



instrumento de medida utilizado.

Por la tanto, se pueden seguir planteando posiciones intuitivas frente al trabajo del laboratorio, o nos acogemos a los resultados de las diferentes investigaciones, ya que las condiciones y contextos son muy diferentes. Es importante que se evalúe el papel o la función que desempeña el trabajo de laboratorio en la enseñanza de las ciencias, realizar investigaciones adecuadas que permitan interpretar la situación actual de las mismas y establecer la relación que tienen con el aprendizaje. Considerar los distintos tipos de prácticas que se realizan, los objetivos que se persiguen y el currículo en el cual se integran.

BIBLIOGRAFÍA

BARBERA, O y V ALDÉS P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. Revista enseñanza de las ciencias. v. 14, N°: 3.

GONZALEZ, Eduardo. (1992). ¿Qué hay que renovar en los trabajos prácticos? Revista enseñanza de las ciencias. V. 10, NQ 2.

HODSON, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Revista enseñanza de las ciencias. V. 12, NQ 3.

LAVOISIER: LA HISTORIA DE UN PROCESO "

Beatriz Helena Herrera Alecina "'

En contadas ocasiones surgen inquietudes sobre cómo fue que los grandes científicos y pensadores llegaron a formular leyes, inventar conceptos y más aún, en el ámbito de la ciencia, su evolución.

Es básico tener conocimientos científicos en un área determinada (si estamos en este contexto) pero no se puede desconocer la importancia de la evolución histórica de cómo se llegó a plantear la hipótesis, su desarrollo y para planteamiento de teorías, leyes o simplemente concepto que en la actualidad, sólo describe un fenómeno, un proceso, un significado -científicamente hablando- y que es completamente cotidiano y entendible en ese campo.

Es por ellos que en esta ocasión, se propone

remontar una parte de la historia de la química haciendo referencia a uno de los grandes científicos como lo fue Antonie-Laurent Lavoisier.

Para hablar sobre su destacada participación en lo que hoy se conoce como la química moderna, necesariamente se ha de ubicar en su época, su vida y para información no sólo es llamado el *Padre de la Química Moderna* por sus investigaciones sobre la combustión, la composición del agua y resultados y evidencias que se oponían a la teoría del flogisto, sino por muchos más aportes que influyeron de manera determinante en las leyes y teorías actuales.

En primer lugar, conocer un poco acerca de él, de cómo se fueron dando los acontecimientos que son más importantes dentro de su vida, para ir haciéndose una idea de la imborrable huella que dejó como persona y hombre de ciencia.

Lavoisier, nació el 26 de agosto de 1743 en París, orientado por su familia a seguir carrera de derecho, recibió una magnífica educación en el College Mazarino, en donde no sólo adquirió los fundamentos científicos, sino también una sólida formación humanística. En 1708 presentó una serie de artículos sobre análisis de aguas y fue admitido en la academia de Ciencias. Casó con Marie Paulze en 1771, quien fue su colaboradora en la traducción al inglés de varios de sus artículos. Un año antes, se había ganado una merecida reputación entre la comunidad científica de la época al demostrar la falsedad de la antigua idea, sostenida incluso por Robert Boyle, de que el agua podía ser convertida en tierra mediante sucesivas destilaciones. La especulación acerca de la naturaleza de los cuatro elementos lo llevó a emprender una serie de investigaciones sobre el papel desempeñado por el aire en reacciones de combustión. Ocupó diversos cargos públicos, incluidos los de director estatal de los trabajos para la fabricación de la pólvora en 1776, miembro de una comisión para establecer un sistema uniforme de pesas y medidas en 1790 y comisario del tesoro en 1791. Lavoisier trató de introducir reformas en el sistema monetario y tributario francés y en los métodos de producción agrícola.

En el ámbito científico contribuyó con valiosos aportes a la química. Realizó los primeros experimentos químicos realmente cuantitativos.



