

mado agranda la cavidad con su presión. La masa de vidrio toma entonces la forma de bola hueca á modo de pera.

Los herreros saben que una barra de hierro calentada al rojo blanco é introducida bruscamente en agua permanece en ella algún tiempo incandescente: el enfriamiento no es inmediato, pues alrededor de la barra se forma una envoltura de vapor que impide el contacto; empieza la vaporización con ruido y el líquido se pone á hervir hasta que salta con violencia fuera de la vasija.

Los fundidores saben también desde tiempo inmemorial que es posible meter el dedo ó la mano en un baño metálico en fusión sin quemarse, y algunos de ellos hacen saltar con la mano gotas de metal fuera del crisol, ó lamen impunemente el hierro calentado al rojo blanco. Estas pruebas, que por espacio de mucho tiempo han parecido extraordinarias, inexplicables, y que por esta razón tropezaban con muchos incrédulos, han sido confirmadas y comprobadas personalmente por Boutigny, y repetidas con frecuencia. La explicación de la incombustibilidad transitoria de la piel y de los tejidos en general es la siguiente: la superficie de nuestra piel está siempre húmeda, humedad que aumenta naturalmente cuando estamos dominados por la impresión involuntaria de una prueba que nos causa repulsión ó temor; al meter la mano en una masa incandescente, la hacemos desempeñar el papel de los líquidos contenidos en vasijas muy calientes: no hay contacto real entre la piel y el metal. Naturalmente, cuando se hace esta prueba se debe tener la mano metida muy poco tiempo; pero el doble movimiento de inmersión y de emersión no debe ser muy brusco, como lo recomienda Boutigny, porque la rapidez del movimiento podría ser causa del contacto con el metal en fusión. Las personas que tienen la piel seca deben tener la precaución de humedecerla antes con agua ó éter.

VIII

FRÍO PRODUCIDO POR LA EVAPORACIÓN Y POR LA VAPORIZACIÓN

Para que una masa líquida se reduzca al estado de vapor, por evaporación espontánea ó por ebullición, se requiere siempre cierta cantidad de calor; más adelante veremos cuáles son los procedimientos á que se apela para regular esta cantidad. El calor

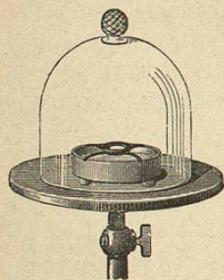


Fig. 591.—Experimento de Leslie. Congelación de agua por evaporación.

así absorbido se toma del hogar si se trata de ebullición, y de los cuerpos circundantes, en la parte del líquido no evaporada todavía, si de evaporación. Este último fenómeno tiene por principal carácter un enfriamiento más ó menos marcado, cuya intensidad depende de la actividad ó de la rapidez con que se produce, y que se ha procurado utilizar en la industria, según veremos en los capítulos consagrados á las aplicaciones del vapor. Luego estudiaremos sus leyes, tan importantes para la explicación de muchos fenómenos naturales; por ahora, nos limitaremos á describir algunos experimentos que sirven para demostrar su realidad.

El primero se conoce con el nombre de *experimento de Leslie*, porque lo ideó el físico así llamado. Sobre una ancha vasija de vidrio ó de porcelana, llena de ácido sulfúrico concentrado, se coloca encima de un soporte metálico una delgada cápsula de cobre en la cual se echa un poco de agua (fig. 591). Pónese

todo ello debajo de la campana de una máquina neumática y se hace el vacío. Al punto sobreviene la evaporación con tanta mayor actividad cuanto que el ácido sulfúrico absorbe el vapor de agua conforme se va formando, pues ya se sabe cuán grande es la afinidad del primer líquido para con el segundo. El enfriamiento que resulta es á expensas del agua, la cual se congela en breve, pudiéndose sacar de la cápsula un pedazo de hielo.

Si se llena de agua la bola de un tubo termométrico, y se la coloca en una vasija que contenga éter, poniéndolo todo en seguida debajo del recipiente de la máquina neumática, bastan algunos movimientos hechos con el émbolo para congelar el agua, gracias al enfriamiento producido por la rápida evaporación del éter.

También se puede prescindir de hacer el vacío, y activar únicamente la evaporación inyectando aire con un fuelle en el interior de la masa de éter (fig. 592).

