

alidad de repetir aquí, que la Química es una ciencia nueva, que juntamente con la Geología, la Filología, etc. puede considerarse como hija de nuestro siglo. Es igualmente cierto que una ciencia no se forma de una sola vez, ni es la creación de un hombre solo, sino el resultado del trabajo acumulado de varias generaciones. Todo esto es verdad; pero ello no impide que recordando los fecundos descubrimientos que en el campo de las ciencias naturales se realizaron á fines del pasado siglo y á principios del presente, podamos señalar alguno que más directa y eficazmente haya contribuido á dar á la ciencia una base sólida sobre la cual apoye sus teorías fundamentales. Nosotros deseáramos, para llenar cumplidamente el objeto que nos hemos propuesto en el presente estudio, poder señalar en la historia de la Química un principio tan general y tan fecundo como lo es la historia de la Física, la admirable teoría de la atracción universal. Cuando Newton dijo que todos los cuerpos se atraen recíprocamente con una fuerza proporcionada á sus respectivas masas y á las distancias que los separan, puede decirse que quedó explicado en dos palabras todo el sistema del Universo.

Si en la historia de la Química no podemos citar un principio tan general y tan fe-

cundo, sí podemos considerar, siguiendo la opinión de un sabio tan distinguido como Liebig, el descubrimiento del oxígeno, realizado en 1774 por Priestley, y casi al mismo tiempo por Scheele, como el punto de partida de todos los descubrimientos posteriores que han servido para hacer de los conocimientos químicos una verdadera ciencia.

“A la manera que la semilla se desprende del fruto maduro, decía Liebig, (1) así la química se separó de la Física, hace sesenta años, para constituirse en ciencia independiente, y dar principio á esta nueva era con los Cavendish y los Priestly. La Medicina, la Farmacia y la Tecnología prepararon el suelo en que debía desarrollar y fructificar la semilla. Su punto de partida fué, como se sabe, una teoría en apariencia muy sencilla, la combustión. Las consecuencias que ha tenido, su utilidad, los beneficios que ha prodigado el descubrimiento del oxígeno han sido tales, que el mundo civilizado ha venido á sufrir una revolución en sus hábitos y costumbres. De este descubrimiento datan el conocimiento de la composición de la atmósfera, el de la corteza sólida de nuestro globo, el del agua y su influencia en la vida de los animales y de las plantas,

[1] Cartas químicas.

las ventajas introducidas en la dirección de una serie de fábricas y de profesiones, y en la extracción de los metales. A aquella fecha puede decirse que se refiere el aumento siempre creciente de la prosperidad material de los Estados y de las comodidades privadas de cada individuo. Todos los descubrimientos químicos anteriores han tenido por resultado efectos análogos, y cada aplicación de sus leyes puede producir en cualquier sentido utilidad para las naciones, aumentando su fuerza y prosperidad."

Procuremos, pues, para poder apreciar toda la exactitud de los conceptos anteriores, formarnos una idea clara del fenómeno de la combustión, tan íntimamente ligado al descubrimiento del oxígeno, diciendo algunas, aunque breves palabras, acerca de sus muchas aplicaciones.

Comenzaremos por recordar que la Química es una ciencia esencialmente experimental. La presencia de un cuerpo ó las modificaciones que se verifican en las composiciones de un compuesto químico no siempre afectan nuestros sentidos, pero las reconocemos si estudiamos sus manifestaciones y sus efectos. Viene después la explicación del hecho por medio de la generalización que expresa una ley química, y conocida la ley que rige los fenómenos y agrupando

después todos los hechos que la observación directa ha podido apreciar, se llega á una expresión abstracta de los mismos fenómenos, esto es, á formular una teoría. De esta suerte, como dice el escritor á quien hemos citado anteriormente, el experimento del químico no es mas que un pensamiento hecho accesible á los sentidos por la forma objetiva, por un fenómeno: sus pruebas y refutaciones se expresan por experimentos que no son mas que la interpretación de los fenómenos que hemos producido voluntariamente.

