

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.



El planteamiento de Ernst Mach. Ilustra un enfoque del desarrollo de la ciencia, teniendo como bases la continuidad entre el conocimiento común y el conocimiento científico y entre las diferentes fases del conocimiento científico. Para Mach la fuente primaria del conocimiento es la experiencia; considera que conforme a esta experiencia se van formulando hipótesis o "elementos metafísicos a nivel genético" (como los llama él) y que estos deben ir desapareciendo durante el proceso. Al final de dicho proceso sólo se tendrán "teorías" claras y sin refutación alguna.

Por el contrario, se considera que, el planteamiento de Gastón Bachelard; tiene una mejor aproximación a lo que es una ciencia. Según él autor en consideración, la ciencia está construida por procesos discontinuos, caracterizados estos por rupturas en las que se hacen presentes diversas estructuras conceptuales.

Para entenderlo mejor, él explicita que la génesis de la ciencia está en el objeto de conocimiento que la hace posible, y este objeto de conocimiento los constituyen determinados problemas que se eligen, abordan y resuelven o eluden de acuerdo con un contexto cultural específico, en el que se involucra una serie de conceptos que se interrelacionan.

La ciencia, afirma Bachelard, se desarrolla a través de modificaciones, adaptaciones o sustituciones de modelos; reorganizaciones, rupturas, en fin, mutaciones del intelecto humano que corroboran el carácter discontinuo del desarrollo científico. Los principios y estructuras conceptuales están sujetos a un progreso, ya que se considera que los estados posteriores están contruidos teniendo como base los anteriores, que implican en cada caso una reorganización completa, de tal forma que cada estructura conceptual se caracteriza por una gama particular de problemas y, por tanto, de filiaciones conceptuales.

Entendida entonces la ciencia desde el enfoque histórico—epistemológico de Bachelard, se puede comprender por qué la química es una ciencia. Ahora, el problema se centra en determinar cuál es el objeto de conocimiento de ella; para poder entender su desarrollo como ciencia. Remontándose en la historia de la química es fácil

determinar cual es su objeto de estudio, el cual ejemplifica su valor de ciencia desde la perspectiva de Bachelard ya explicada anteriormente.

Hacia el siglo XVII surgen grandes interrogantes en torno a la constitución de los cuerpos y a las transformaciones que sufrían. Fue de esta manera como Joaquín Becher, (1637- 1682) intenta dar respuesta a estas inquietudes, al afirmar, que los cuerpos estaban formados por los elementos tierra y agua, mientras que el aire y el fuego, serían los responsables de los cambios que en ellos se producían. Estos cambios estaban ligados a fenómenos naturales, que son explicados en detalle por la escuela química alemana caracterizada por su atención primordial a la experiencia y a la experimentación en general. De esa escuela hacían parte el mismo Becher y Stahl.

Es evidente que el problema tanto de la constitución de los cuerpos como de sus transformaciones tiene implícito el objeto de conocimiento de la química: la substancias, su comportamiento, sus cambios y su composición.

Para abordar el problema de las transformaciones que presentaban los cuerpos Stahl, y sus colaboradores, realizaron un detenido estudio de dos fenómenos específicos a los cuales podían estar sometidos los cuerpos: la combustión y la calcinación (en el caso de los metales).

Según Stahl, "el flogisto" es el constituyente de todos los cuerpos, este sale de los cuerpos combustibles mientras se queman y sale también de los metales mientras estos se calcinan. El flogisto es acogido por el aire, el cual puede aceptarlo hasta un límite: la saturación. El aire flogistizado no puede mantener la combustión ni la respiración de los seres vivos; en cambio el aire desflogistizado es el más apto para la combustión. Los cuerpos que han perdido flogisto pueden recuperarlo por interacción con los cuerpos que los contienen; por ejemplo; el carbono y el hidrógeno.

Como se puede visualizar la construcción de una ciencia se fundamenta, como lo expresó Bachelard, en el objeto de estudio o de conocimiento, partiendo de problemas que se eligen, abordan y resuelven de acuerdo con el contexto cultural en que se desenvuelvan o desarrollen.

