

## CAPÍTULO V

## COMPOSICION QUÍMICA DEL AIRE

La ciencia debe al gran químico francés Lavoisier el descubrimiento de la composición química del aire.

Veamos cuáles fueron desde su origen las investigaciones de tan laborioso observador, y oigamos de su propia boca el resumen de sus curiosos estudios:

Nuestra atmósfera, dice, debe estar formada de la reunion de todas las sustancias susceptibles de permanecer en el estado aeriforme al grado habitual de temperatura y de presión que soportamos. Estos fluidos forman una masa de naturaleza casi homogénea, desde la superficie de la Tierra hasta la mayor altura á que se ha podido llegar, y cuya densidad decrece en razon inversa de los pesos de que está cargada; pero es posible que esta primera capa esté recubierta de otra ú otras muchas, de fluidos muy diferentes.

¿Cuál es el número y la naturaleza de los fluidos elásticos que componen la capa inferior que habitamos?

Después de haber consignado que la química presenta dos métodos esenciales para el estudio de los cuerpos, la análisis y la síntesis, Lavoisier describe como sigue su famoso experimento de la primera análisis del aire:

«Tomé un matraz (fig. 20) de unas 36 pulgadas de capacidad, cuyo cuello era muy largo, y tenía de 6 á 7 líneas de grueso in-

teriormente. Le encorvé, tal como se vé representado (fig. 21), de modo que pudiera colocarlo sobre un hornillo (M) mientras el extremo (e) de su cuello iba á penetrar en la campana (G), colocada en el baño de mercurio. Introduje en dicho matraz 4 onzas de mercurio muy puro, y despues, chupando con un sifon que introduje tambien debajo de la campana, elevé el mercurio hasta L; marqué atentamente esta altura con una tira de papel engomado, y observé exactamente el barómetro y el termómetro.

»Así dispuestas las cosas, encendí fuego en el hornillo, y lo mantuve casi continuamente por espacio de doce dias, de modo que el mercurio se calentara hasta el grado necesario para hacerlo hervir.

»No ocurrió nada notable en el primer dia; el mercurio, aunque no hervia, se hallaba en un estado de evaporacion continua, tapizaba el interior de las vasijas de gotitas que en un principio eran muy finas, pero que despues fueron aumentando, y cuando llegaban á adquirir cierto volúmen, caian por sí solas en el fondo del matraz, reuniéndose con el resto del mercurio. Al segundo dia, empecé á ver flotar en la superficie del metal pequeñas partículas rojas que por espacio de cuatro ó cinco dias aumentaron en número y en volúmen, despues de lo cual cesaron de engrosar, permaneciendo



LAVOISIER ANALIZANDO EL AIRE ATMOSFÉRICO.



absolutamente en el mismo estado. Al cabo de doce dias, viendo que la calcinacion del mercurio no hacia mas progreso, apagué el fuego, y dejé que se enfriaran las vasijas. El volúmen del aire contenido, antes de la operacion, así en el matraz como en su

cuello y en la parte vacía de la campana, era de unas 50 pulgadas cúbicas. Cuando terminó la evaporacion, este mismo volúmen, á presión y á temperatura iguales, quedó reducido á 42 ó 43 pulgadas, habiéndose evaporado, por consiguiente, casi una sexta



Fig. 20.—EL MATRAZ

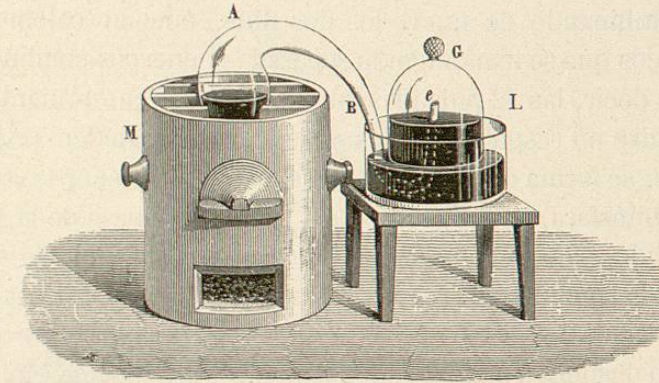


Fig. 21.—EL APARATO

parte. Además, reuní cuidadosamente las partículas rojas que se habían formado; las separé en cuanto me fué posible del mercurio vivo que las bañaba, y vi que pesaban 45 granos.

»El aire que quedaba después de esta operación, reducido ya á los cinco sextos de su volúmen por la calcinación del mercurio, no era á propósito para la respiración ni la combustión; porque los animales que introduje en él perecían en pocos instantes, y las luces se apagaban en el acto, como si las hubiese sumergido en agua.

