



Tabla periódica y versiones de ciencia: Una reflexión desde el semillero de investigación escolar

D. F. Pardo, C. A. Ortiz, R. A. Franco, D. M. Farias

^{a,b}Estudiante Licenciatura en Química

^cMagister en Docencia de la Química

^dDoctora en educación

ARTICLE INFO

Recibido: 30 de noviembre de 2014

Aceptado: 15 de diciembre de 2014

Palabras clave:

Tabla Periódica.
Versiones de Ciencia.
Semillero de Investigación.

E-mail:

dqu_dpardo523@pedagogica.edu.co
dqu_cortiz954@pedagogica.edu.co
rfranco@pedagogica.edu.co
dmfariasc@unal.edu.co

ISSN 2007-9842

© 2015 Institute of Science Education.
All rights reserved

ABSTRACT

In the chemistry didactics, investigations concerning the periodic table can be considered a challenge, since the teaching and learning of this model are almost fully standardized, and also because to transform these practices, apparently not part of the aspirations of science teachers (Gallego, Pérez and Franco, 2014). Thus, teachers and students understand the periodic table as a useful tool in certain situations, highlighting the need for new meaning, as an explanatory, predictive and organizational model. The present report communicates the base of a research project for consider different epistemological reflections for secondary education, for redefinition of the periodic table, and a possible transformation in terms of versions for science. For this, will be built a hotbed of scholarly research, an extracurricular court. In which, both teachers and participating students, take ownership of their role of researchers. This is already a contribution to the reflection on the question: Who may or may not do science? This could be considered as a contribution for the research of History and Epistemology of Chemistry, which promotes IREC Group in the teaching of Natural Sciences.

En la didáctica de la química, las investigaciones referidas a la tabla periódica pueden considerarse un reto, puesto que la enseñanza y el aprendizaje de este modelo se encuentran casi en su totalidad estandarizadas, en tanto que, transformar estas prácticas al parecer no hace parte de las aspiraciones de los profesores de ciencias (Gallego, Pérez y Franco, 2014). Así, la tabla periódica es entendida por docentes y estudiantes como un instrumento útil en determinadas situaciones, evidenciándose la necesidad de resignificar esta mirada, de tal forma, que la tabla periódica sea entendida como un modelo explicativo, predictivo y organizativo. En tal sentido, con la presente ponencia se comunican los fundamentos de un proyecto de investigación orientado al abordaje de diferentes reflexiones epistemológicas para educación secundaria, que deriven en una resignificación de la tabla periódica, y en una posible transformación en términos de las versiones de ciencia. El medio por el cual se espera llegar a los fines mencionados, es la construcción de un semillero de investigación escolar, de corte extracurricular, en el cual, tanto los profesores como los estudiantes participantes, se apropien de su papel de investigadores. Esto constituye ya un aporte a la reflexión sobre la pregunta: ¿Quiénes pueden o no hacer ciencia? Esto se considera una contribución a la línea de investigación de Historia y Epistemología de la Química, que promueve el Grupo IREC en la didáctica de las Ciencias Naturales.

I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la didáctica de las ciencias, y particularmente en la línea de investigación de historia y epistemología, se argumenta sobre la importancia de la inclusión de estos espacios en la formación inicial y continuada de los profesores de ciencias (Matthews, 1994; Quintanilla, 2010), puesto que, dependiendo del tipo de ciencia que creo saber será mis prácticas en el aula a la hora de enseñar. Sin embargo, poco o nada se ha buscado tratar de articular la historia y la epistemología a los currículos de educación secundaria (Pinto & Pereira, 2013), incluso valdría la pena preguntarse ¿es necesario hablar de historia y de epistemología en la clases de ciencias?

El siguiente proyecto se realiza en el marco de la licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional bajo la línea de investigación Historia, Epistemología y Didáctica de las ciencias. En este, se plantea inicialmente la conformación de un semillero de investigación Escolar con estudiantes de los grados octavo, noveno y décimo.

Principalmente, en este trabajo se busca dar inicio a dos procesos distintos, pero relacionados entre sí, como lo son la resignificación y la transformación.

