

III

DISTRIBUCIÓN DEL CALOR EN LAS HABITACIONES DE UNA CIUDAD Y EN LOS CARRUAJES DE UN TREN

Los varios sistemas de calefacción descritos en los artículos que preceden, basados en la circulación del aire ó del agua calientes, y del vapor de agua, apenas se han aplicado hasta ahora más que á edificios aislados, más ó menos espaciosos, es decir á un conjunto de construcciones que forman un todo solidario, y arreglado con este objeto especial por el arquitecto del edificio.

Los americanos han tratado de darle una aplicación más extensa, abarcando toda una ciudad. Así como hay compañías que conducen gas á todas las casas de una población, y en cada casa á todos los aposentos que lo necesitan, así también han tratado de distribuir el calor por un procedimiento análogo, es decir, produciendo en una fábrica central la cantidad de calor necesaria, y enviándola á domicilio por una cañería subterránea. Hanse hecho las primeras pruebas de este género de calefacción colectiva en Buffalo y en Lockport, y luego en muchas de las grandes ciudades del Norte de los Estados Unidos.

De los tres modos de circulación, el basado en la cesión del calor latente de vaporización del agua era sin duda el único aplicable en tan grande escala. El vapor pasa desde las calderas de la fábrica central á unas cañerías de hierro que ha habido que preservar de las pérdidas ocasionadas por la conductibilidad del metal, á cuyo efecto se las ha envuelto en unas cubiertas gruesas de fieltro, substancia poco permeable al calor. Forrados los tubos de este modo, se los encierra en unos conductos de madera que acaban de preservarlos del enfriamiento.

El vapor que circula de tal modo por las calles de la ciudad llega, por unos tubos de distribución asignados á cada casa y á cada piso ó habitación, á unos aparatos situados en los locales que se ha de caldear. Estos *difusores* son cañerías de hierro que se caldean al contacto del vapor y difunden calor á la manera de las estufas comunes. Para aumentar su superficie radiante, están provistos de aletas, longitudinales en dirección de las aristas del cilindro, ó transversales y por consiguiente circulares. Mediante una llave de admisión se puede regular la introducción del vapor según las necesidades del caldeo; el difusor lleva además en su parte inferior un *purificador* por el cual sale el agua de condensación, agua por cierto bastante caliente para que, recogéndola, pueda aprovecharse para algún uso doméstico ó industrial.

La prueba de este modo de distribución del calor es demasiado reciente todavía para poder apreciar sus ventajas ó reconocer sus inconvenientes.

La calefacción de los carruajes de los trenes de las vías férreas ha sido objeto de múltiples ensayos, habiéndose experimentado sucesivamente todos los sistemas, como estufas, cilindros llenos de arena calentada al rojo oscuro, agua ó aire calientes, vapor, etc. Los ingenieros de la Compañía del Este en Francia, después de discutir y comparar todos los sistemas, han deducido en conclusión que el agua caliente es lo más apropiado y lo que mejor llena todas las condiciones de una calefacción constante é higiénica. Con este objeto se llenan de dicho líquido unos caloríferos que se colocan entre las banquetas. Cuando se enfría el agua, se quitan los caloríferos y se la vuelve á calentar, ya por inyección directa de vapor, ó bien por inmersión en un depósito de agua cuya temperatura se mantiene, mediante una inyección de vapor, á un punto cercano

á la ebullición. Con este último procedimiento bastan cinco minutos para elevar la temperatura á 90°, y así lo hace la Compañía del Este. En las líneas de Orleáns, del Oeste y del Norte, se calientan de nuevo los caloríferos por inyección directa de vapor. La primera de dichas compañías ha adoptado también un aparato, al cual da el nombre de *termosifón*, y que sirve para calentar los compartimientos de un mismo carruaje. He aquí en qué consiste.

