

rico, se comprenderá fácilmente que, cayendo la nieve, ha de formar un obstáculo tanto mas enérgico, cuanto es un mal conductor del calórico, y se convierte en una especie de abanico ó biombo colocado lo mas cerca posible del foco calorífero: de consiguiente la tierra pierde menos calor, y por esto la temperatura sube ó hace menos frio. Una vez caída la nieve, si es en grande cantidad se oprime á sí misma, y se condensa, disminuye de volumen; si no es muy fria, se pone compacta: si la temperatura es muy baja se reduce á una especie de polvo fino, con el cual no es posible formar una masa apilada, cual se forma en las montañas que estan casi siempre cubiertas de nieve. Estas masas forman lo que se llama *aludes*; al principio no son mas grandes que la cabeza de un hombre, pero á medida que caen se asocian cantidades de nieve, por la cual van rodando, y engruesan tanto que, cuando llegan á la base de la montaña, tienen fuerza para destruir, no solo árboles añejos y cabañas, sino aldeas enteras. La evaporacion se ejerce tambien sobre la nieve, y es tanto mas considerable, cuanta mayor superficie presenta, por esto cuando nieva poco, dos pulgadas por ejemplo, basta un ligero viento seco para hacerla desaparecer.

EUG. — ¿Y creéis vos que la nieve sea util para algo?

TEOD. — No solo para algo, sino para mucho. La que se halla en la altura de las montañas casi eternamente nos alimenta los rios y fuentes, sin las cuales no podriamos hacer muchas de las cosas que hacemos. La que cae durante el invierno, en las llanu-

ras y colinas favorece su fertilidad por las partículas salinas que contiene: luego mata una infinidad de insectos dañinos, y en vez de perjudicar como parece que debiera hacerlo á las semillas, depuestas dentro del suelo, las garantiza del frio; porque, siendo mal conductor, el calórico de la tierra no se pierde, ni el frio de la atmósfera obra sobre las semillas. No os digo nada del granizo, ni de esas piedras que llueven en algunas tempestades, porque si bien obra en su formacion la irradiacion del calórico tambien entra la electricidad, y os lo explicaré cuando tratemos de este otro cuerpo imponderable. Tratemos ahora de la combustion.

§ VI.

Trátase de la produccion del calórico por medio de los combustibles, de los cuerpos diathérmanos.

EUG. — Ya veo que no os escapa nada de lo que aplazais para otra ocasion en el decurso de la conferencia.

TEOD. — ¿Os gustaria saber, Eugenio qué cuerpos son combustibles y por que lo son? ¿cual es su producto en calórico comparativo, como han de estar los aparatos de combustion para que se verifique bien, qué métodos son los mejores para calentar los líquidos, evaporarlos, elevar los sólidos á ciertas temperaturas, y mantener en fin nuestras habitaciones en un grado de calor conveniente á nuestra salud?

EUG. — Por supuesto que me gustaria, y con solo indicarme estos puntos, me habeis inspirado tanto interes, que me hariais mal, si acabaseis hoy la conferencia sin explicármelos todos.

SILV. — ¡No lo digo! le volvereis loco con vuestras esplicaciones; y lo que es mas estraño es que quiere saber cosas que probablemente no le ocuparán en su vida.

TEOD. — ¿Quien sabe? No hay conocimiento de fisica que no pueda ser util una vez en la vida.

EUG. — El saber dicen que no ocupa espacio, por lo tanto empezad vuestra tarea.

TEOD. — Antes de todo quiero advertiros que como tendremos necesidad de medir comparativamente cantidades de calórico, es preciso que haya una unidad de calor así como haya una unidad de peso, de tiempo, de longitud, etc. Hase convenido en tomar por unidad de calor, la cantidad necesaria para dar un grado de temperatura á un kilogramo de agua, que viene á ser unas dos libras y media escasas.

EUG. — ¿Y no tiene nombre esta unidad?

