

LEY PERIÓDICA. UNA REFLEXIÓN DIDÁCTICA DESDE LA HISTORIA DE LAS CIENCIAS

PERIODIC LAW. A DIDACTIC REFLECTION SINCE THE SCIENCES HISTORY

Johanna Patricia Camacho González¹
Rómulo Gallego Badillo²

¹ Universidad Pedagógica Nacional/Bogotá D.C. Colombia/johanna_camacho5@hotmail.com

² Universidad Pedagógica Nacional/Bogotá D.C. Colombia/rgallego@uni.pedagogica.edu.co

Resumen

En este resumen de ponencia, se presenta la reflexión preliminar que se ha hecho acerca de la didáctica de la Ley Periódica desde la historia de las ciencias. Se parte de asumir el conocimiento como una actividad humana que se construye, se evalúa, se aplica y se difunde. De tal manera, es necesario reconocer la importancia de la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias y especialmente de la química, para comprenderla y valorarla.

La Ley Periódica se hace objeto de reflexión, debido a la importancia que aún tiene como objeto de estudio y de enseñanza. Por lo tanto, se propone analizar la construcción histórico epistemológica en el desarrollo de la química como una ciencia experimental y como una disciplina científica que se lleva al aula de clase.

Palabras-clave: Didáctica de las ciencias, Historia de las ciencias, Ley Periódica.

Abstract

This summary presents the preliminary reflection which has been done about didactic of the Periodic Law since sciences history. It takes the knowledge like a human's activity that is built, evaluated, applied and diffused. Therefore, it is necessary to recognize the importance of sciences history in teaching and especially in the chemistry for understanding and evaluating it.

The periodic Law becomes a reflection object because of the importance it has as an issue of studying and teaching. Thus, this work attempts to analyse the historical and epistemological construction in the development of Chemistry as an experimental science on the one hand, and as a scientific discipline in the classroom, on the other hand, but taking into consideration the importance of Chemistry books, and under the perspective of sciences history.

Keywords: Didactic of sciences, History of sciences, Periodic Law.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día dentro de la didáctica de las ciencias de la naturaleza existe consenso en asumir como campo de estudio e investigación los problemas relacionados con la enseñanza de las ciencias (Izquierdo y Sanmartí, 2001), teniendo en cuenta que las ciencias son actividades humanas que se construyen, se evalúan, se aplican y se difunden; tomando distancia de los contextos de descubrimiento y justificación, en donde lo importante es distinguir lo que es ciencia de lo que no lo es. Desde esta perspectiva, se reconoce la importancia de la historia de las ciencias, como la historia de los seres humanos pertenecientes a determinados contextos sociales, políticos y culturales. De esta manera, se propone la reflexión de una enseñanza de las ciencias contextualizada, que destaque los aportes de la historia, permitiendo que las disciplinas científicas ha enseñar, sean comprendidas y valoradas. No obstante, varias investigaciones (Brito, A., Rodríguez, M. y Mansoor, N. 2005; Camacho, J. y Martínez, V. 2003; Castro, J. 2003; Cuéllar, L. 2004; Garibello, F. y Sánchez, C. 2004; Muñoz, R. y Bertomeau, J. 2003 y Quintanilla, M. 2005) coinciden en concluir que éste es un aspecto que no se considera durante los procesos de educación científica, y por ende enseñamos una imagen descontextualizada y ahistórica de las ciencias.

Por lo tanto, queda en evidencia la necesidad de estudios sobre la imagen de ciencia que enseñamos, ¿Qué ciencia enseñamos?, ¿Desde dónde se aborda?, ¿Es una imagen que se ocupa de considerar los contextos sociales y culturales en que los científicos han contribuido y contribuyen al conocimiento científico?