Hacia la parte media del coche, y bajo la saliente formada por la caja sobre el armazón, va colocada una caldera de hierro de hogar interior, de cuya parte superior salen dos tubos que conducen el agua caliente á los extremos del vagón. Esta agua circula en seguida por unos caloríferos situados transversalmente entre los banquetillos de cada compartimiento, volviendo luego por una canalización especial á la parte inferior de la caldera. Para compensar las pérdidas ocasionadas por la condensación, hay un recipiente lleno de agua que comunica con la atmósfera y sirve de reserva, facilitando además la libre circulación del agua. El humo del hogar sale por un tubo adaptado al eje de uno de los tableros y que sobresale del techo del carruaje. De este modo se tiene, á los pies de los viajeros, una temperatura de 50 á 60°, y en el vagón un exceso de 8 á 10° sobre la temperatura exterior. Este sistema de calefacción, que no requiere que se abran las portezuelas para cambiar los caloríferos enfriados, no consume más de 5 céntimos de combustible por hora y por carruaje.

En Bélgica se calientan los vagones haciendo circular por ellos agua caliente, que pasa desde el tender á los pies de los viajeros, y vuelve desde los coches á aquél ó va directamente, parte al inyector de caldeo, y parte al de alimentación de la caldera. Este sistema no tiene más inconveniente que el de ser doble la canalización de los coches. En Alemania y Austria se emplea la circulación del vapor por tubos que pasan bajo los pies de los viajeros, y en Suecia el vapor y el aire caliente combinados: el primero circula por un tubo de hierro, provisto de aletas que aumentan la superficie de radiación, y que va metido en una caja de madera colgada debajo del bastidor. El aire de la caja, calentado por el tubo de vapor, penetra en los compartimientos por orificios practicados debajo de los asientos.

El ingeniero francés M. Ancelin ha propuesto utilizar para caldear los vagones el calor latente de fusión de un compuesto, el acetato de sosa, que puede almacenar más calor que el agua á los mismos límites de temperatura. "Un calorífero de 11 litros, dice, contiene unos 15 kilogramos de acetato; suponiendo que su temperatura inicial es de 80°, temperatura máxima de los caloríferos de agua al meterlos en los vagones, desarrollará:

Calor sensible de 80° á 60°	225 calorías
Calor latente	1,410 —
Calor sensible de 60° á 40°	96 —
Total	1,731 calorías

„El mismo calorífero de agua desarrollará, de 80° á 40°, 440 calorías; por consiguiente el acetato dará cuádruple calor que el agua (1).„

Aparte del notable ahorro de combustible, este modo de calefacción tendría la ven-

(1) El acetato de sosa llega á la fusión acuosa hacia los 59°, y en virtud de este cambio de estado absorbe unas 94 calorías.

taja de evitar la renovación frecuente del agua de los caloríferos, que se haría de una vez para siempre, gracias á la estabilidad del compuesto empleado. Las pruebas hechas en varias líneas del extranjero han dado, según parece, buenos resultados.

IV

LOS COMBUSTIBLES: SUS PODERES CALORÍFICOS

Todo esto nos conduce naturalmente á decir algo acerca de los combustibles, de su valor relativo y del calor que desarrollan, cuestión que no deja de ser importante tratándose de la calefacción.

La madera ha sido el primer combustible usado, y aún hoy día hay países enteros que no emplean otro. Seguramente es el más agradable, pero también uno de los más costosos, excepto en las comarcas cubiertas de bosques y apartadas de las minas de carbón de piedra. La hulla, la antracita, el lignito y otros combustibles minerales, el coke, que es el residuo dejado por la destilación de la hulla, son de un uso cada día más frecuente, porque constituyen un sistema de calefacción más económico. En ciertos países se quema turba; siendo en realidad el reino vegetal, tanto el de hoy como el de los antiguos períodos geológicos, el que proporciona el elemento del calor desarrollado en los diferentes aparatos de calefacción que hemos enumerado. Hablando en rigor, el gas del alumbrado, empleado como combustible, se halla en igual caso; es uno de los compuestos de la hulla, y este simple hecho basta para demostrar por qué la calefacción por gas es más costosa que la procedente de la hulla misma de la que se extrae dicho gas.