Ahora, para evidenciar cómo la ciencia se desa-

sustituciones de modelos de los que participan mutaciones del intelecto humano que corroboran que el desarrollo de las ciencias están sujetas a un progreso, dado que los estados posteriores se constituyen con base en los anteriores; implican una reorganización completa de estos, tal cual lo afirma la concepción de ciencia desde el enfoque histórico epistemológico Bachelardiano.

Los aportes que hace la teoría del flogisto a la comprensión posterior de los fenómenos químicos es importantísima, al menos en dos aspectos diferentes:

En primer lugar es la única explicación, experimental, de fenómenos que hasta entonces se habían considerado distintos: la calcinación y la combustión.

En segundo lugar, hace de la química una ciencia experimental que tiende a dejar de ser única (como lo era en la alquimia), pero es precisamente este aporte el que hace que la teoría del flogisto "desaparezca", dando surgimiento a la gran revolución de la química, con la teoría de la oxidación explicada y desarrollada por Lavoisier.

Lavoisier indagó acerca de las afirmaciones de la teoría del flogisto respecto a los fenómenos de calcinación y de combustión, especialmente a lo que se refería de que los cuerpos perdían el "flogisto" durante estos fenómenos. Gracias a experimentos realizados, pudo constatar que los metales aumentaban de masa al calcinarse, es decir, los metales aumentaban de masa al perder flogisto. Esto fue corroborado en sus trabajos experimentales al hacer combustir azufre, (con la colaboración de Priestley), y gracias al uso del instrumento que le permitía demostrarlo: la balanza.

Aunque el fenómeno del aumento de masa de los metales mientras combusten ya había sido visualizado por anteriores experimentadores, (tal es el caso de Hankewitz quien lo detectó al combustir fósforo), lo importante del trabajo de Lavoisier es que lo constató con instrumentos (la balanza) que le permitió exponerlo frente a una asamblea de científicos. En otras palabras, lo importante no solo era visualizarlo sino contrastarlo con lo que ya se había realizado hasta entonces, y someterlo a juicio. Esta es una primera aproximación de lo que se conoce como "trabajo científico".

¿Para qué sirve conocer la génesis y evolución de la química como ciencia?. Conocer la concepción de la química como ciencia desde la perspectiva histórico -epistemológica de Gastón Bachelard, por ejemplo, se puede deducir que su enseñanza ha de estar ligada, así como su aprendizaje, al desarrollo histórico de ésta.

La historia de las ciencias puede mostrar en detalle algunos de los momentos de transformación profunda de una ciencia e indicar cuáles fueron las relaciones sociales, económicas y políticas que entraron en juego, cuáles fueron las resistencias a la transformación y qué sectores trataron de impedir el cambio. Este análisis puede dar las herramientas conceptuales para que los estudiantes analicen la situación actual de la ciencia, su ideología dominante y los sectores que la controlan y se benefician con los resultados de la actividad científica.

La información disponible permite pensar que esta perspectiva no se trabaja en el aula de clase. Al respecto se puede afirmar: en primer lugar, la que tiene que ver con la formación de los docentes: La imagen de ciencia que se transmite a los profesores en la universidad, es la de una ciencia con unos contenidos ya elaborados, como una serie de leyes que se deducen lógicamente a partir de unos principios ya establecidos. Es este caso, el desarrollo en los planes de estudio universitarios de asignaturas de historia de las ciencias que dan oportunidad de examinar esa imagen de la ciencia con otro sentido, por ejemplo, como una construcción de conocimientos para resolver problemas.

En segundo lugar y como consecuencia de esta formación docente, podría deducirse que la enseñanza se encamina de forma similar. En la enseñanza de las ciencias (y en especial la enseñanza de la química), la utilización de recursos históricos es escasa, y se suele concretar en el uso explícito de algunos aspectos de la historia "interna" de la ciencia, como biografías, anécdotas o grandes inventos de la técnica y la historia de algunos conceptos o modelos solo en algunas temáticas específicas, como por ejemplo, el átomo y los modelos atómicos.