Atendiendo a los anteriores cuestionamientos, surge la siguiente propuesta en donde se toma la Ley Periódica de los elementos químicos como objeto de reflexión principalmente por la importancia que aún tiene como campo de investigación y como modelo didáctico (Gallego, 2004) que se enseña a través de diferentes medios de difusión, como por ejemplo, los libros de texto de química general. Al respecto conviene decir, que se alude a la Ley Periódica como una ley científica, que además de su carácter predictivo y explicativo, desempeña una función institucional y práctica particularmente importante: regulan el modo de percibir los fenómenos por parte de los miembros de una comunidad científica y así mismo normativizan lo que debe ser la acción científica, tanto si es ésta es investigadora como si es difusora, polemizadora o docente (Echeverría, 1995), por ende se distingue de la tabla periódica, la cual se toma como la representación gráfica de la Ley Periódica (Mendeleiév, 1889).

LA HISTORIA DE LAS CIENCIAS EN LA DIDÁCTICA DE LA CIENCIAS DE LA NATURALEZA

La didáctica de las ciencias de la naturaleza, como una disciplina científica autónoma, que toma distancia de la pedagogía, psicología y/o de las ciencias de la naturaleza (Adúriz Bravo, 2002), presenta como referentes epistemológicos las posiciones de Kuhn (1971), respecto a la construcción social del conocimiento y a la importancia de la historia de las ciencias en la transformación de la imagen de las ciencias; Lakatos (1983), frente a las reconstrucciones racionales de la ciencia desde la historia interna y/o historia externa, y Laudan (1977), según las cuales no existe una racionalidad ahistórica, y por eso la ciencia es dinámica y diacrónica, porque los criterios mismos de científicidad cambian a través del tiempo. En resumen, se puede afirmar que la historia de las ciencias ocupa un lugar central dentro de las líneas de investigación de la ciencia de enseñar ciencias, es decir, se deben considerar los aportes de la historia de las

ciencias en la enseñanza de las ciencias (Mathews, 1994), de tal manera que se concluye que la reflexión didáctica es incompleta sino incluyera el componente epistemológico (Sanmartí, 1995; Astolfi et al., 1997; Izquierdo, 1999; Leach, 2001, citado en Adúriz Bravo, 2001).

La revisión bibliográfica preliminar (Mathews, 1994; Soto Lombana; Quintanilla, 2005; Gallegos, 1996; Gallego Badillo, Gallego Torres y Pérez Miranda, 2002; Gil Pérez, 1993.; Pessoa de Carvalho, 1992 y Solbes y Traver, 2001), permite concluir que la incorporación de la historia de la ciencia como componente importante en el proceso de enseñanza, motiva e interesa a los estudiantes; promueve una mejor comprensión de los conceptos y maneras de proceder de las ciencias; ayuda a explicitar, comunicar y estructurar las ideas acerca de la naturaleza de las ciencias; cuestiona la imagen de ciencia abordada por los medios utilizados para su difusión, demuestra que la ciencia es mutable y cambiante y que, en consecuencia, el conocimiento científico actual es susceptible de ser evaluado y transformado y humaniza los contenidos propios de las ciencias, haciéndolas menos abstracta y más cercana a los/las estudiantes y a la sociedad en general.

Debido a lo anterior, actualmente se pone de manifiesto la importancia que tienen las investigaciones en didáctica de las ciencias retomando el componente histórico, no sólo con el ánimo de evidenciar algunos pasajes importantes a manera de estudio historiográfico, sino con el objetivo de contribuir a una imagen de ciencia más dinámica que se construye, se evalúa, se aplica y se difunde constantemente.

Es debido a esta preocupación que se formula el trabajo que se está desarrollando para optar al Título de Magíster en Docencia de la Química, cuyo objetivo es analizar el papel que cumple la historia de las ciencias en la construcción de la Ley Periódica, atendiendo a los problemas que permitieron su formulación y desarrollo como un modelo didáctico. Además, se pretende analizar de qué manera se aborda la Ley Periódica en los libros de texto de química general, desde la historia de las ciencias, para poder evidenciar la imagen de ciencias que es socializada a través de éstos medios de difusión.

