorbe dejando el espacio vacío, por lo que se forma otra nueva cantidad de vapor, y de esta evaporación rápida y continua resulta una baja de temperatura en el agua, que es de donde el vapor toma su calórico latente, lo cual basta para congelarla bien pronto.

418. Solidificación del ácido carbónico.—La vaporización rápida y dilatación del vapor ha dado la temperatura más baja que en el día puede obtenerse. Thilorier ha llegado á preparar ácido carbónico líquido en mucha cantidad con la presión producida por el mismo gas. En un vaso de plomo cubierto de cobre, y reforzado con cercos de hierro forjado unidos unos á otros, cuyo vaso se llama el *generador*, se coloca bicarbonato de sosa y un tubo de cristal con ácido sulfúrico; tapado después este vaso con fuertes chapas de hierro unidos por barras del mismo metal, se le hace comunicar por medio de un tubo resistente con otro vaso igual llamado el *recipiente*, y también perfectamente cerrado, dando un movimiento de oscilación al generador, que está apoyado sobre dos pies por su centro, el ácido sulfúrico del tubo de

cristal se sale y esparce sobre el bicarbonato, produciéndose un desprendimiento grande de ácido carbónico, que pasará al recipiente por la diferencia de presiones, pues en el generador se eleva la temperatura por la acción química, y el gas tiene mayor fuerza elástica: acumulado así en cantidad grande, se liquida á una presión que podrá llegar á 50 atmósferas, á la temperatura que tendrán los vasos. El líquido que resulta es sumamente volátil á la presión y temperatura ordinaria, y se ha sacado partido de esta propiedad para solidificarle: en efecto, supongamos una caja de metal chata, que tiene un tubo que entra ajustado á una abertura del recipiente en que está el ácido carbónico líquido, y que tiene además otro tubo opuesto al primero; puesta la caja en comunicación con el recipiente, y abriendo la llave que éste debe tener para el efecto, el ácido carbónico se precipita dentro de la caja, pero por el tubo opuesto se marcha volatilizada una gran porción, que al convertirse en gas, toma del mismo líquido la suficiente cantidad de calórico para solidificar el resto, quedando la caja llena á muy poco tiempo del ácido sólido; en este estado es más fijo que líquido, y presenta la forma y color de copos de nieve. Si se coloca sobre la mano, la sensación no es grande, porque está rodeado de una atmósfera de ácido en estado de gas que impide el contacto; pero si se mezcla con un poco de éter, el contacto se verifica, y el efecto es como el de una fuerte quemadura: el termómetro en este caso marca 30 grados bajo cero. Si una corriente de ácido líquido se echa sobre un termómetro de alcohol, llegará á marcar 100° bajo cero. También se ha liquidado el ácido carbónico á la presión de una atmósfera y temperatura de —90°, obtenida por la vaporización del amoniaco líquido.

419. Enfriamientos por la evaporización.—La costumbre tan general en España de colocar el agua para enfriarla, en botijos y alcarrazas de barro poroso, tiene su origen precisamente en el frío producido por la evaporización; el barro poroso deja salir una cantidad de agua á la superficie exterior, la cual en contacto con el aire se evapora, y para ello toma el calórico del botijo y del agua que contiene; si está colocado en una corriente de aire, el enfriamiento es mayor por ser más rápida la evaporación. También rodeando con un paño mojado las botellas ó recipientes no porosos que contienen un líquido, se produce el mismo efecto.

420. Radiación á los espacios planetarios.—La temperatura del espacio donde se encuentran colocados todos los planetas, y entre ellos el nuestro no es conocida, pero hay que suponerla muy baja: según Fourier debe ser menor que la más baja observada en el globo, y como ésta ha llegado á —56°,7, temperatura que observó Black en 1834 á 62°41' de latitud, puede suponerse de 60° la temperatura de los espacios planetarios. Poisson, que se ha ocupado también de esta cuestión, supone que la temperatura debe ser muy poco elevada en el límite de la atmósfe-

ra, y lo confirman varios fenómenos que se observan desde la tierra. De aquí resulta que en una noche despejada, la tierra en presencia de un espacio á tan baja temperatura radiará calórico y se enfriará: ésta es la causa de lo que vulgarmente se llama *relente*, y de otros varios fenómenos. Si hay nubes, cubren el espacio, y la radiación no se hace de la tierra sino á la masa de nubes, que pueden reflejar el calor y volverlo á la misma tierra. La radiación á los espacios y por tanto el enfriamiento producido, se aprovecha para congelar el agua en algunos países donde el hielo es escaso: en París se planteó un establecimiento de este género, que se componía de grandes estanques en que había una capa delgada de agua, la cual se congelaba por el frío de la evaporación y por el que en ella producía la radiación á los espacios en las noches serenas: esta industria cesó por resultar mayor el precio del hielo así obtenido que el del recogido en el invierno. Los efectos de la radiación deben tenerse presentes por el agricultor, para cubrir las plantas sensibles al frío durante la noche; un cuerpo cualquiera, como entera, estiércol ú otra cosa semejante, las preserva de la influencia de los espacios planetarios: las campanas de cristal de que hemos hablado en otro lugar preservan también de la radiación y tienen esta buena propiedad además de las allí indicadas.

421. *Influencia del calor en la atmósfera.—Temperaturas.*—La atmósfera varía de temperatura de una estación á otra, de un punto á otro en el globo, del día á la noche y aun de una hora á otra. Las causas de estas diferentes temperaturas son: la distancia variable del sol, la oblicuidad de los rayos enviados á la tierra por este astro, el aire en movimiento, la elevación sobre el nivel del mar, la situación ó exposición del terreno á los vientos, su posición respecto de las montañas, su distancia á mares, y algunas otras causas fáciles de conocer.