TEOD. — Clement le ha dado el de *calórico*, así un kilogramo de agua á 60 grados del termómetro centígrado contiene 60 calóricos mas que este mismo kilogramo de agua á 0°. Notad tambien que, para facilitar las comparaciones, se podrá decir que tal cantidad de combustible es capaz de elevar, ardiendo, un kilogramo de agua, á 5, 6, ó 700 grados de temperatura, ó de producir este número de unidades de calor, aunque sea imposible elevar el agua

á tal temperatura, afin de conservar la uniformidad de espresion.

EUG. — Es decir, y ved si lo he comprendido, que puede decirse indiferentemente que cierta cantidad de calórico eleva un kilogramo de agua á 1000 grados ó 10 kilogramos á 100 grados, ó 100 kilogramos á 10 grados, ó 1000 kilogramos á un grado; siempre habrá 1000 unidades de calor, ó 1000 calóricos.

TEOD. — Perfectamente; y puesto que ya estais advertido de estas convenciones vamos á tratar de los combustibles.

EUG. — Esplicadme que quiere decir combustible.

TEOD. — Daré este nombre á los cuerpos que puestos en contacto con el aire atmosférico á una temperatura propia para hacerlos arder echan bastante calórico para producir efectos sensibles. Entrar en la esplicacion detallada de la combustion, es invadir el dominio de la química: pues es una continua combinacion de los principios del cuerpo combustible con el oxígeno del aire; por lo tanto la dejaremos á un lado, aplazándola para cuando nos hallemos en el terreno de aquella ciencia. Hay combustibles sólidos, líquidos y gaseosos. Entre los primeros los mas generalmente empleados son el carbon ordinario, el de piedra, la coka, la turba, su carbon y algunos otros mas, segun en qué paises. Los líquidos son los aceites esenciales, ó crasos, el alcohol ó espíritu de vino y á veces el eter. Entre los gaseosos solo puedo citaros el hidrógeno puro ó con mas ó menos mezcla de carbon, y el que se llama óxido de carbono.

EUG. — ¿Supongo que el estado de los combustibles no debe influir mucho sobre su combustion?

TEOD. — Pues suponeis mal, porque hay bastantes diferencias. Con todo cualquiera que sea el combustible ofrece cosas comunes á todos; á saber desprende á un mismo tiempo luz, calórico radiante, y calórico llevado por la corriente de aire que alimenta la combustion.

EUG. — Entre los combustibles que me habeis citado los hay que no sé lo que son; por ejemplo, la *coka*, la *turba*, y aun, si me apurais, no sé lo que es el carbon de piedra, aunque he visto á montones en los puertos y fábricas de vapor.

TEOD. — Pedirme de talles sobre cada uno de estos cuerpos es quererme hacer salir de los límites de la física, así aguardad para otra tarde que entre en ellos; con todo os diré lo que vienen á ser los talles combustibles. El carbon de piedra es una sustancia mineral, una especie de piedra negra mas ó menos brillante formada casi enteramente de carbon puro y materias bituminosas. Parece de origen orgánico, esto es, como procedente de árboles, puesto que está lleno de restos de vegetales: como sea ya trataremos de él mas estensamente en la química y la geología, ó sea tratado del globo terráqueo. La *coka* es el mismo carbon de piedra privado de todos los elementos volátiles que puede contener: tambien suelen llamarle carbon de piedra purificado. La *turba* es un compuesto de yerbas en descomposicion mezcladas con tierra y arena.

EUG. — Bueno; pasad adelante y esplicadme lo que os habiais propuesto, y esté en orden.

TEOD. — No hay ninguna relacion entre la luz y el calórico que arrojan los combustibles; la paja, por ejemplo, lanza mucha luz y poco calor. Los sólidos solo son luminosos en su superficie, los combustibles gaseosos, que dan tambien en su combustion productos gaseosos, arrojan una llama muy debil. No me preguntéis qué es la llama ni su teoría, porque no os la he de explicar: os faltan conocimientos químicos para su inteligencia, y puesto que todavía no os he dado estos conocimientos, tened paciencia y aguardad.