Demostó que en un fenómeno químico, la cantidad de materia es la misma al final v al comienzo de la reacción. Estos experimentos proporcionaron pruebas para la ley de la conservación de la materia, Para ser más específicos, esta ley afirmaba que en una reacción química, la masa total de los reactivos, más los productos de la reacción, permanece constante. El principio se expresó posteriormente en una forma más general, que afirma que la cantidad total de materia en un sistema cerrado permanece constante.

Lavoisier también investigó la composición del agua y denominó a sus componentes oxígeno e hidrógeno, entre otras investigaciones como se verá a continuación.

Al hacer referencia a la incidencia del fenómeno de la combustión, históricamente hablando, se debe comenzar por enmarcarse en el siglo XVII, siglo en el cual este proceso demandaba la descomposición de mezclas que implicaba la pérdida de un principio "aceitoso" inflamable presente en el azufre. El arder tenía como resultado una pérdida de peso. Luego se realizaron varias observaciones que condujeron a la propuesta de nuevas ideas, una de ellas fue el experimento de la "combustión cerrada" en el que se encendía una vela en un vaso invertido en un recipiente de agua, que fue descrito por Filón y Francis Bacon como un experimento común.

Esta práctica fue repetida por Robert Fludd en 1617 y cuando el agua se elevó, al consumirse parte del aire, describió a este como "alimentando" la llama. Los árabes y los químicos del siglo XVI sabían también que durante la calcinación los metales aumentaban de peso. Jean Rey, en 1630, argumentó a favor de la creencia de que el "aumento" limitado y definido del peso que se había observado en las cenizas de metales, como el plomo y el estaño, podía venir solamente del aire que -según su opinión- se mezclaba con las cenizas y se adhería a sus pequeñas partículas. Defendió además que todos los elementos, incluido el fuego, tenían peso y que este se conservaba a través de los cambios químicos.

Estas ideas se oponían a la teoría del principio "aceitoso" y ya a finales del siglo XVII, cuando los químicos alemanes Johann Becher y Georg Stahl, para explicar el fenómeno de la combustión, hablaron de una sustancia hipotética que re

presenta la inflamabilidad, llamada *flogisto* (del griego phlogistos, inflamable).

Según esta teoría toda sustancia susceptible de sufrir combustión contiene flogisto y el proceso de combustión consiste en la pérdida de dicha sustancia. Además, era la base, tanto de la combustión, como de la oxidación. Stahl fue el primer químico en reconocer que esos procesos eran análogos.

Ya que se conocía que algunas sustancias como el mercurio aumentaban de peso durante la combustión, se consideró que el flogisto tenía un peso negativo, de esta forma la sustancia se hacía más pesada al perder flogisto e incluso se llegó a pensar que sustancias como azufre y carbón sólo estaban constituidas por flogisto.

Durante algunos experimentos, con lo que hoy conocemos como oxígeno, el químico inglés Joseph Priestley descubrió su capacidad para mantener la combustión, pero describió este gas como aire deflogistizado y no fue totalmente consciente de la importancia que su descubrimiento tendría en el futuro. (El químico sueco Carl Wilhelm Scheele podría haber determinado el oxígeno antes que Priestley, pero no dio a conocer su trabajo a tiempo para que se le acreditara como su descubridor). Priestley también aisló y describió las propiedades de muchos otros gases, como el amoníaco, óxido nitroso, dióxido de azufre y monóxido de carbono.

Fue en 1772 que Lavoisier presentó a la Academia los resultados de su investigación, e hizo hincapié en el hecho de que cuando se queman el azufre o el fósforo, éstos ganan peso por absorber "aire", mientras que el plomo metálico formado, después de calentar el plomo mineral, lo pierde por haber perdido "aire", Contrarios a las afirmaciones sostenidas por la teoría del flogisto. De esta forma, los experimentos más importantes de Lavoisier permitieron examinar la naturaleza de la combustión, demostrando que es un proceso en el que se produce la combinación de una sustancia con oxígeno.