422. *Observaciones termométricas.*—En cada punto del globo es necesario llevar con exactitud las observaciones termométricas, para poder conocer las mayores y menores temperaturas y también la media, pues de aquí resultan infinitas aplicaciones para la aclimatación de plantas y animales de un punto á otro del globo, y hasta para la salud pública.

Las observaciones termométricas deben hacerse de dos en dos horas lo menos, conociendo también la máxima y mínima entre estos intervalos. Sumadas todas las temperaturas de un día, y dividiendo la suma por el número de observaciones, dará la temperatura media del día;

de estas medias resultará la media del mes, y de éstas la del año, pudiendo fijarse la temperatura media de un lugar por la que resulte de las observaciones de diez ó más años. Para no hacer fastidioso este trabajo se puede tomar la temperatura máxima y mínima de cada día con los respectivos termómetros, siendo la semi-suma de estas dos temperaturas próximamente la media del día. En la mayor parte de los lugares del globo coincide la temperatura máxima con las dos de la tarde, y la mínima con las cuatro de la mañana. La temperatura media disminuye con la altura sobre la superficie del mar desde el ecuador hasta el polo próximamente. La temperatura más elevada que se ha observado en el globo y á la sombra es en Esné, Egipto, que marca $47^{\circ},4$ y la menor, de $-56,7$ en Fort-Reliance, América del norte á $62^{\circ},41'$ de latitud; de modo que entre esta máxima y esta mínima hay la diferencia de más de 104° .

423. *Curvas de temperatura.*—De las observaciones que se han hecho en las diversas partes del globo se han formado cuadros que demuestran de un sólo golpe de vista la máxima y mínima de cualquier lugar. También se ha notado que varios lugares gozan de la misma temperatura, por lo cual se puede trazar en el globo líneas que señalen una misma temperatura: estas líneas se llaman *isotermas* y serían iguales en todos los paralelos de la tierra si no fuesen muchas las causas que hacen variar la temperatura en cada lugar; de esto resulta que las líneas isotermas se separan de los paralelos acercándose ó alejándose del ecuador.

424. *Climas.*—Los antiguos dividieron el globo en zonas que llamaron *climas*: estos eran en número de 24 contando del Ecuador al círculo polar, y seis desde éste al polo; ahora los climas sólo se dividen en 7; comprendidos entre líneas isotermas de ciertas temperaturas, de la manera siguiente:

Orden	Temperatura de las líneas entre las que está comprendido el clima	Nombre del clima
1. ^o -----	27° 5' 25° -----	Ardiente.
2. ^o -----	25 20 -----	Cálido.
3. ^o -----	20 15 -----	Suave.
4. ^o -----	15 10 -----	Templado.
5. ^o -----	10 5 -----	Frío.
6. ^o -----	5 0 -----	Muy frío.
7. ^o -----	bajo cero -----	Glacial.

A pesar de lo que dejamos dicho, la palabra clima se aplica en el día, más bien que á la temperatura, al conjunto de las circunstancias atmosféricas, como son: el calor, presión, estado del viento, humedad y todas las demás circunstancias que pueden hacer variar el carácter físico de un lugar; por eso decimos clima seco, clima húmedo, clima frío, clima enfermiso, etc.

425. **Disminución de temperatura.**—La temperatura de la atmósfera decrece por dos causas: elevándose sobre el nivel del mar, y marchando hacia los polos. El decrecimiento por la elevación ó altitud, se ha visto en las ascensiones aereostáticas, pues Gay-Lusac á 7000° metros observó una temperatura de $9\frac{1}{2}$ grados bajo cero, cuando en el suelo estaba á cerca de 27,75; también se ha observado por varios físicos elevándose en las montañas; y en fin, se ve que decrecen en ellas la temperatura por el hecho generalísimo de verse el agua congelada en todas las montañas del globo las más elevadas, cualquiera que sea la estación del año: á estas regiones se conocen con el nombre de *nieves perpétuas*. La causa de este fenómeno reside en el aire, porque siendo éste menos denso cuanto mayor es la altura á que se encuentra, tiene una capacidad calorífica menor, y por tanto los rayos del sol no le calientan como en la parte inferior, donde es más denso: también la radiación de la tierra no llega casi á estas capas elevadas; además como el aire que sube desde la parte inferior encuentra menor presión, se dilata tomando calor: á esto se añade que siendo los gases diatermanos, no se calientan con los rayos del sol. Para formar idea de la disminución de la temperatura que resulta por la elevación, diremos que algunos físicos la aprecian

en un grado por cada 180 metros de elevación, si bien esta regla no es absoluta. En las montañas contribuye también para el enfriamiento la rápida evaporación á consecuencia de la poca densidad del aire, lo que naturalmente produce frío. La altura de las nieves perpétuas es mayor acercándose al ecuador; y aún es bastante variable según las circunstancias; por las observaciones hechas han resultado los siguientes datos:

Ecuador, en América.....	4809 met.
Pirineos, zona templada.....	2739 „
Alpes..... id.	2670 „
Noruega extremidad N	1050 „
Polo.....	0 „

El decrecimiento por la mayor latitud del punto, ó sea por la aproximación al polo, es debido á la posición del sol con respecto á la tierra, pues los rayos caloríficos llegan con mayor oblicuidad, cuando es mayor la latitud y calientan menos; en el verano se compensa este menor calor en lugares extra-tropicales con la mayor duración del día, pero en el invierno se une á la oblicuidad el menor tiempo de permanencia del sol sobre el horizonte. En circunstancias próximamente iguales, se supone que la temperatura media decrece de 1° por cada 180 kilómetros de mayor aproximación al polo: si hubiera exactitud en los números dados, resultaría que la disminución de temperatura por elevación, es mil veces mayor que por aproximación al polo.

Continuará.