Hecha esta observación, veamos cómo la explicación del fenómeno tan conocida de la combustión y el descubrimiento del oxígeno que con él se relaciona, pudo ser tan fecundo para los progresos de la ciencia.

En el sentido vulgar de la palabra se llama combustión al cambio total que se opera en la naturaleza de la mayor parte de los cuerpos con emisión abundante del calórico y de la luz; pero en Química no siempre se le ha dado esta acepción. Ya en 1630, Juan Rey, médico francés, habiendo notado que el plomo y el estaño aumentaban de peso por la calcinación, explicaba este fenómeno por la absorción del aire; el inglés Roberto Hooke, dió la siguiente explicación del mismo fenómeno: "el aire en que vivimos, dijo, es el disolvente de todos los combustibles,

á los cuales disuelve, cuando se calientan, dando lugar á la alta temperatura que llamamos fuego. Una parte del cuerpo que arde se transforma en aire, y se volatiliza, mientras que otra se combina con el aire que nos rodea y forma un *coagulum* ó precipitado cuyas porciones ligeras se evaporan mientras que las más groseras quedan fijas."

Como se ve, este autor sólo había puesto su atención en la combustión de los cuerpos ordinarios, de lo cual se había formado una idea más clara que muchos de sus contemporáneos. Pero otros de sus experimentos posteriores hicieron ver que esta explicación lejos de ser general, parecía estar en contradicción con otras muchas experiencias, hasta que por el descubrimiento del oxígeno, por Priestly en Inglaterra y por Scheele en Suecia, vino á conocerse la composición del aire atmosférico, así como la diferencia entre el ázoe y el ácido carbónico, dando origen á una nueva teoría de la combustión. Lavoisier, en 1777, probó que esta consistía en una absorción de gas oxígeno y que el aumento de peso en los cuerpos era igual al peso del oxígeno absorbido, lo cual bastó á su elevado genio para dar á la ciencia una dirección enteramente nueva, que expuso, en forma de doctrina, en su *Tratado elemental de Química*, publicado en 1789.

La incertidumbre en que, á pesar de esta teoría, quedaba la producción de la luz durante la combustión, no dejó de suscitar numerosas objeciones; pero dado el primer paso en la explicación experimental del fenómeno, los progresos de la ciencia no podían detenerse. Hoy se da el nombre de combustión en Química, á toda combinación que se efectúa con el concurso del oxígeno ó de cualquier otro cuerpo, el cloro, el azufre, el bióxido de ázoe, por ejemplo, la cual resulta de una reacción entre los diversos átomos que constituyen la molécula de un cuerpo compuesto (ejemplo, la nitroglycerina) y que no es otra cosa sino la pérdida por parte del combustible de toda ó parte de la energía actual que posee, pérdida que encuentra su equivalencia en la producción de cierta cantidad de calor. Si el calor es luminoso, como en la combustión del carbón con el oxígeno, se llama *viva*; en el caso contrario se le da el nombre de *lenta*, como en la oxidación del fierro por el aire húmedo.

Comprendido de esta suerte el fenómeno de la combustión, veamos brevemente, por que los estrechos límites de este artículo no nos permiten mayor amplitud, la multitud é importancia de los hechos que ha venido á explicar, y la influencia que ha ejercido en

la Fisiología, en la Geología, en las artes y en la industria.

Viene desde luego el importantísimo fenómeno de la respiración y de la alimentación, ambos relacionados estrechamente con el asunto de que venimos tratando. La respiración en su acepción más general no es otra cosa, sino el cambio de gases entre el organismo y el medio exterior. La sangre venosa se purifica al contacto del oxígeno del aire y se convierte en sangre arterial. Bajo este aspecto se la puede considerar como una combustión, y así se la ha considerado, en efecto, por muchos fisiólogos, aunque en realidad consiste en una absorción de oxígeno por la sangre y una eliminación de ácido carbónico.

«Las primeras condiciones para el sostén de la vida animal, dice Liebig, son la absorción del oxígeno del aire (respiración) y la introducción de los alimentos en el cuerpo (alimentación.) El hombre y los animales durante la vida absorben constantemente oxígeno por medio de los órganos respiratorios; ni por un instante puede interrumpirse esta función mientras el animal vive.»