EUG. — La tengo, Teodosio, no os interrumpiré para que me deis dicha esplicacion; pero, si para que me solteis una dificultad que se me ocurre. Decís que los gases arden con luz debil: ¿como diantre, pues, se emplea el gaz hidrógeno para iluminar las ciudades, segun me habeis indicado en alguna parte?

TEOD. — Muy justa es la observacion, y os diré lo que ha demostrado Davy acerca de este fenómeno; dice el tal, que el hidrógeno arde antes que el carbon puro ó carbono, y este se halla en la llama en forma sólida, por lo que la llama es mas viva. Os he dicho que habia diferencias en la combustion de los varios combustibles que poseemos: en efecto son mas ó menos propios para la combustion, segun su naturaleza, y su estado particular: generalmente hablando, la madera mas dura, la que se ha cortado en invierno, y se ha hecho secar completamente y se hace arder en pedacitos es la que produce mas calor. La madera verde puede contener hasta un 41

por 100 de agua : la seca puede absorber la décima, parte de su peso con su esposicion al aire. Como la madera es combustible por su parte leñosa ; como contiene 0,91 de su peso de esta ; como en fin la naturaleza de esta parte leñosa es la misma en todos los vegetales , resulta que todas las leñas , es decir , que todos los árboles , á peso igual , ha de dar la misma cantidad de calórico : en efecto es así : un kilogramo de diferentes especies de leña da desde 5,500 á 5,900 unidades de calor , cuyo término medio es de consiguiente 5,600.

EUG. — ¿Podriais decirme cuales son las maderas que mas calórico arrojan tales cuales las venden, pues supongo que no se hallarán en iguales condiciones con respecto á su parte leñosa y el agua que contengan?

TEOD. — Si teneis lapiz y papel notad la tabla siguiente.

ESPECIE DE MADERA.	PESOS en kilogramos de la carcel ¹ de madera seca.	VALOR relativo de los poderes calóricos de una carcel.
Nogal de corteza escamosa.....	2222	400
Roble blanco ó encina.....	1956	86
Fresno.....	4707	77
Haya.....	4601	65
Olmo ó álamo negro.....	4282	58
Abedul ó álamo blanco.....	4172	48
Castaño.....	4185	52
Ojaranzo.....	4592	65
Pino.....	4218	54
Chopo de Italia.....	877	40

¹ Medida de leña que equivale á dos carretas.

EUG. — Bueno ; ya la tengo copiada y de algo me servirá con el tiempo.

SILV. — Si os echais á mercader de leña.

EUG. — Mas decidme, Teodosio : ¿sabeis en qué proporcion está el calórico que la leña irradia, con el que se lleva el aire que alimenta la combustion?

TEOD. — Si los resultados de las observaciones de M. Pelet son exactos , parece que estan en relacion de 4 á 5 en la leña que arde á pedacitos : mas cuando la leña deja grandes masas de brasa , entonces el calórico radiante es mucho mayor. Ya os he dicho que la brasa arroja mas calórico que la llama.

EUG. — ¿Por supuesto debéis saber tambien cuantas unidades de calórico da un kilogramo de carbon de piedra ?