A partir de los trabajos de Priestley, Lavoisier acertó a distinguir entre un "aire" que no se combina tras la combustión o calcinación (nitrógeno) y otro que sí lo hace, al que denominó *oxígeno* (productor de ácido).



Los resultados cuantitativos y demás evidencias que obtuvo, se oponían a la teoría del flogisto, como ya se sostuvo, aceptada incluso por Priestley. Publicó en 1786 una brillante refutación de dicha teoría, que logró persuadir a gran parte de la comunidad científica y en 1787 se publicó el *Méthode de Nomenclature Chimique*, bajo la influencia de las ideas de Lavoisier, en el que se clasificaron y denominaron los elementos y compuestos entonces conocidos.

También reveló el papel del oxígeno en la respiración de los animales y las plantas. La explicación de Lavoisier de la combustión reemplazó a la teoría del flogisto, sustancia que desprendían los materiales al arder.

Con el químico francés Claude Louis Berthollet y otros, Lavoisier concibió una nomenclatura química, o sistema de nombres, que sirve de base al sistema moderno. La describió en *Método de nomenclatura química* (1787) y en *Tratado elemental de química* (1789) Lavoisier aclaró el concepto de elemento como una sustancia simple que no se puede dividir mediante ningún método de análisis químico conocido, y elaboró una teoría de la formación de compuestos a partir de los elementos. También escribió *Sobre la combustión* (1777) y *Consideraciones sobre la naturaleza de los ácidos* (1778).

De ideas moderadas, Lavoisier desempeñó numerosos cargos públicos en la Administración del Estado, si bien su adhesión al impopular *Ferme Generale* le acarreó la enemistad con el revolucionario Marat. Un año después del inicio del Terror, en mayo de 1794, tras un juicio de tan sólo unas horas, un tribunal revolucionario lo condenó a la guillotina.

Remontándose un poco a lo anterior, y que es el objetivo de este trabajo, los conceptos, las leyes y las teorías no aparecen en forma mágica o como producto de una iluminación. Tienen una gestación, un desarrollo, una evolución, obstáculos que sobrepasar y precedentes que conducen a una posterior conclusión y a la demarcación de un proceso.

De esta manera, un "concepto" como lo es la combustión no se generó viendo arder una sustancia y se detectó que el elemento imprescindible para que se diera era el oxígeno. Se tardó

casi un siglo para llegar a esta conclusión.

Hoy en día se conoce al proceso de combustión como un proceso de oxidación rápida de una sustancia, acompañado de un aumento de calor y frecuentemente de luz. En el caso de los combustibles comunes, este consiste en una combinación química con el oxígeno de la atmósfera, que lleva a la formación de dióxido de carbono, monóxido de carbono y agua, junto con otros productos como dióxido de azufre, que proceden de los componentes menores del combustible.

La mayoría de los procesos de combustión liberan energía que se aprovecha en los procesos industriales para obtener fuerza motriz o para la iluminación y calefacción domésticas. La combustión también resulta útil para obtener determinados productos oxidados, como en el caso de la combustión de azufre para formar dióxido de azufre y ácido sulfúrico como productos finales. Otro uso corriente de la combustión es la eliminación de residuos.

La energía liberada durante la combustión provoca una subida en la temperatura de los productos. La temperatura alcanzada dependerá de la velocidad de liberación y disipación de energía, así como de la cantidad de productos de combustión. El aire es la fuente de oxígeno más barata, pero el nitrógeno, al constituir cuatro quintos del aire, en volumen, es el principal componente de los productos de combustión, con un aumento de temperatura considerable inferior que en el caso de la combustión con oxígeno puro. Por orden de potencial calorífico, los combustibles sólidos más comunes son: el carbón, el coque, la madera, el bagazo de caña de azúcar y la turba.