«Las observaciones de la Fisiología demuestran que el cuerpo de un hombre adulto, alimentado de un modo conveniente, no aumenta ni disminuye de peso en el espacio

de veinticuatro horas, sin embargo de ser muy considerable la cantidad de oxígeno que en este intervalo se ha introducido en su organismo. Según los experimentos de Swisien un hombre adulto extrae anualmente 746 libras de oxígeno de la atmósfera. ¿Qué se ha hecho, se puede preguntar, de esa enorme peso? A esta pregunta se ha contestado de una manera segura y satisfactoria. En el cuerpo no queda ninguna molécula del oxígeno absorbido; después de haber penetrado en el organismo, es expelido en forma de combinación carbonosa ó hidrogenada. El carbono y el hidrógeno de ciertas partes del organismo se han combinado con el oxígeno introducido por la piel y los pulmones, y luego fueron eliminados por los tegumentos y el aparato respiratorio bajo la forma de ácido carbónico y vapor de agua. A cada movimiento respiratorio se separa del organismo animal cierta cantidad de sus principios constituidos, después de haberse combinado dentro del mismo cuerpo con el oxígeno del aire atmosférico. Este fenómeno se repite incessantemente mientras dura la vida.»

Así, pues, la acción recíproca de los elementos nutritivos y del oxígeno, transportado al organismo por la circulación de la sangre, es lo que sostiene la vida, siendo al

mismo tiempo la fuente *del calor animal*: y desde luego se comprende qué influencia tan fecunda debe haber tenido el conocimiento de estos fenómenos, tan íntimamente relacionados con el fenómeno de la combustión, en los progresos de la Fisiología, la Higiene, la Medicina, etc.

Pasando después á otro orden de fenómenos sólo señalaremos, por ser de grande importancia, los de la putrefacción y las fermentaciones, que podemos considerar también como comprendidos en lo que hemos dicho respecto de la combustión, porque en efecto unos y otros no son químicamente considerados sino combustiones lentas, como lo demuestra la experiencia.

Extinguida la acción vital, los átomos orgánicos conservan sólo en virtud de la inercia, su estado, su forma y sus propiedades. Al formarse los tejidos vegetales y animales la fuerza vital está como en pugna con las demás fuerzas, la cohesión, el calórico y la electricidad, que, cuando actúan fuera del organismo se oponen á que los átomos se reunan en grupos complejos de un orden más elevado; pero cuando aquella deja de existir, prevalece la influencia de estas últimas, y esto determina las alteraciones que experimentan en sus propiedades las combinaciones orgánicas sustraídas por la

muerte al imperio de la fuerza vital. Se ha llegado á comprobar experimentalmente que no existe en el organismo parte alguna capaz de fermentar ó podrirse espontáneamente, y que esta suerte de descomposiciones es siempre provocada por el calórico, ó por una acción química, tal como el contacto del oxígeno.

Así por ejemplo, el zumo de la uva, mientras está preservado del aire, no experimenta alteración sensible, y el racimo se seca gradualmente; pero una pequeña lesión, efectuada con una aguja en la película que lo protege, es suficiente para que se alteren todas las propiedades del zumo. La fermentación de los jugos vegetales, la acidificación y la coagulación de la leche son fenómenos que pertenecen á la misma clase, bien que difieren en la forma.

La putrefacción es también una combustión lenta. La causa primitiva y más importante de todas las metamorfosis que experimentan los átomos orgánicos, es, según lo demuestra la experiencia, la acción química que el oxígeno ejerce sobre ellos: la fermentación y la putrefacción, dice Liebig, se desenvuelven únicamente á consecuencia de los fenómenos de una disolución incipiente: su complemento es el restablecimiento del estado de equilibrio. Cuando el oxígeno se