El desarrollo del proyecto se pretende realizar en dos momentos determinantes luego de conformado el semillero de investigación, yendo de lo particular a lo general. Para ser explícitos, en un primer momento de consolidación del semillero de investigación se proyecta lograr una resignificación de “La tabla periódica de los elementos químicos” de tal forma que se pase de verla como un instrumento (Linares, 2004) y empiece a entenderse como un modelo predictivo, explicativo y organizativo. Lo anterior tiene distintas implicaciones –epistemológicamente hablando– y respecto a la Enseñanza de la Química.

Este trabajo se sitúa entonces, en la postura de que –más que necesario–, es posible llevar la historia y la epistemología de las ciencias en general, y de la química en particular, a las aulas de educación secundaria. Aquí, se muestra una apuesta de investigación que tiene como fin principal analizar qué aportes se generan desde un semillero de investigación escolar en dos procesos diferenciados, pero que guardan una estrecha relación, como lo son: la resignificación de la tabla periódica y la transformación de las versiones de ciencia.

Por otro lado, proponemos que el aprendizaje de la tabla periódica se facilita en un ambiente guiado por diferentes nociones históricas y epistemológicas, mejorando la comprensión y discusión de otros conceptos propios de la química en particular, y de las ciencias naturales en general. En palabras de Linares, refiriéndose a la tabla periódica: “[...] siempre he considerado que la comprensión y el manejo de la información sistematizada en ella puede facilitar la enseñanza y el aprendizaje de muchos de los temas básicos de la química” (Linares, 2004).

Se espera entonces que, los participantes del semillero de investigación (profesores en formación inicial y estudiantes de grados octavo, noveno, y décimo de educación secundaria) puedan en primer lugar, resignificar la tabla periódica (T. P.), para que no sea vista como instrumento sino como un modelo explicativo, organizativo y predictivo; y en segundo lugar, que puedan iniciar el proceso de transformación las versiones de ciencia que han configurado a lo largo de su experiencia de vida.

II. SOBRE ESTA INVESTIGACIÓN

Con el fin de socializar ahora, los avances en términos de planteamientos iniciales de esta investigación, conviene aclarar las razones que fundamentan su formulación y aplicación. Así –y partiendo desde el marco nacional– se sabe que en los lineamientos curriculares de ciencias naturales y educación ambiental el núcleo temático de la tabla periódica es denotado como modelo científico (Ministerio de Educación Nacional, 1998. p. 83). Sin embargo, en los estándares básicos de competencias se establece el “uso de la tabla periódica para determinar propiedades físicas y químicas de los elementos” (Ministerio de Educación Nacional, 2006, p. 140) como única competencia en relación con este tópico de la enseñanza de la química; y ninguna en relación con la periodicidad en química, lo que demuestra que la T. P. es vista como un instrumento en la enseñanza de las ciencias en Colombia. Empero, “[...] la tabla periódica es

algo más que un instrumento para la enseñanza y el estudio de la química. Refleja el orden natural de las cosas en el mundo y, por lo que sabemos, en todo el universo” (Scerri, 2013, p.13). Esta reflexión constituye un pilar idóneo dentro de los objetivos que se pretenden lograr en esta investigación, a partir del enfoque de historia y epistemología de las ciencias.

Teniendo en cuenta que entender la tabla periódica va más lejos de una mirada instrumental es propicio fomentar una posible resignificación de ésta como un modelo explicativo, organizativo y predictivo, que no se reduce a un simple objeto, sino a la comprensión de la periodicidad en química, como un posible concepto estructurante en la enseñanza-aprendizaje de esta disciplina (Pozo, Gómez, Limón & Sanz, 1991; Mosquera, Mora & García, 2003).

Ahora bien, al desligar la idea de modelo, la tabla periódica pasa a ser un gráfico o esquema de una forma ya popularizada, sin relación aparente con lo cotidiano de los estudiantes y muchas veces de los docentes de ciencias. Esta imagen estática e inalterada de dicho “instrumento”, cuya utilidad se reduce a la recolección de datos en las clases de química, se traduce en una representación con respecto a la química, como una ciencia caracterizada por ser aburrida, densa, difícil y terminada (De Morán; Bullaude & Zamora, 1995; Izquierdo, 2004; Cárdenas, 2006; Furió, 2006; Quintanilla, 2010).