Basados en los experimentos de los físicos, comparemos ahora los poderes caloríficos de las referidas substancias, entendiéndose por tal poder el número de unidades de calor que desarrolla la combustión íntegra de un kilogramo de cada una.

COMBUSTIBLES	Calorías	Relación de los poderes caloríficos
Hulla	8000	1,00
Antracita.	7500	0,95
Coke.	7000	0,90
Lignito.	6500	0,80
Carbón vegetal.	6000	0,75
Turba.	5000	0,60
Leña seca.	4000	0,50
Leña (20 por 100 de agua).	3000	0,38
Gas del alumbrado.	10000	1,25

El gas del alumbrado es el de mayor poder calorífico (1); á continuación siguen la hulla y los combustibles minerales, y luego la turba y la leña húmeda, inferior á todos los demás combustibles.

(1) Conviene observar que es preciso destilar 100 kilogramos de hulla para producir 28 metros cúbicos de gas. Calculando en 0,4 la densidad de este gas, tendremos que el peso de los 28 metros cúbicos es 14^k,5 próximamente. 100 kilogramos de hulla quemados directamente dan 800,000 calorías, pero los 28 metros cúbicos de gas que de ellos se extrae sólo dan 145,000. Esta es la razón de que la calefacción por gas sea más costosa, á pesar de su gran calor de combustión.

Aparte de esto, ya hemos visto que los aparatos de calefacción, aun los más perfeccionados, distan mucho de aprovechar todo el calor de la combustión, pues la mayor parte de este calor se escapa al exterior por la chimenea.

¿Se desea conocer las pérdidas considerables que se disipan anualmente en humo? Tomemos por ejemplo el consumo de París. El *Anuario de la Oficina de longitudes para 1872* nos da la cifra de este consumo en 1869:

Leña de varias clases.	994,057 esterios
Carbón vegetal.	4.902,315 hectólitros
Hulla, coke, turba, etc.	682.011,827 kilogramos (1)

Aun tomando una cifra inferior al valor medio de estos combustibles, no puede menos de estimarse en 69 millones de francos el gasto total, 25 millones por la leña, 24 por la hulla y 20 por el carbón vegetal. Pero este último combustible apenas sirve para la calefacción, y una gran parte de la hulla se emplea en usos industriales. La pérdida de calor no es menos positiva para las tres clases de combustible, pudiendo afirmarse que un 60 por 100 cuando menos se disipa en humo sin aprovecharse; por consiguiente, resulta una pérdida anual de más de 40 millones de francos, pérdida que seguramente podría reducirse mucho si se adoptasen en todas partes aparatos construídos racionalmente. El bolsillo de los consumidores reportaría de ello tanto beneficio como su salud. ¿Qué sería si aplicásemos los mismos cálculos á toda la Francia y á cada país en el mundo entero?

CAPÍTULO III

VARIAS APLICACIONES DE LAS LEYES DEL CALOR

I

VIVIENDAS

La temperatura de una habitación no depende solamente de los aparatos de calefacción instalados en ella, ni del calor que comunican al aire por vía de radiación, de convección ó de cualquier otro modo de propagación calorífica, sino también, y en primer lugar, de la temperatura exterior, y en segundo, de las paredes ó abrigos que con mayor ó menor eficacia se oponen á que el calor interior salga fuera. Esta pérdida inevitable es más ó menos rápida según el espesor de las paredes, según que los materiales de que están formadas sean buenos ó malos conductores del calor, y finalmente, según que las aberturas practicadas en ellas, cerradas con vidrieras para dar paso á la luz del día, sean más ó menos numerosas y presenten mayor ó menor superficie.

(1) Doce años después, ó sea en 1881, el consumo fué de:

Leña.	793,000 esterios
Carbón vegetal.	5.092,000 hectólitros
Hulla, etc.	952.000,000 kilogramos

Vese que el consumo de hulla se ha desarrollado considerablemente y que el de la leña ha disminuído. En estas cifras no se consigna la parte, probablemente bastante escasa, que corresponde al gas del alumbrado