LA LEY PERIÓDICA COMO RECONSTRUCCIÓN HISTÓRICA EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

Dentro de la historia de las ciencias, el siglo XIX toma gran importancia por la trascendencia que durante este tiempo tuvo el trabajo de grandes personajes en la consolidación de la química como ciencia experimental y, como disciplina científica que debía ser llevada a las aulas de clase del sistema educativo.

Tomando distancia de las prácticas de la alquimia de siglos anteriores, que buscaban dar cuenta de la transmutación de metales en oro desde una visión mítica y esotérica, y del legado de la iatroquímica, práctica instaurada por el médico y químico suizo Theophrastus Bombastus von Hohenheim (1493-1541), mejor conocido como Paracelso, quien proponía a mediados del siglo XVII técnicas para preparar medicamentos; se inicia la búsqueda de un cuerpo de conocimientos propios, fundamentados teórica y metodológicamente, que diera sustento a la química como una ciencia, alejándola de las características que la señalaron como un arte sistemático¹.

¹ Denominación que le asignó Immanuel Kant, en su prefacio a los “Principios metafísicos de la ciencia de la naturaleza” a mediados del Siglo XVIII.

Joachim Becher (1635-1682) químico alemán guiado por dicha búsqueda, propone como principio general la tierra, por la característica que según él tiene de diversificarse en tres principios distintos: la tierra vitrificable, la tierra volátil y la tierra grasa; esta última denominada por su discípulo George Ernest Sthal (1660 – 1734) *flogisto* (el alimento del fuego) (Izquierdo, M. 1988).

La química del flogisto de Sthal, permitió avanzar en el conocimiento de la química, por presentar características propias de una teoría científica como las que cita Izquierdo (1988):

“... permitió unificar las explicaciones a fenómenos aparentemente distintos, resaltando sus aspectos comunes; y sugiere nuevas experimentaciones, las cuales, a la vez que aumentan el poder explicativo de la teoría contribuye así a desarrollarla, van evidenciado cuáles son los fenómenos que no pueden ser incluidos correctamente en su marco interpretativo.”

Sin embargo, tal como lo menciona Bensaude – Vincent (1998a), químicos, filósofos e historiadores atribuyen el nacimiento de la química científica al francés Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), por su grandes aportes entre los que se menciona la teoría de la combustión (química del oxígeno), el papel esencial de la balanza dentro de las prácticas experimentales desde 1770 y la ley de conservación de masa, principio que condicionaba toda la química de los cálculos y los balances. También se reconoce por establecer un primer sistema de nomenclatura de los elementos y compuestos químicos conocidos en aquel entonces y, por su obra célebre *Tratado elemental de química* (1789) con la cual pretendía velar por la correcta transmisión de su teoría, destinado a los principiantes y no a los sabios, afirmando que: la química no sólo debe ser comprendida en lugar de aprendida, sino que, además, resulta más inteligible aquellos que no han aprendido nada, que no se han visto sometidos a la influencia de juicios previos.

Otro científico ilustre que contribuyó a la consolidación de la química como una ciencia fue John Dalton (1766-1844), químico y físico británico reconocido por la teoría atómica que lleva su nombre y por las leyes de combinación química que permitieron cálculos y estimaciones, en beneficio de un análisis y una síntesis eficaces de la industria química (Brock, W. 1992). El Nuevo Sistema de Filosofía Química de Dalton, permitió adoptar la idea de que cada de los cuerpos sin descomponer estaban formados por un mirada de átomos homogéneos y que los átomos de cada elemento diferían ligeramente en su masa.

De la misma manera que contribuyeron Sthal, Lavoisier y Dalton, también se reconocen los aportes de Berzelius, Avogadro, Cannizzaro, Davy, Liebig, Dumas, por mencionar sólo algunos en el proceso de la consolidación de la química.

“La ciencia queda constituida; la alquimia se ha transformado en química; y ya figura al lado de su hermana la física como ciencia y no como el arte de hacer oro y plata, y de preparar medicamentos²”.