»Luego, tomé los 45 granos de materia roja que se había formado durante la operación, los metí en una pequeña retorta de vidrio á la que estaba adaptado un aparato propio para recibir los productos líquidos y aeriformes que pudieran separarse, y habiendo encendido fuego en el hornillo, observé que á medida que la materia roja se calentaba, su color aumentaba en intensidad. Cuando la retorta estuvo próxima á la incandescencia, dicha materia empezó á perder poco á poco su volúmen, y en algunos minutos desapareció enteramente; al mismo tiempo se condensaron en el pe-

queño recipiente  $41\frac{1}{2}$  granos de mercurio vivo y pasaron á la campana de 7 á 8 pulgadas cúbicas de un fluido elástico mucho más á propósito que el aire de la atmósfera para entretener la combustión y la respiración de los animales.

»Habiendo hecho pasar una porción de este aire á un tubo de vidrio de una pulgada de diámetro, é introducido en él una bugía, difundió una claridad deslumbradora; el carbon, en vez de consumirse lentamente como en el estado ordinario, ardía allí con llama y crepitación, á la manera del fósforo, y con una vivacidad de luz tal que los ojos apenas podían soportarla. M. Priestley, M. Schéele y yo hemos descubierto casi al mismo tiempo dicho aire, habiéndole llamado el primero aire deflogístico, y el segundo, empireo. Yo le di primeramente el nombre de *aire eminentemente respirable*, pero luego se le ha sustituido con el de *aire vital*.

»Reflexionando sobre las circunstancias de este experimento, se vé que el mercurio absorbe al calcinarse la parte salubre y respirable del aire, ó hablando con más exactitud, la base de esta parte respirable; que



la porcion de aire que queda es una especie de mofeta incapaz de entretener la combustion y la respiracion; y por consiguiente, el aire de la atmósfera está compuesto de dos flúidos elásticos de naturaleza diferente y, por decirlo así, opuesta.

»Una prueba de esta importante verdad es que combinando de nuevo los dos flúidos elásticos que se han obtenido separadamente, es decir, las 42 pulgadas cúbicas de mofeta ó aire no respirable, y las 8 de aire respirable, se forma otra vez uno semejante al de la atmósfera, á propósito, casi en el mismo grado, para la combustion, la calcinacion de los metales y la respiracion de los animales...»

Pasando despues á ocuparse de las denominaciones que deberian darse á las sustancias descubiertas, Lavoisier añade:

«Hallándose la temperatura del planeta que habitamos muy próxima al grado en que el agua pasa del estado sólido al líquido y reciprocamente, y efectuándose este fenómeno con bastante frecuencia á nuestra vista, no es de estrañar que en todas las lenguas, ó á lo menos en los climas sujetos á una especie de invierno, se haya dado un nombre al agua solidificada por la ausencia del calórico.

»No nos hemos creído facultados para alterar los nombres admitidos y consagrados en la sociedad por un uso antiguo, y en su consecuencia, hemos aplicado á la palabra *agua* y *hielo* su significacion vulgar, y aun expresado con la de *aire* el conjunto de flúidos elásticos que componen nuestra atmósfera.

»En cuanto á las palabras nuevas, las hemos sacado principalmente del griego, aplicándolas de modo que su etimología recordara la idea de las cosas que nos proponemos indicar, y cifrando un especial cuidado en hacer uso de palabras cortas y susceptibles, en cuanto posible fuera, de formar adjetivos y verbos.

»En virtud de estos principios, hemos conservado el nombre de *gas* empleado por

Van-Helmont, y colocado bajo esta denominacion la numerosa clase de los flúidos elásticos aeriformes.

»El aire de la Atmósfera está compuesto principalmente de dos flúidos aeriformes ó gases; el uno respirable, susceptible de entretener la vida de los animales, en el cual pueden calcinarse los metales y arder los cuerpos combustibles; el otro, de propiedades enteramente opuestas, que los animales no pueden respirar, ni es susceptible de entretener la combustion, etc. Hemos dado á la base de la porcion respirable del aire el nombre de *oxígeno*, derivándolo de dos palabras griegas *oxus*, ácido, *geinomai*, yo engendro, porque, en efecto, una de las propiedades mas generales de esta base es la de formar ácidos que se combinan con la mayor parte de las sustancias. Llamémos, pues, Oxígeno á la reunion de esta base con el calórico. Su gravedad en este estado, es con bastante exactitud medio grano, peso de marco, por pulgada cúbica ú onza y media por pié cúbico, todo ello á 10 grados de temperatura, y á 28 pulgadas del barómetro.