TEOD. — Segun cual es su composicion ; porque los hay de varias especies : el que contiene mayor cantidad de hidrógeno, y deja menos residuo puede suministrar hasta 7450 unidades de calórico. Dejemos los combustibles sólidos para decir algo de los líquidos. Estos mas se emplean para alumbrar que para producir calórico : así veis el aceite, y las grasas, la cera , etc. , que nos sirven , dándonos luz artificial , cuando nos falta la del benéfico sol. Y no os figureis que sea porque den menos unidades de calórico : pues el aceite da en igual cantidad , 40,000 unidades ; sino porque resulta mucho mas caro. Con todo no dejan de servir el alcohol , á veces el eter y aun el mismo aceite, para muchas artes, como productores de calórico. El soplete de los pla-

teros, la lámpara del Daguerreotipo, etc. son otros tantos ejemplos de esta verdad. Yo me he servido mil veces para preparar mi chocolate y mi café, de una lámpara de espíritu de vino, con la cual calentaba



Fig. 100.

en pocos minutos mi cafetera, y el agua se echaba á hervir. Aquí teneis otra cafetera mucho mas sencilla, ó mejor un vaso para calentar el agua (Fig. 100).

Echase el agua en el vaso A, y un poco de alcohol en el plato B, que le está pegado por su fondo; péga-

se fuego al alcohol, este arroja llama, y al cabo de cinco minutos el agua hierve, la echais en la cafetera (Fig. 101) en el vaso C que destapais, y el agua



Fig. 101.

pasa al traves del filtro D, pieza movil que se halla de antemano colocada horizontalmente dentro del vaso C á la altura *a*, donde habeis puesto el café en polvo: la infusion ó sea el agua empapada del polvo fino, y aroma del café cae en el fondo *b* del vaso C que está agujereado, como el filtro D, pero mas finamente, y de este pasa á la cafetera propiamente dicha C. Con lo cual teneis hecho el café, té, ó lo que sea.

EUG. — Mucho me alegro que me hayais espli-

cado esto, porque mandaré construir una lámpara y una cafetera por este estilo, pues esto es muy cómodo para viajar.

TEOD. — Notad que hay ademas otra pieza que es esta (Fig. 102) la cual es una medida para graduar el alcohol, que se necesita para hacer hervir el agua: de suerte que hervir el agua y acabarse el fuego es una misma cosa, y así resulta mucho mas económico.



Fig. 102.

EUG. — Teneis razon, no me faltará esta pieza.

TEOD. — Por lo que toca á los gases no se emplean sino para alumbrar; mas ya en Paris se sirven algunos farmacéuticos ó boticarios del gas, que les llega para alumbrar su tienda, se sirven de él digo, para sus diversas operaciones en que necesitan calor, muchas artes podrian hacer otro tanto, en especial los plateros. Una cosa os advertiré notable acerca de los combustibles que os he citado, y es que no todos consumen iguales cantidades de aire atmosférico, y M. Welter ha sentado el primero que los combustibles producen tanto mas calórico cuanto mas oxígeno absorven.

EUG. — Estendeos sobre esto, porque interesa mucho, si no me engaño, para la práctica y economía doméstica.

TEOD. — En efecto es así: no podeis imaginaros los grandes volúmenes de aire que se necesitan para alimentar una buena combustion. Por ejemplo, la combustion de un kilogramo de carbon de piedra exige en teoría 7488 litros de aire; pero los mejores

hornos dejan escapar siempre mas de la mitad de aire á la accion del combustible, de suerte que en práctica se necesitan cerca de 20,000 litros de aire para quemar un kilogramo de carbon de piedra; esto es, al menos veinte y seis veces su peso. Esto os explica porque todos los hornos donde la combustion es lánguida, por falta de aire suficientemente activo, da lugar á un consumo de combustible desproporcionado á los efectos producidos. Así pues el primer principio que se ha de tener en cuenta en la construccion de los aparatos para calentar, es hacer de modo que la combustion se opere con la mayor actividad posible, y para esto se ha de establecer una grande corriente de aire.

EUG.— ¿Cuanto aire consume la madera, y el carbon que es lo que mas usualmente empleamos?

TEOD.— La madera perfectamente seca, suponiendo que hay un kilogramo produce 5500 calóricos, absorve 965 partes de oxígeno en litros, á la presion de 0^m. 76 y á 0°, y en peso 1^k,577, y necesita 4585 partes de aire en litros, bajo la misma presion y temperatura, y 5^k,96 en peso. Coged el lapiz y anotad en una tabla las proporciones de la madera perfectamente seca, húmeda, carbon de leña, de piedra y aceite.