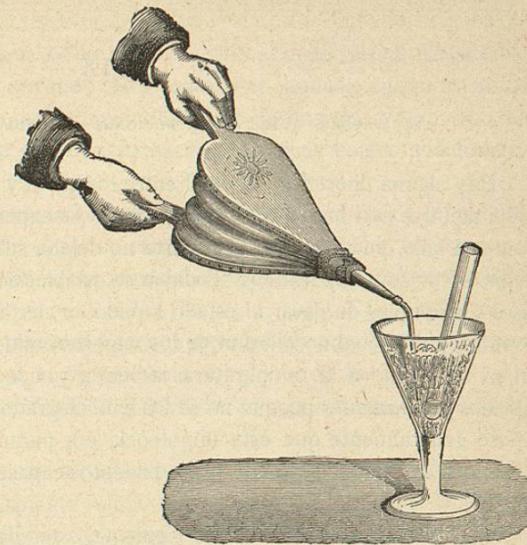


Fig. 592.—Congelación del agua por evaporación del éter

La figura 593 representa un pequeño aparato conocido con el nombre de *crióforo*, inventado por el doctor Wollaston para congelar agua mediante su evaporación en el vacío. Es un tubo doblemente acodado, terminado en dos esferas, una de las cuales A está medio llena de agua, y de la que se ha expulsado

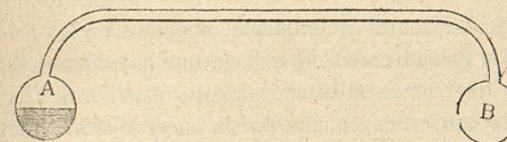


Fig. 593.—Crióforo de Wollaston

el aire por ebullición; la segunda esfera se mete en una mezcla frigorífica. El vapor que se forma en A se extiende por la esfera B, donde se condensa á causa de la baja temperatura de la mezcla frigorífica, y el agua que queda en A se congela.

Gay-Lussac repitió el experimento de Leslie rodeando también la campana de una mezcla frigorífica, con lo cual obtuvo un frío mucho más intenso, bastante para congelar el mercurio. Se consigue el mismo resultado sin apelar al vacío, pero valiéndose del ácido sulfuroso líquido. He aquí cómo se prepara la operación. Introdúcese en un tubo de vidrio cierta cantidad de mercurio, que se cubre de ácido sulfuroso líquido. El tubo está tapado con un tapón de ebonita, el cual lleva dos agujeros para dar paso á dos tubos más pequeños. Uno de estos penetrará en el ácido y sirve para insuflar en él, con una vejiga, aire que se escapa por el otro tubo arrastrando consigo el vapor del ácido sulfuroso á medida que se va formando. La evaporación

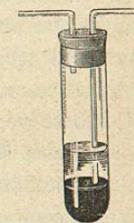


Fig. 594.—Congelación del mercurio por evaporación del ácido sulfuroso.

causada por esta corriente en el seno del líquido eminentemente volátil atravesado por ella, produce un frío bastante intenso para que en poco tiempo se solidifique el mercurio.

IX

LOS VAPORES Y LOS GASES: NOCIONES HISTÓRICAS SOBRE SU NATURALEZA

¿Hay alguna diferencia esencial entre los gases y los vapores? Cuestión es esta que podía agitarse aún hace pocos años, porque la experiencia no había dado definitivamente su fallo, pero que por otra parte no dejaba subsistir ninguna duda en el ánimo de los físicos contemporáneos. Todavía se establecía una marcada distinción entre los gases susceptibles de pasar al estado líquido en ciertas condiciones de presión y de temperatura, por lo cual no diferían de los vapores emitidos por los cuerpos que se presentan en tal estado á la temperatura ordinaria y á la presión atmosférica, y los gases llamados *permanentes* porque no se los había logrado condensar en forma líquida. Pero creíase generalmente que esta impotencia era puramente relativa, y que llegaría un día en que la ciencia daría con procedimientos capaces de sujetar dichos gases á la ley común.

Según veremos en el capítulo siguiente, este día ha llegado en efecto; todos los gases, sin excepción, han sido liquidados y hasta solidificados; y por consiguiente todos son vapores, así como todos los vapores son gases.

Las nociones sobre unos y otros eran mucho más confusas un siglo atrás. Por ejemplo, aún no hace tanto tiempo como pudiera creerse que se sabe con exactitud lo que es el vapor de agua, cuyas propiedades mecánicas se han utilizado mucho antes de conocerlo.

La razón es muy sencilla: los descubrimientos enteramente modernos de los físicos y químicos sobre los gases no nos habían enseñado todavía que hay diferencias de constitución entre las substancias que toman el estado gaseoso ó aeriforme. Así es que se creía que el vapor era agua convertida en aire por la enérgica acción del fuego, ó bien aire ó cualquier otro fluido sutil que estaba primitivamente contenido en el agua.

