



**¿ES LA QUÍMICA CIENCIA?  
¿ES ENSEÑABLE?  
¿ES APRENDIBLE? °**

**Maria Elena Jiménez Sánchez °°**

Resumen

**E**n el Seminario de Pedagogía y Didáctica, desarrollado en el Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional se presenta una serie de replanteamientos conceptuales y metodológicos en torno al desempeño del Licenciado en Química y a su discurso (químico, pedagógico y didáctico). Uno de estos replanteamientos se centra en responder a los tres interrogantes que le dan título al presente artículo.

Introducción

*"Yo he considerado la Química, no como lo haría un médico o un alquimista, sino como un filósofo. He trazado el plan de una filosofía química que me gustaría ver terminado... si los hombres aprecian de todo corazón el progreso de la verdadera ciencia, por encima de su propia reputación, será fácil hacer entender que el servicio más grande que pueden ofrecer al mundo es dedicar toda su atención a realizar experimentos, a recopilar observaciones, sin buscar establecer una teoría antes de haber dado la solución a todos los fenómenos que se puedan presentar."*

*(Robert Boyle, Traducido de Hoefler, 1872).*

Los estudios sobre Historia y Filosofía de la ciencia, en el contexto de las prácticas educativas, tienen como perspectiva que los elementos derivados del análisis epistemológico de la actividad científica, en su vasta complejidad, contribuyan a la formación de una imagen crítica de la ciencia, concordante con las necesidades de una enseñanza que responda a la consolidación de una

° Ponencia presentada en el Seminario de Pedagogía y Didáctica en junio de 2001

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

cultura científica de base en nuestro medio y a la valoración de la actividad científica en nuestros contextos particulares .

**LA QUÍMICA Y SU CONSOLIDACION COMO UNA CIENCIA.**

Los estudios epistemológicos no solo proporcionan un contexto cultural más amplio al maestro de ciencias y coadyuvan a la profundización en el análisis de los procesos inherentes a la actividad científica, sino que revela su papel como instrumento de crítica conceptual de los fundamentos, propósitos y prácticas de la ciencia; contribuyendo en este sentido, a una mejor comprensión de los problemas cruciales para una disciplina científica particular como la química, de manera simultánea, la estructura conceptual que ha alcanzado este campo disciplinar y proporcionando criterios para orientar actividades de socialización de los saberes especializados en un determinado sentido. (Orozco,1998).

Es el siglo XVIII el periodo en el cual se puede inscribir su fundación como ciencia. En este periodo se sugiere el inicio de un cambio radical en la mirada sobre los discursos que daban cuenta de la transformación de las sustancias así como la superación de una actitud hermética en procura de un discurrir social. Comunidad, lenguaje, socialización y sistematisidad serán, en efecto, elementos que crucen el proceso de constitución de la ciencia química durante este siglo, y a la vez, ejes cambiantes a lo largo de los cuales se puede conferir un determinado sentido a la historia de esta actividad científica.

En su prefacio a los "Principios metafísicos de la ciencia de la naturaleza" Immanuel Kant, refiriéndose a la química, sostenía: que sólo puede llamarse ciencia propiamente dicha aquella cuya certidumbre es apodíctica. Un conocimiento que no puede ofrecer más que una certidumbre empírica, solo se denomina impropriamente saber. El todo del conocimiento que es sistemático, puede ser llamado ya, por esta razón, ciencia e incluso ciencia racional, siempre que la conexión del conocimiento en este sistema sea un encadenamiento de principios y consecuencias. Pero si estos principios son, por último, simplemente empíricos, como por ejemplo en la química, y si las leyes, desde las cuales la razón explica los hechos

hechos dados, no son más que leyes de la experiencia, entonces no llevan consigo ninguna conciencia de su necesidad, y el todo, en sentido estricto, no merece el nombre de ciencia. Por consiguiente, la química debería llamarse arte sistemática en lugar de ciencia.