Los residuos de sólidos carbónicos arden dependiendo de la *difusión* de oxígeno en su superficie. Los combustibles líquidos más comunes son el fuel-oil, la gasolina y las naftas derivadas del petróleo. Les siguen en importancia el alquitrán de hulla, el alcohol y el benzol.

En un motor de combustión interna, los combustibles volátiles como la gasolina o las mezclas de alcohol y gasolina (gasolina reformada) se evaporan y la mezcla penetra en el cilindro del motor, donde la combustión se provoca con una chispa.

Los cohetes espaciales suelen usar combustibles líquidos como el queroseno o la hidracina, y contienen oxidantes como el oxígeno líquido, el ácido nítrico o el peróxido de hidrógeno. Los lanzacohetes militares emplean combustibles sólidos, como la cordita, a los que se incorpora oxígeno. Estos arden espontáneamente al calentarse por la radiación de los productos de la combustión.

Al ser la combustión un elemento clave en la producción de energía, se destinan grandes esfuerzos en la investigación y descubrimiento de procesos más eficaces para quemar combustibles. Otra parte del esfuerzo de los investigadores se dirige a reducir la cantidad de contaminantes que se liberan durante la combustión, pues estos productos son causa de importantes problemas de deterioro ambiental, como la lluvia ácida. En los laboratorios de combustión, los científicos se valen de complejos sistemas láser para el estudio de los motores y sistemas de combustión, con el fin de detectar fugas de combustible y mejorar tales sistemas. También es frecuente el uso del láser en pruebas destinadas a clarificar los procesos químicos que se producen en las llamas, a fin de comprender mejor las formas y usos del fuego.

Como puede colegirse, la versión de oxidación asumida como combustión es la que se ha presentado como derivada de lo afirmado por Lavoisier. Hoy en día el concepto de oxidación tiene otra elaboración. Podría colaborar, amable lector, con un aporte en este sentido?

BIBLIOGRAFÍA

LOCKEOMANN, G. 1960 Historia de la química. Tomo II. México. Uthea.
 TATON, N. 1961. Historia general de las ciencias. Vol. III La ciencia contemporánea. Barcelona.



Medio informativo del sistema de Práctica Pedagógica y Didáctica

Departamento de Química
 Universidad Pedagógica Nacional

LA QUÍMICA: CIENCIA ENSEÑABLE? CIENCIA APRENDIBLE? UNA POSIBILIDAD "

Sofía Polo Buitrago ""

Para poder abordar el por qué la química es una ciencia, se hace necesario reflexionar primero acerca de qué es una ciencia como tal. Hay diversos planteamientos al respecto, que derivan de las diferentes perspectivas y enfoques "histórico - epistemológicos" que se han construido a través de diferentes corrientes de pensamiento. Estas son:

- ◇ La ciencia como un sistema de verdades.
- ◇ La ciencia como una construcción del hombre

La ciencia como un sistema de verdades. Esta perspectiva denominada tradicional; concibe la ciencia como la indicadora del progreso de la humanidad; progreso continuo establecido previamente por el orden de la naturaleza. La ciencia es asumida como único modo de racionalidad verdadera, es la única forma válida de acercamiento a la realidad, permite describir la realidad "tal cual es" ; mediante métodos estandarizados universalmente que contribuyen a que los científicos, por medio de aportes individuales, descubran las leyes de la naturaleza.

La ciencia como una construcción humana. La ciencia desde una perspectiva histórico - epistemológica; se concibe como una construcción que el hombre realiza en su intento por comprender "lo real" se elaboran así, estructuras racionales de explicación (modelos, teorías científicas o marcos conceptuales) concordantes con los criterios de verdad, las formas de ver y de actuar sobre la naturaleza en cada época.

Pero esta perspectiva "histórico epistemológica" se manifiesta en dos matices diferentes: El planteamiento de Ernst Mach y el de Gastón Bachelard.

" Ensayo presentado en el Seminario de Pedagogía y Didáctica. 2001

"" Estudiante del Departamento de Química de la U.P.N.