La *Enciclopedia* de D'Alembert y Diderot define la palabra *vapor* como sigue: "Es la reunión de una infinidad de burbujillas de agua ó de otras materias líquidas, llenas de aire enrarecido por el calor y elevadas á la atmósfera hasta cierta altura á causa de su ligereza, después de lo cual vuelven á caer, ya convertidas en lluvia, ya en rocío ó ya en nieve, etc.,"

Como se ve, se confundía el vapor propiamente dicho, siempre invisible, con las nubes visibles, según lo prueban además las líneas siguientes: "Las masas de esta reunión, que flotan en el aire, son lo que se llama *nubes*.,"

Véase cómo se expresa acerca del mismo asunto Bossut, que escribía en 1755, es decir, á los ochenta años de la invención de la máquina de vapor: "El fuego hace salir del agua, en forma de vapor, un fluido muy ligero, sutilísimo, muy elástico, y capaz de hacer equilibrio á pesos considerables.... Este vapor no es aire que se desprende del agua, como muchos podrían suponerlo., En apoyo de esta afirmación transcrita cita un experimento verificado por Desaguliers, y que considera innecesario reproducir, añadiendo á modo de conclusión lo siguiente: "Parece que el vapor es un fluido

particular, mezclado con el agua, ó si se quiere, con la parte más sutil del agua, puesto en acción por el fuego, y que pierde súbitamente su virtud expansiva, hasta no ocupar más que un volumen infinitamente reducido cuando se le enfría de cualquier modo.,"

La idea de que el vapor de agua no es otra cosa sino el agua misma transformada en gas por la acción del calor no era muy clara todavía en aquella época; así se desprende de los párrafos que acabamos de transcribir. Pero de hoy más ya no cabe duda alguna sobre las circunstancias de esta transformación, conforme hemos podido ver en este capítulo.

Sin embargo, todavía hay personas que no se forman idea exacta de lo que es un vapor y confunden con él el producto de su condensación. Para ellas, las nubes y las nieblas son vapores. El lenguaje común autoriza sin duda esta confusión, pero conviene disiparla.

Las nubes, las nieblas, las brumas más ó menos espesas ó ligeras son efectivamente producto de la evaporación acuosa en la superficie del globo, de los continentes ó de los mares; pero no se las debe confundir con el vapor de agua en sí, que es siempre invisible en el aire.

El vapor de agua es un gas de transparencia perfecta, cuya acumulación en la atmósfera no produce inmediatamente ninguna perturbación. Cuando el agua de que se forma se hace visible en forma de nubes ó de nieblas, es que cierta cantidad de este vapor se ha condensado por cualquiera causa, ha vuelto á pasar al estado líquido.

En tiempo frío, el aliento de las personas y de los animales sale á modo de ligero vaho que se toma por vapor, como la blanca humareda que brota á bocanadas de la chimenea de una locomotora. Esta idea es falsa, lo repetimos; procede de una locución inexacta.

En todos los ejemplos que hemos acabado de citar, es el vapor de agua el que ha dado origen á la nube más ó menos blanca y más ó menos opaca que se forma; pero, á decir verdad, lo que en realidad no se ve es ciertamente el vapor, el cual consiste en la reunión de una multitud de gotitas muy finas, de tenuísimas partículas de agua, que á veces se evaporan de nuevo, y á veces se reúnen, se condensan más, y caen convertidas en lluvia más ó menos fina, cuando cada una de ellas ha adquirido el peso suficiente para vencer la resistencia del aire que hasta entonces las ha soportado. ¿Por qué, cuando se calienta agua en una vasija, sale vaho alrededor de la tapadera? ¿No es este el fenómeno mismo de la evaporación, que sigue al de la vaporización propiamente dicha, no bien se ha llegado á la temperatura de la ebullición? Sí, pero esas nubes que se elevan desde la superficie del agua no son ya vapor; al atravesar ésto las capas que pesan sobre la vasija y que son más frías que el agua, se condensa inmediatamente á causa del enfriamiento que experimenta; en virtud de su fuerza expansiva se difunde por el espacio circundante, y su extraordinaria diseminación lo hace invisible en él. Pero entonces se puede observar el depósito de gotitas húmedas en los cuerpos vecinos, y más especialmente en la cara interior de la tapadera, donde se van acumulando hasta formar gotas más gruesas que chorrean por ella.

Las anteriores observaciones son de gran importancia para la explicación é inteligencia de los fenómenos meteorológicos, según tendremos ocasión de ver más adelante al tratar de los mismos, y esta es la razón de que hayamos insistido tanto acerca de este punto.