»Como todavía no son muy conocidas las propiedades químicas de la parte no respirable del aire de la atmósfera, nos hemos contentado con deducir el nombre de su base de la propiedad que tiene este gas de privar de la vida á los animales que lo respiran, y en su consecuencia le hemos dado el nombre de *ázoe* (1), del *a* privativa de los griegos, y de *zoe*, vida; así pues la parte no respirable del aire será el gas azóico. Su gravedad es de 1 onza, 2 dracmas y 48 granos por pié cúbico ó de 0 granos 4444 la pulgada cúbica (2).»

La naturaleza del aire quedó, pues, claramente definida merced á estos experimentos, que datan del año 1777; sin embargo,

(1) La generalidad de los químicos españoles designan este gas con el nombre de *nitrógeno*.

(N. del T.)

(2) *Obras de Lavoisier*. Edicion del ministerio, tomo I.

hasta el siglo actual no se conoció completamente su verdadera composicion.

Apenas hace cincuenta años que se procedió á la primera análisis exacta del aire, debiéndose á Gay-Lussac y Humboldt, que la efectuaron por el hidrógeno con ayuda del *eudiómetro*.

Cuando se opera la combustion de una mezcla de volúmenes iguales de aire y de hidrógeno puro, en el eudiómetro de mercurio, todo el oxígeno desaparece bajo la forma de agua que se condensa á modo de rocío, cuyo volúmen es inapreciable, quedando una mezcla formada de nitrógeno y del

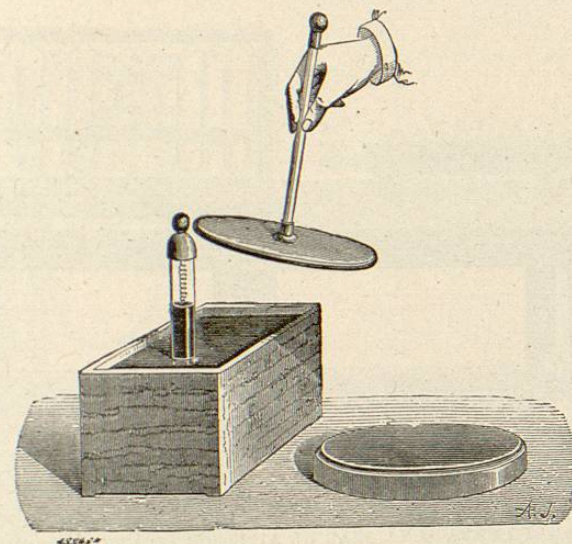


Fig. 22.—EUDIÓMETRO DE MERCURIO PARA ANALIZAR EL AIRE.

exceso del hidrógeno empleado; luego este gas hace desaparecer en el estado de agua, un volúmen de oxígeno igual á la mitad del suyo. De aquí se sigue que el volúmen de oxígeno contenido en el aire del eudiómetro es igual al tercio del volúmen desaparecido. Si la medida del aire, del hidrógeno, y luego de los gases despues de la explosion, se hace á la misma presion y á igual temperatura, si los gases se han saturado además de humedad antes de la explosion, las determinaciones hechas no permiten ninguna correccion. Tal es el principio fundamental del método.

Gay-Lussac y Humboldt hallaron en volúmen 21 por 100 de oxígeno y 79 de nitrógeno. Casi todos los químicos han reproducido despues esta análisis, con el objeto de estudiar las modificaciones que la vida de los animales y de los vegetales puede introducir en la composicion del aire, y de conocer mejor todas las sustancias que se encuentran mezcladas con él.

M. M. Dumas y Boussingault han ideado otro método, que permite *pesar* las cantidades relativas de oxígeno y de nitrógeno que contiene el aire atmosférico, lo cual da resultados mucho mas exactos que la medida de los volúmenes, muy pequeños siempre, de los gases empleados en los otros métodos. El aparato de que se hace uso se compone: 1.º de un tubo que va á aspirar el aire fuera de la habitacion donde se opera; 2.º de un aparato de bolas de Liebig (L), que contiene una disolucion concentrada de potasa cáustica; 3.º de un tubo (f) que tiene la forma de muchas U y está lleno de fragmentos de dicha potasa; 4.º de otro aparato de bolas (O) que contiene ácido sulfúrico concentrado; 5.º de un nuevo tubo (l) de igual forma que el precedente, lleno de piedra pómez empapada en el mismo ácido; 6.º de un tubo recto (T) de vidrio refractario; este tubo está lleno de torneaduras de cobre y colocado sobre un hornillo largo de palastro, de suerte que pueda calentarse en toda su lon-