Las afirmaciones de Kant ilustran la situación epistemológica en que se encontraba la química hacia mediados del siglo XVIII. Si bien para entonces se había logrado avanzar en la estructuración y consolidación de una teoría de considerable coherencia, para dar cuenta de los procesos de transformación de las sustancias, como en el caso de la teoría del flogisto desarrollada por George Stahl; se estaba aún bastante lejos de disponer de una teoría altamente formalizada, por lo menos en los términos que había llegado a adoptar la filosofía experimental.

Años después, Antoine Laurent Lavoisier publica su "Tratado elemental de química", considerado por buena parte de los historiadores de la ciencia como uno de los acontecimientos cruciales en la llamada revolución química. Los trabajos de Lavoisier pueden interpretarse como una respuesta colectiva al reto planteado por Kant

Del armónico universo de los cuatro elementos, de los principios paracélsicos, en fin, de la química de los pocos números, se ha girado a un mundo de multiplicidad, de excesivos cuerpos simples que, en su diversidad, parecen complicar las posibilidades de comprensión y exigen, por lo tanto nuevas búsquedas, la construcción de nuevos ordenes: la gesta de la construcción de la sistemática de los elementos químicos proporcionó otra interesante referencia a la muy compleja dinámica histórica de la ciencia química y de construcción de un estatuto epistemológico autónomo durante el siglo XIX. (Bachelard, 1976).

Los planteamientos epistemológicos acerca de las ciencias experimentales {Kuhn, 1971; Lakatos, 1983; Popper, 1973; Toulmin) 1977) han logrado dilucidar que ella posee un objeto de conocimiento, un cuerpo conceptual, un lenguaje propio con sus formas de representación características que llevan a la experimentación y producción, haciendo de los programas de investigación una continuidad, donde las estructuras conceptuales, metodológicas y actitudinales que las ca-

racterizan, cambian en la medida en que los procesos experimentales contrastan negativamente las hipótesis que desde los cuerpos conceptuales se formulan.

Teniendo en cuenta, que toda ciencia necesita de una estructuración y organización que permita un avance, ella es un conjunto de hechos que tienen una organización de conocimientos sobre aspectos reales, los cuales han sido obtenidos por diferentes métodos, dependiendo de cada ciencia.

El concepto de ciencia a través de diferentes épocas ha tenido importancia; Francis Bacon (1620), propone que el conocimiento científico se origina en la observación y experimentación, o sea lo que se aprecia con los sentidos, donde la experiencia es la base del conocimiento el cual continúa a medida que se obtiene mayor información para el análisis de cada hecho.

Una imagen empirista inductivista en la cual el origen del conocimiento parte de la observación y conduce al planteamiento de verdades infalibles, propone que el conocimiento es un cúmulo de verdades absolutas. Esta visión pobre y limitada de la ciencia que ha sido ampliamente cuestionada por epistemólogos racionalistas como Popper y filósofos de la ciencia como Hodson (Hodson, 1985), pues las observaciones no son inocentes, se realizan con base en alguna teoría y los datos en si no tienen significado si no son interpretados a la luz de diversa teorías existentes (Moreno, 1986).

Para Lakatos (Lakatos, I, 1982) en la ciencia las teorías no evolucionan únicamente en un conjunto de enunciados, sino en una secuencia histórica de teorías llamadas "programas de investigación científica", que consisten en reglas metodológicas aceptadas convencionalmente y que sirven de guía en la investigación. Con esta visión se pretende demostrar además, que la ciencia no es autónoma e independiente, sino que presenta un carácter colectivo y social.

Según Kuhn (Kuhn, T. 1971) la ciencia esta regida por el paradigma vigente que establece las normas y dirige la actividad científica para resolver problemas en periodos llamados "Ciencia Normal".



Durante la época de ciencia normal la teoría subyacente es importante, debido a que a la luz de esta, las "anomalías" no se consideran como refutaciones de las teorías sino como "enigmas" por resolver. Con el tiempo puede presentarse un número mayor de enigmas y anomalías por resolver que conducen a períodos de "crisis" en la ciencia. Las crisis se resuelven cuando surge un paradigma nuevo, al cual se inscriben progresivamente un número mayor de científicos hasta que finalmente se abandona el paradigma antiguo. A este cambio Kuhn lo llama "Revolución Científica" (Kuhn, T, 1975). El nuevo paradigma es el que guiará las investigaciones normales hasta que presente problemas y surja una nueva crisis seguida de una nueva revolución.