(Moreno González, A. en el prólogo de Román, P. 2002)

² Dice en el discurso el catedrático de Farmacia de la Universidad Central de Madrid Gabriel de la Puerta.

De la forma como se reconoce la contribución de Lavoisier frente a la química moderna y al propósito de llevarla a las aulas a través de los libros de texto, objeto de su obra Tratado elemental de Química, se destaca la importancia de los trabajos del químico ruso Dimitri Ivánovich Mendeleiév (1834-1907), que aportó de manera significativa a la sistematización de los elementos químicos a través de la Ley Periódica que formuló en 1889.

El establecimiento de la ley de Mendeleiév, fue producto, como afirma Bensaude Vincent (1998b), de una urgencia pedagógica que tras un sueño y un juego de solitario se transformó en una representación gráfica que todos y todas asociamos con la química donde quiera que estemos, la *tabla periódica*.

Pero además de la necesidad de no presentar la química mediante una lista indeterminable de monografías detalladas de cada uno de los elementos químicos y, de la preocupación de ¿Cómo enseñar química de la manera más clara y lógica y comprensible y no limitarse a una transmisión de información acumulada sin orden ni concierto? (García, 2003); Mendeleiév deseaba constituir un principio explicativo que diera cuenta del orden de los elementos de acuerdo con el peso atómico y la valencia, una ley científica a la que se sometían todos los elementos, que pudiese ser contrastada con la realidad conocida e incluso con la desconocida.

El fruto de todo lo definido, se inmortalizó en los dos volúmenes de su libro *Principios de Química* (1869), texto especialmente diseñado para enseñar química general a sus estudiantes; esta obra fue equiparada con otras tan cruciales, aunque no de texto, como *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (1687) de Newton, *Principia Philosophiae* (1644) de Descartes y, *Principios de Geología* (1830) de Charles Lyell.

La ley periódica, es considerada por Caldin, E. (2002) dentro de la estructura de la química en relación con la filosofía de la ciencia, como una característica esencial que permite describir un fenómeno asociado a las sustancias puras, conceptos fundamentales de la química, que exhibe una asociación constante de características las cuales son correlacionadas con otras. Además, juega un papel fundamental en la construcción de teorías, como por ejemplo en las teorías atómicas modernas.

La importancia de la ley periódica también radica en su poder explicativo, predictivo y correctivo, el cual ha permitido destacarla como uno de los eventos más importantes durante el desarrollo de la ciencia.

“No hay duda que la ley periódica de Mendeleiév es uno de los más grandes temas organizadores de la ciencia”

(Singman, 1984 citado en Linares, 2004)

“La clasificación periódica se ha convertido en un episodio canónico de la epistemología positivista. Es el ejemplo que siempre se cita junto a la previsión de Urbain Le Verrier de la existencia del planeta Uranio, para ilustrar el contraste entre una ciencia empírica, que colecciona hechos, y una ciencia racional, capaz de organizar y de adelantarse a la experiencia.”

(Bensaude – Vincent, 1998)

Ejemplo típico de sistematización y ordenación, del trabajo colectivo de una comunidad específica que busca mantener la química bajo el estatus de científicidad

“...La tabla periódica sirvió de base a las investigaciones que originaron el establecimiento y desarrollo de la teoría atómica moderna con un conocimiento cada vez más profundo del átomo y de su estudio y ahora es retomada como el mejor instrumento para explicar esa misma configuración”

(Linares, 2004)

y que permitió distinguirla de la física.

“... the periodic law of the chemical elements, for example, differs from typical laws in physics in that recurrence of elements alter certain intervals is only approximate. In addition, the repeat period varies as one progress through the periodic system. These features do not render the periodic law any less law like, but they suggest that the nature of laws may differ from one area of science to another. Perhaps chemical laws should not be judged to be deficient by standards of laws of physics.]. The periodic law and the associated periodic system represent what I believe one of chemistry’s “big ideas”.