Estos problemas hacen de la tabla periódica algo atemorizante para el estudiante pues solamente deja ver una cantidad de elementos con varios números y letras (Öhrström, 2014) por lo cual se ha decidido que el desarrollo de este proyecto sea desde espacios extracurriculares, en este caso bajo la figura de *semillero de investigación escolar*, que no limiten a los estudiantes en el aprendizaje de este modelo. Lo anterior, evidencia una oportunidad de elaborar una propuesta donde el repensar la identidad del modelo de Tabla Periódica encarne un sentido innovador donde se reafirme a cada persona como sujetos valiosos dentro del investigar desde la escuela.

En suma, esta investigación aporta a la discusión acerca de la pertinencia del abordaje de la tabla periódica en la enseñanza de la química desde una mirada extracurricular e investigativa en los últimos grados de la formación básica y media, esto es, la creación de un semillero de investigación en la escuela (Aldana, 2010). Además de mostrar la T. P. como un modelo que, permite el estudio y el análisis del problema de la periodicidad, como un aspecto fundamental en la consolidación de los modelos explicativos que han dado una estructura conceptual y metodológica a la química, esta última disciplina se hace objeto de enseñanza en la escuela.

Resulta de igual manera relevante que, los análisis y las aproximaciones propuestas se encuentran orientadas desde la perspectiva de la historia y la epistemología de la ciencia, así como en la formación inicial de profesores de ciencias, así como en campos de investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (Adúriz-Bravo & Izquierdo, 2001; Gallego, 2004; Gallego; Pérez; Torres de Gallego, 2007; Adúriz-Bravo, 2007).

II.1 Acerca de los Semilleros de Investigación

Para hablar de antecedentes en términos Semilleros de Investigación, lo primero que hay que saber es que, la institucionalización de esta estrategia de formación en investigación ha tenido cabida sobre todo en el ámbito universitario. Dicho de otro modo:

A partir de la década de los noventa emerge en nuestro escenario académico la necesidad de fortalecer los procesos investigativos que se adelantan en el país, es así como la de semillero de investigación se institucionaliza en la vida académica y universitaria (Rodríguez, 2007, *apud* Franco & Franco, 2009).

Incluso, en la organización que propone el programa nacional de jóvenes investigadores de COLCIENCIAS se segregan los semilleros de investigación al nivel de pregrado universitario. En consecuencia, la formación en investigación de niños y jóvenes del nivel de educación básica y media es orientada por el programa ONDAS, que será tomado en este caso como antecedente a nivel nacional.

Para esto Manjarrés (2007), quien fuera la directora del programa ONDAS, realiza una revisión de los lineamientos de este programa, que nace en el 2001 en articulación con las políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) de la época, y que tiene como finalidad principal “fomentar la construcción de una cultura ciudadana

de la CT+I en la población infantil y juvenil colombiana, a través de la investigación como estrategia pedagógica IEP” (Manjarrés, 2007).

La investigación en este programa es entendida como un medio para descifrar la realidad; donde la pregunta es el eje central y los encargados de formularla con los niños y/o jóvenes participantes. Los proyectos formulados por los estudiantes se basan en la premisa de que: investigar se aprende investigando; y se hace mención a que este tipo de metodología favorece el aprendizaje por descubrimiento y el aprendizaje significativo. Adicionalmente, los nodos del programa no seguían una misma ruta metodológica, en cambio, se dejó abierta la posibilidad en cuanto a la formulación de las metodologías de trabajo, ya que cada nodo se sitúa en un contexto particular (Manjarrés, 2007).

II.2 La Tabla periódica desde la perspectiva histórica-epistemológica

Martínez & Quijano (2010) desarrollaron un trabajo tendiente a presentar una propuesta de enseñanza de tabla periódica, bajo el enfoque de investigación-acción dentro de la historia y epistemología que demanda este modelo, con estudiantes de grados noveno y undécimo de Educación Media en la ciudad de Bucaramanga.

Se eligieron 28 estudiantes de undécimo y 39 de noveno grado de forma aleatoria, aplicando una encuesta con el fin de determinar aprendizajes sobre la tabla periódica (aspectos físicos, químicos y propiedades periódicas) en el caso de estudiantes de undécimo, y de pre saberes a los estudiantes de noveno grado. Además, diseñaron una encuesta para tres profesores de ciencias, con la finalidad de indagar en sus estrategias de enseñanza al momento de tratar el tema de la Tabla Periódica.