DESIGNACION de los COMBUSTIBLES.	CANTIDAD DE CALORICO DESPRENDIDO.	CANTIDAD de aire de oxígeno absor- vido.		CANTIDAD de aire necesari- o á la combustion.	
		En litros bajo la presion de 0 ^m . 76 y á 0°.	En peso.	En litros bajo la presion de 0 ^m . 76 y á 0°.	En peso.
Leña perfectamente seca.....	5500	965	1,577	4585	5,96
Leña en estado ordinario de desecacion conteniendo 25 0/0 de agua.....	2600	725	1,055	5442	4,47
Carbon ordinario.....	7500	1835	2,635	8820	11,46
Carbon de piedra craso.....	6000	1562	2,254	7453	9,66
Aceite de olivas...	Rumford. 9041 Lavoisier. 11196	2100	5,02	10000	13,00

Bastante hemos hablado ya de los combustibles; veamos ahora los aparatos de combustion. No os figureis que vaya á describiros todos los que se han construido hasta el dia; esto seria nunca acabar y salirnos de los límites de nuestras conferencias; bastará daros una breve idea de ellos, y las reglas que han de seguirse en su construccion. Lo que mas comunmente se necesita es calentar una masa de líquido y evaporarla, en cuyo caso se pone este líquido en una caldera; el combustible se coloca debajo de ella en un foco y encima de una reja. Una canal vertical mas ó menos elevada que es la chimenea determina una corriente de aire suficiente al traves de la reja, y se lleva á fuera los productos gaseosos de la combustion.

EUG. — Esto basta para tener una idea general de los tales aparatos, decidme las reglas.

TEOD. — 1º La superficie por la cual pueden calentarse las calderas podrá producir hasta 40 kilogramos de vapor por metro cuadrado, si la combustion es activa.

2º Quanto mas alta y ancha sea la chimenea; quanto mas preservada estará de un resfriamiento al exterior, tanto mas rápida será la corriente de aire que produjere.

3º La reja que sostiene el combustible debe tener 0^m, 15 de superficie con un cuarto de vacío, para quemar 10 kilogramos de carbon de piedra en una hora.

4º Las vueltas que se haga dar al aire caliente al rededor de la caldera, para aprovecharse de la mayor parte de calor posible, no han de llegar hasta el punto de abajar demasiado la temperatura, porque la fuerza ascendiente del aire en la chimenea, se disminuiria demasiado, y los canales de circulación han de tener ancho diámetro para no estorbar la corriente del aire. Ahí teneis las reglas principales de los tales aparatos.

EUG. — Bueno, si no hay mas que esto ya me empeñaria á dirigir la construccion de alguno.

TEOD. — Por lo que toca á calentar los sólidos, lo cual cuando se quiere elevarlos á una temperatura muy alta se hace en las fraguas, ú hornos de reverbero, es bueno, para economizar combustible, tener en cuenta el calor que pueden dar los combustibles gaseosos. La esperiencia ha demostrado que en las hornazas donde la corriente de aire se

determina por medio de fuelles, hasta elevar el aire soplado á 80 grados, para disminuir una cuarta parte de combustible, aumentando á poca diferencia en la misma proporcion la produccion diaria de la hornaza.

EUG. — Decidme algo sobre el modo de calentar los aposentos.

TEOD. — De dos maneras podemos obtener este resultado, con ventaja se entiende, ya empleando las estufas, ya las chimeneas, ú hogares. Unos y otros de estos aparatos tienen sus ventajas é inconvenientes. Las estufas son mucho mas económicas, pues calientan mas un aposento con menos combustible; pero pueden dañar la salud de los que se hallan en él. Las chimeneas son mucho mas saludables, pero caras, y esponen á que el humo se esparza por el aposento y dañe los ojos. Ya os espli-qué como podiais construir una buena chimenea, evitando la salida del humo por la boca del hogar; así es inutil que aquí lo repita.