Kuhn plantea el progreso científico como *"el aumento de la capacidad para resolver problemas tanto en lo relativo a mayor precisión de las soluciones como el mayor alcance de los problemas que se resuelven"*. Kuhn relaciona la metodología científica con el desarrollo histórico de la ciencia y sus métodos, argumentando que en la ciencia ocurren sucesivas fases de revolución y consolidación (ciencia normal) y que el hilo conductor de la actividad científica es el paradigma vigente.

Por su parte Lakatos y Popper consideran que el método científico está sometido a reglas que regulan la actividad científica. Con base en las consideraciones previamente expuestas se encuentra que hay acuerdo en que el trabajo científico presenta ciertos aspectos, a saber:

- Importancia de los paradigmas teóricos vigentes.
- El papel del experimento.
- El carácter social y colectivo de la investigación científica.

Las ciencias experimentales presentan una estructura epistemológica constituida por el objeto del conocimiento, cuerpo conceptual, metodológico y actitudinal; experimento y reglas de producción que permiten a una comunidad el manejo del lenguaje y reglas de validación propias, para su desarrollo e integración en programas de investigación pedagógica y didáctica; para la construcción del conocimiento en la que se compromete cada vez más a nuevas generaciones en la continuidad de los procesos enseñanza aprendizaje, que les posibilita estar frente a la realidad

de lo que sus estructuras representan ante ellas mismas, la sociedad y la cultura del grupo en el que se desenvuelven, donde lo que adquiere las prepara para ser las arquitectas de la visión del mundo y su transformación en la medida en que adquiera solidez su trabajo. (Gallego-Badillo, Pérez- Miranda, 1994).

La historia de la elaboración de los distintos programas de investigación científica, hace ver la evolución de los diferentes objetos de conocimiento como una diversificación creativa de ellos, desprendiéndose de dicha creación la emergencia de las varias disciplinas que hoy y en un futuro también, comprenden, en síntesis esa ciencia que se llama Química. (Gallego- Badillo, Pérez- Miranda, 1994).

#### ENSEÑABILIDAD y APRENDIBILIDAD DE LA QUIMICA.

Muchas de las dificultades del aprendizaje en dominios específicos de la química tienen su fundamento, no sólo en el conjunto de ideas que ya tiene el estudiante, sino en el conocimiento procedimental y estratégico de "sentido común" empleado al relacionarlas o, en razonamientos inducidos en el peor de los casos, por una enseñanza de la química que no tiene entre sus objetivos la familiarización de los estudiantes con la actividad científica.

Las ciencias experimentales y en particular la química están conformadas por un conjunto de estructuras conceptuales, metodológicas y actitudinales (ECMAAs) que surgen de la necesidad humana de ordenar la realidad natural para intervenirla, controlarla y dominarla, lo que ha conllevado al hombre a construir ciencia con el objeto primario de saber como funciona el mundo. Pedagógica y didácticamente se ha concebido la enseñanza de las ciencias y de la química como una negociación conceptual, metodológica y actitudinal entre los procedimientos de pensar y ordenar de los alumnos y de la comunidad científica.

La aprendibilidad de un saber dado es así una atribución, una cualidad que le confiere cada alumno y cada alumna a ese saber, aprenden así lo que desean aprender o, de otra forma, aprenden los significados, las formas de significar y de actuar que reconstruyen y construyen, los cuales

son en última instancia sus propias lecturas. Construida la aprendibilidad por el alumno o la alumna, esta canaliza los procesos de aprendizaje. La aprendibilidad determina el aprender, por cuanto refuerza la actitud positiva para que este se inicie en la medida en que prepara los esquemas actuacionales. (Gallego Badillo, R. y Pérez Miranda R. 1998). Todos los saberes son estructuras conceptuales, metodológicas estéticas, actitudinales y axiológicas, y por tanto, son enseñables, interpretables, discutibles y compartibles.