Sumado a esto, cuando se intenta utilizar la historia de las ciencias en el proceso de enseñanza -aprendizaje, se hace desde versiones que



podrían catalogarse como las más apropiadas, por ejemplo: se comienzan a explicar los temas con experimentos cruciales, sin tener en cuenta las situaciones problemáticas que originaron esas investigaciones y los cambios que permitieron producir nuevas teorías. Lo que se evidencia, por ejemplo, cuando se estudia a Lavoisier y sus trabajos con la balanza, se limitan, en la enseñanza tradicional, a presentarlo como "el padre de la química", por los experimentos realizados y por su aporte a la estructura de los principios de la química moderna; se deja de lado la referencia que valdría la pena hacer de la contribución de la teoría del flogisto a este proceso. Ello permitiría visualizar el desarrollo de la ciencia desde la perspectiva histórico -epistemológica, y que se explicó anteriormente. También ocurre cuando se muestra que la ciencia es obra básicamente de los grandes genios, de su talento innato (ayudado por la inspiración y el azar), olvidando su carácter histórico y colectivo, fruto del trabajo de muchos hombres.

A raíz de esto los estudiantes crean una visión de la ciencia tergiversada. Creen que la ciencia consiste en descubrir una realidad preexistente, a partir de la repetición de esquemas realizados anteriormente. Consideran la ciencia como descubrimiento y no como una construcción de conocimientos. Ignora el papel de los obstáculos en el desarrollo de la ciencia, y en particular, los que originaron la formulación de teorías fundamentales. Así la ciencia estaría constituida por teorías y fórmulas ya establecidas cuya aplicación mecánica permite resolver problemas, y eso es "hacer ciencia".

El problema es bastante complejo, se piensa que la práctica docente habitual debería modificarse en sus enfoques tradicionales hacia un tratamiento acorde con aquellos aspectos históricos que permitan mejorar o cambiar la imagen de la ciencia que tienen los alumnos y se les permita acercarse más al trabajo científico.

Para ello se propone una solución que, por lo menos, permitirá una primera aproximación a esta intención: la educación centrada en la resolución de problemas, un trabajo centrado en la resolución de problemas abiertos, conocer las ideas previas de los alumnos, así como explorar y estimular sus capacidades interpretativas, argumentativas y propositivas. Abordar un problema

abierto, además, permite remitirse a todo un contexto histórico-teórico-práctico en torno al mismo, de esta manera se rompe el esquema tradicional de la práctica pedagógica y didáctica enfocada con respecto a la historia. El papel del profesor, en este enfoque, será el de un incitador del proceso; permitirá que el estudiante se salga del esquema; será el mismo estudiante quien proponga sus respuestas que serán sometidas a la crítica del colectivo aula (conocimiento), simulando de esta manera un trabajo científico, el mismo que se ha venido realizando a través de la historia de la química como ciencia.

BIBLIOGRAFÍA

SOLBES, J. TRAVER, M. J. 1996 "Historia y epistemología de las ciencias". La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química. Revista: "Enseñanza de las ciencias". Vol. 14. NQ 1. Págs. 103-111.

GAGLIARDI, R. GIORDAN, A 1986."La historia de las ciencias una herramienta para la enseñanza".Revista: "Enseñanza de las ciencias" Vol. 4. NQ 3 Págs.253-257.

Izquierdo, M. 1988 "La contribución de la teoría del flogisto a la estructuración actual de la ciencia química. Implicaciones didácticas". Revista: "Enseñanza de las ciencias" .Vol. 6 NQ 1. Págs.67-73.

LÓPEZ, E., COSTA, N. 1996. Modelo de enseñanza -aprendizaje centrado en la resolución de problemas: fundamentación, presentación e implicaciones educativas. Revista: "Enseñanza de las ciencias" .Vol. 14. NQ 1. Págs.45-57.

RODRIGUEZ, L, D., AYALA, M, M. 1996. La historia de las ciencias y la enseñanza de las ciencias .Revista: "Física y cultura". NQ 2. Págs.: 75-92.

TORAL, M, T. 1960 Historia de la química. Primera edición. Tomo II. "Desarrollo de la química desde el descubrimiento del oxígeno hasta mediados del siglo XIX" .Págs. 2-49. Ed. Hispano Americana. México