EUG. — Esplicadme en que consiste una estufa, porque no he visto ninguna.

TEOD. — Esta es un mueble muy usual en los paises frios, donde suelen sentir menos frio que en los templados, porque la necesidad los fuerza á ingeniar medios de preservarse sobremanera cómodos y eficaces. Consiste la estufa en unas masas mas ó menos voluminosas de hierro, ó de loza ó sea vidrio blanco con un hogar en su interior que comunica por una puertezuela con el aire del aposento, y por un agujero con un cañon de hierro que sirve de chimenea, el cual va á parar al exterior de

la estancia, llevándose los productos gaseosos de la combustion. Las hay de varios modos, mas ó menos ventajosas por lo que toca á la economia. Las de metal se calientan rápidamente, irradian mucho calórico, secan el aire del aposento, y se enfrían tambien muy de prisa en cesando la combustion. Por lo tanto no convienen en los cuartos de enfermos, ni de aquellos cuyo pecho es irritable. Podria obviarse este inconveniente, poniendo encima de la estufa un plato lleno de agua, la cual se evapora con el calor y templá la sequedad del aposento. Si este no encierra ningun enfermo, se puede remediar aquel inconveniente renovando á menudo el aire de la estancia, lo cual se hará abriendo las ventanas ó balcones. Las de loza son preferibles porque no esponen á dichos inconvenientes con tanta facilidad. El mejor modo de calentarse por medio de la estufa es darle grande masa y mediana temperatura.

SILV. — No sé donde leí el otro dia que en Inglaterra, habia un modo escelente de calentar los hospitales, y no tengo bien clara la idea de ello, porque lo leí de prisa y á la ligera.

TEOD. — Yo os lo explicaré. Este modo consiste en calentar el aire, mediante tubos ó cañutos calentados por el vapor, y hacer circular este aire caliente por todas las partes del edificio: he aquí lo que practican para este objeto. Colocan en un sótano una, ó muchas calderas de dimensiones convenientes, y hacen en los fundamentos de las paredes maestras galerías que comunican con el aire exterior; tambien se hacen en las mismas paredes con-

ductos verticales tan numerosos como se desee, los cuales comunican con las galerías y estos tubos, estan cerrados por la parte superior pudiendo penetrar cuando se quiera por una simple abertura en todas las salas del edificio. Hácese circular dos grandes cañutos de metal, por todas las galerías de los fundamentos, disponiéndolos de modo que se calientan con el vapor, y vuelva el agua de condensacion á la caldera. A beneficio de este proceder el aire, que debe de calentarse, está siempre cerca de 10°, cualquiera que sea el frio exterior, y cargado de cierta cantidad tal de humedad que nunca se hace demasiado seco, ni aun calentándolo. Las rutas subterranas no permiten ninguna pérdida del calor producido; el aire no contrae ningun olor desagradable, y no se halla nunca mezclado con humo, y como la temperatura de este aire no puede exceder, ni llegar á 100°, no se observa ninguno de los inconvenientes que se hallan en los demas modos de calentar estos edificios. Los conductos de las paredes maestras pueden ser anchos, son muy buenos ventiladores y no solo mantienen el calor, sino la salubridad en todos los puntos del hospital. Hay ademas en las aberturas registros que sirven para limitar el acceso del aire caliente. Este método tiene la grande ventaja de conservar una tension continua del aire caliente, que ha de penetrar en las salas de los enfermos, de modo que el aire de la sala tiende á escaparse por todas las juntas de las puertas y ventanas, mientras que en los métodos ordinarios, y sobre todo en la ventilacion por aspiracion, sucede al contrario; el aire exterior es el