(Scerri, E. 2000)

Hace más de un siglo, la Ley Periódica es tema propio de toda clase de química, que permite hacer una confluencia del trabajo desarrollado en las comunidades de especialistas y en las aulas de clase. Al respecto, Brito, A., Rodríguez, M. y Níaz, M. (2005), afirman:

“Most chemistry teachers consider the periodic table to be an important concept both in principle and practice. It facilitates a succinct organization and understanding of the fundamental building blocks chemistry, the chemical elements (Atkins, 1995). Research in chemistry education continues to emphasize the importance of the periodic table for learning chemistry”.

REFLEXIONES FINALES

El aporte de Dimitri I. Mendeleiev a la química como una ciencia y la enseñanza de esta disciplina científica, no podría ser posible en cuanto no se hubieran dedicado otras generaciones al problema de la sistematización y ordenación de los elementos químicos.

La Ley Periódica, hace parte del trabajo diario de estudiantes, químicos/químicas y, profesores/profesoras de ciencias, toda persona que haya establecido algún vínculo con la química recuerda una tabla con nombre asociados a cuerpos celestes, colores, científicos y lugares; unos con menos aprecio que otros por tener que aprenderla de memoria (un grupo cada día de la semana). Sin embargo, esta formulación aún continua siendo objeto de estudio de los laboratorios científicos, que siguen estableciendo nuevas propuestas de ordenación de los elementos químicos y, de los procesos de enseñanza de las ciencias, que acuden a esta para enseñar algunos conceptos básicos de la química.

Ahora bien, aunque es un objeto de conocimiento que se manipula día a día, se hace necesaria una reflexión que permita esclarecer ¿Cómo se construyó históricamente la Ley Periódica de D. Mendeleiév?, ¿Cuál es la importancia de la Ley Periódica en el desarrollo de la química como una ciencia experimental, y como una disciplina científica que se lleva al aula de clase?, ¿Cuáles son los aspectos históricos que dan cuenta de la importancia de la Ley Periódica, para que luego de más de un siglo se siga reconociendo, validando y enseñando como un aspecto central de la química?, ¿Cuál es la visión didáctica desde la historia de las ciencias desde que se aborda, por ejemplo, en los libros de textos, herramientas utilizadas como fuente principal de conocimiento tanto para los/las estudiantes como para los profesores y las profesoras? ¿Cómo se aborda la Ley Periódica en los libros de texto de química general, desde la historia de las ciencias? y ¿Qué imagen de ciencia es socializada a través de los libros de texto de química general?

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adúriz- Bravo, A. e Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. . *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, Vol 1, No 3, artículo 1 disponible en <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/Numero3/Art1.pdf>
- Adúriz-Bravo, Agustín. (2001a). *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias*. Tesis de Doctorado para la obtención del título de Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Departament de Didàctica de les Matemàtiques i de les Ciències Experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra: España. Consultado en Enero 19, 2005, disponible en http://www.tdx.cbuc.es/TESIS_UAB/AVAILABLE/TDX-1209102-142933/
- Bensaude-Vincent, Bernadette. (1998a). Lavoisier: una revolución científica. En Michel Serres (Ed), *Historia de las Ciencias*. (p. 410– 435). Madrid: Ediciones Cátedra.
- Bensaude-Vincent, Bernadette. (1998b). Mendeleiév: Historia de un descubrimiento. En Michel Serres (Ed), *Historia de las Ciencias*. (p. 502– 525). Madrid: Ediciones Cátedra.
- Bensaude-Vincent, Bernadette. y Stengers, Isabel. (1997). *Historia de la Química*. Madrid. Addison-Wesley Iberoamericana S.A./Universidad Autónoma de Madrid.
- Brito, Angmary., Rodríguez, Maria. y Níaz, Mansoor. (2005). A reconstruction of development of the periodic table based on history and philosophy of science and its implications for general chemistry textbooks. [Versión electrónica] *Journal of research in science teaching* 42(1) p. 84-111.
- Brock, William. (1992). *Historia de la Química*. Madrid: Alianza Editorial.
- Caldin, Edward. (2002). The structure of chemistry in relation to the philosophy of science. [Versión electrónica]. *Hyle- International Journal for Philosophy of Chemistry*. 8(2), p. 103-121.