La química es enseñable como cualquier otro saber, desde la construcción que hace el maestro, esto es, una atribución que como el aprender, depende del tipo de estructuras conceptuales, metodológicas estéticas, actitudinales y axiológicas con las que cuente el profesor y desde donde las elabore. La enseñabilidad está cruzada por las lecturas que cada docente hace del saber que enseña, a partir de sus compromisos epistemológicos.

Desde este punto de vista es importante conocer cómo el maestro aborda el saber científico, enfatizando que su profesionalización está dada en la medida en que asuma su rol como una ciencia.

El docente debe estar en capacidad de trabajar en grupo, liderar procesos, facilitar aprendizajes (aprendibilidad) e inculcar la investigación científica en el aula; a su vez debe también preguntarse ¿Cómo aprenden hoy los estudiantes la ciencia? y para ello poner en consideración la ruptura generacional que deja el avance tecnológico, tomando conciencia que este avance construye nuevas formas de ser, "nuevas lógicas" y por lo tanto tiene que desarrollar propuestas que respondan a estas.

Han surgido entonces, como temas de reflexión dentro de la pedagogía y la didáctica, la aprendibilidad - enseñabilidad y educabilidad del ser humano; dejando de lado la supremacía de un conocimiento fragmentado en cualquier disciplina que no permite operar el vínculo entre las partes y las totalidades, queriendo dar paso a un modo de conocimiento capaz de aprehender los objetos en sus contextos. Esto último se puede lograr muy seguramente, desde los Proyectos Educativos Institucionales, al plantear lo referente a estos temas en el seno de la comunidad educativa como puntos centrales.

## BIBLIOGRAFIA

- BACON, F. 1980. El Nuevo Organum. Edit. Porrúa S.A. México.
- BACHELARD, G. 1993. La formación del espíritu científico. Madrid. Siglo XXI Editores
- GALLEGO, R. 1992. Saber Pedagógico, una visión alternativa. Santafé de Bogotá. Cooperativa editorial Magisterio.
- GALLEGO, R y PEREZ, R. 1998. Aprendibilidad-enseñabilidad-educabilidad: Una discusión. Revista Colombiana de Educación, No 36, Enero-Diciembre.
- GALLEGO, R y PEREZ, R. 1995. La química como ciencia: Una perspectiva constructivista. No 1 Vol. 5. Mayo-Octubre.
- HODSON, O. 1985. Philosophy of Science, science y and Science education. Studies in sciences education. Vol. 12, Pp. 25- 57.
- LAKATOS, L. 1978. La metodología de los programas de investigación científica. Edit. Alianza. España.
- MORENO, M. M. 1986. Ciencia y construcción del pensamiento. Enseñanza de las Ciencias. 4(1), Pp. 57- 63.
- OROZCO CRUZ, J. 1998. ¿Un estatuto epistemológico de la química? Revista Educación y Pedagogía. No 21. Vol. 8. Mayo-Agosto.

## LEY 30

(Diciembre 29 de 1992)

### Por la cual se organiza El servicio público de la Educación Superior

#### PRINCIPIOS

**Artículo 3.** El Estado, de conformidad con la Constitución Política de Colombia y con la presente Ley, garantiza la autonomía universitaria, y vela por la calidad del servicio educativo a través del ejercicio de la suprema inspección y vigilancia de la Educación Superior.

**Artículo 4.** La Educación Superior, sin perjuicio de los fines específicos de cada campo del saber, despertará en los educandos un espíritu reflexivo, orientado al logro de la autonomía personal, en un marco de libertad del pensamiento y del pluralismo ideológico que tenga en cuenta la universalidad de saberes y particularidad de las formas culturales existentes en el país. Por ello, la Educación Superior se desarrollará en un marco de libertades de enseñanza, de aprendizaje, de investigación y de cátedra.