combina con uno de los elementos del cuerpo orgánico, se destruye el estado primitivo de equilibrio que existía en la atracción recíproca de todos los elementos, y esta acción disolvente no cesa sino cuando se ha agotado la aptitud de los elementos orgánicos para combinarse con él, pues en realidad la fermentación ó putrefacción de un cuerpo no es otra cosa que la tendencia de los elementos que lo constituyen á combinarse con el oxígeno, de tal suerte que podemos decir con la Química que los fenómenos de la descomposición orgánica no son más que una especie de combustión que se verifica lentamente á la temperatura ordinaria, durante la cual los productos de la fermentación y de la putrefacción de las plantas y de los animales se combinan sucesivamente con el oxígeno del aire. Extinguida la actividad vital, no existe organismo, ni parte alguna vegetal ó animal, capaz de resistir á la acción química que sobre ella ejercen el aire y la humedad, pues con la muerte se destruye completamente toda la resistencia que el organismo poseía de un modo transitorio, como sostén y agente intermedio de las manifestaciones de la vida; sus elementos obedecen otra vez al imperio exclusivo é ilimitado de las fuerzas químicas.

Se comprende sin necesidad de grande esfuerzo intelectual cuán fecunda en resultados debió ser esta teoría, y cómo la ciencia química ha podido ejercer una influencia tan poderosa en ciencias, que como la Geología tratan de explicar la aparición de la vida en el globo terrestre, ó que, como la Biología procuran explicar los fenómenos que la constituyen y presiden á su desenvolvimiento, no menos que en las artes y las industrias que tienen por objeto evitar la descomposición de los cuerpos, precaviéndolos del contacto del aire atmosférico ó acelerar su descomposición para que sirvan de abono á las tierras agotadas, como lo hace la Agricultura. La simple exposición de ciertos cuerpos al aire libre con el objeto de blanquearlos, no es mas que una aplicación industrial del fenómeno de la descomposición orgánica por la acción del oxígeno.

Si se reflexiona, por otra parte, que esta vasta teoría que sirve al mismo tiempo para explicar la fermentación, la putrefacción y la disolución de los cuerpos, como fenómenos del mismo orden, por la acción química de los cuerpos, principalmente del oxígeno, ha dado lugar á que se llegue á afirmar que nada perece en la naturaleza, se vendrá en conocimiento de cómo el es-

tudio del simple fenómeno de la combustión puede conducir á nuestra mente hasta las consideraciones filosóficas más generales y más elevadas. Todos los fenómenos de la naturaleza, puede decirse, se reducen pura y simplemente á una serie de descomposiciones, cuyo resultado definitivo es la disolución de los principios constitutivos del organismo, ó la restitución de sus elementos al estado en que se hallaban antes de someterse al influjo de la fuerza vital. Mientras tiene lugar esa serie de fenómenos, los átomos, compuestos orgánicos, que pertenecen á un orden de combinación superior, pasan á formar combinaciones de orden inferior, esto es, se restituyen á su punto de partida.

Creemos, por lo tanto, en vista de lo que brevemente hemos indicado en este artículo, que hay razón para considerar el fenómeno de la combustión, claramente explicado desde que Prestley y Scheele descubrieron el oxígeno, como uno de los más generales en la naturaleza, pudiendo decirse que en cuanto es posible señalar la fecha precisa del nacimiento de una ciencia, el de la ciencia Química data del precioso y fecundo descubrimiento del oxígeno, en el último tercio del pasado siglo, debido á los dos eminentes químicos que acabamos de

nombrar. Así se enlazan y relacionan los conocimientos humanos, y cuando la ciencia se apodera de un fenómeno tan común como la combustión, y logra explicarlo satisfactoriamente, se encuentra con una explicación mucho más general, que ni siquiera sospechaba, debido esto á la admirable sencillez de los procedimientos que la naturaleza emplea en la producción de todos los fenómenos. La sencillísima ley de la atracción universal formulada por Newton; dijimos antes, explicó el sistema del mundo; la simple teoría de la combustión, que es la forma más general de las composiciones y descomposiciones químicas, añadimos, ahora, puede en nuestro humilde concepto, contener la explicación de todos los fenómenos que se relacionan con la naturaleza íntima de los cuerpos, y el secreto de todas las transformaciones que se verifican en la naturaleza.