- Echeverría, Javier. (1999). *Introducción a la metodología de la ciencia. Filosofía de la ciencia en el siglo XX*. Madrid, Ediciones Cátedra.
- Gallego Badillo, Rómulo. (2004). Un concepto epistemológico de modelo para la didáctica de las ciencias experimentales. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 3 N° 3.
- Gallego Badillo, Rómulo., Gallego Torres, Adriana. y Pérez Miranda, Royman. (2002). Historia de la Didáctica de las ciencias: Un campo de investigación. *Ciencia y Tecnología* N° 12. p. 125-133.
- Gallegos, José. (1996). Reflexiones sobre la ciencia y la epistemología Científica. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), p. 321-326.
- García, Horacio. (2003). *El químico de las profecías. Dimitri I. Mendeléiev*. Viajeros del conocimiento. Bogotá: COLCIENCIAS Alfa Omega.
- Gil, Daniel. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), pp. 197-212.
- Izquierdo, Mercé y Sanmartí, Neus. (2001). Hablar y escribir para enseñar ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. Númeo extra, Memorias VI Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias
- Izquierdo, Mercé. (1988). La contribución de la teoría del flogisto a la estructuración actual de la ciencia química. Implicaciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*. 6(1), p. 67-74.
- Kuhn, Thomas. (1971) *La estructura de las revoluciones científicas*. México, Fondo de la cultura económica.
- Lakatos, Imre. (1983). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid, Alianza.
- Laudan, Larry. (1977). *Progress and its Problems: towards a Theory of Scientific Growth*, Berkeley, Universidad of California Press.
- Mathews, Michel. (1994). *Science teaching. The role of history and philosophy of science*. Nueva York, Routledge.
- Mendeleiév, Dimitri. (1889). The Periodic Law of the Chemical Elements. *Journal of the Chemical Society*, 55, 634-56. (FARADAY LECTURE delivered before the Fellows of the Chemical Society in the Theatre of the Royal Institution, on Tuesday, June 4th, 1889.) Consultado en Agosto 10, 2004 disponible en <http://web.lemoyne.edu/~giunta/mendel.html>
- Muñoz, Rosa. y Bertomeau, José Ramón. (2003). La historia de la ciencia en los libros de texto: La(s) hipótesis de Avogadro. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (1), p. 147 – 159.
- Pessoa de Carvalho, Ana Maria. (1992). La historia de la ciencia como herramienta par la enseñanza de la física en secundaria: Un ejemplo en calor y temperatura. *Enseñanza de las Ciencias*. 10 (3) p. 289 – 294.

Quintanilla Gatica, Mario. (2005). Historia de la ciencia y formación del profesorado: Una necesidad irreductible. *Tecné Episteme Didaxis TEA*. Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología. Universidad Pedagógica Nacional, Memorias “2do Congreso sobre formación de profesores en ciencias”. Número Extra, Año 2005, Bogotá, D.C. p. 34-43.

Román Polo, Pascual. (2002). *El profeta del orden químico. Mendeléiev. Científicos para la Historia*. Madrid, Nivola Libros Ediciones.

Scerri, Eric. (2000). Philosophy of Chemistry. A New Interdisciplinary Field? [Versión electrónica]. *Journal of Chemical Education*. 77(20).

Solbes, J. y Traver, M. (2001). Resultados obtenidos introduciendo historia de las ciencias en las clases de física y química: mejora de la imagen de la ciencia y desarrollo de actitudes positivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (1), p.151-162.

Soto Lombana, Carlos. Consideraciones sobre la relación historia y enseñanza de las ciencias. Consultado el 14 de Marzo de 2005, disponible en <http://ticat.ua.es/curie/curiedigital/2001/carlossoto-art%EDculo.htm>