El análisis e interpretación de la información se realizó en dos etapas: la primera de acuerdo a la información encontrada según diagnóstico; la segunda, corresponde a la información que surge al implementar la propuesta. Así encontraron que, los estudiantes no tienen mayor dificultad para diferenciar qué sucesos corresponden a una propiedad química y cuáles a una propiedad física; sin embargo, presentaron dificultades al relacionar electronegatividad y tamaño atómico, así como propiedades periódicas.

La propuesta de enseñanza muestra que, los estudiantes identifican un poco más las situaciones históricas y sus coyunturas, con las aportaciones hechas por personajes tales como Newlands, Döbereiner y Chancourtois, que con las de Mendeleiev en la tarea de organizar los elementos químicos.

De antemano, vale la pena aclarar que algunos autores prefieren la notación “reconceptualización”, a la de resignificación; sin embargo, ambas hacen hincapié a los procesos de transformación de las concepciones y constructos conceptuales. Desde la reconceptualización, hay aportaciones como la propuesta por Oliva (2010) de la enseñanza de la T. P., la cual presenta una aproximación de esta como un calendario, desde el análisis de las analogías, e inscrita desde la periodicidad química. Esta investigación fue desarrollada con 37 estudiantes de educación media, la cual da como resultado –respecto a los estudiantes– ciertas variantes en lo que es un calendario y una T. P.; donde la primera puede cambiar cada mes y cada año, en cambio la tabla periódica es en sí, estable en términos de su organización.

Por otro lado, Labarca & Zambon, (2013) apuestan por reconceptualizar el concepto de elemento –valga la redundancia– como base para una nueva representación de la tabla periódica. En dicho trabajo, se retoman diseños propios de T. P. de varios autores, y se propone uno propio desde el criterio de los isótopos más livianos. Esta idea de reconceptualizar no es nada novedosa, si bien se quiere discutir un poco acerca de lo estático del modelo de T. P. De hecho, Zambon (2013) propone una tabla periódica basada en triadas –claro está– desde Eric Scerri como pionero en la propuesta. En este trabajo, además se muestra como la identidad de partícula puede acompañar el criterio de número atómico, dentro de la conformación de las 84 triadas propuestas por el autor.

Las anteriores, son propuestas encaminadas a facilitar y discutir sobre el proceso de enseñanza de tabla periódica en Educación Secundaria, pero aún más lejos, en Educación Universitaria. En el mejor de los casos, el modelo de T. P. no ha de limitarse a ser tan solo un eje temático en el que se recuerdan algunas propiedades periódicas y cómo varía su representación gráfica en ella, sin indagar la esencia de esa organización; es como un efecto que carece del sentido y la urgencia pedagógica que motivó a su construcción.

Además –y a favor de asumir que T. P. es un modelo de carácter organizativo, predictivo y explicativo –, debe considerarse que no es el único modelo que busca facilitar el entendimiento de la organización material del universo; por lo cual, el hecho de pensar acerca de su popularidad y de las condiciones que le permitieron llegar a tal estatus, son alguno de los ejemplos que pueden dar lugar en la reflexión de espacios extracurriculares, como lo es la figura de semillero de investigación.

Particularmente, dentro de la Química como disciplina científica, la tabla periódica constituye un hito determinante que da cuenta de cierta forma sobre algunos rasgos propios de dicha disciplina científica. Es decir, entendiendo que la tabla periódica es un modelo organizativo, predictivo y explicativo dentro de la química, esta comparte algunas características sobre la actividad científica, y esto último motiva las preguntas que guían esta propuesta, dentro del marco de investigación en la escuela:

- ¿Qué aportes genera la investigación escolar bajo la figura semillero a la resignificación de la tabla periódica como modelo predictivo, explicativo y organizativo?
Y paralelamente,
- ¿Qué transformaciones se evidencian en los participantes del semillero de investigación escolar creado y desarrollado en este proyecto en términos de la versión de ciencia que tienen los mismos?

De acuerdo a la segunda pregunta acerca de las versiones de ciencia en los participantes del semillero de investigación es necesario aclarar que, la actividad científica entre otras cosas se ha caracterizado por la necesidad de organizar, en particular, desde la construcción del sistema periódico. Así, entender la tabla periódica como un modelo (Gallego, 2004), resultado de la organización de los elementos químicos, puede aproximar desde ciertos rasgos a una idea de lo que es la ciencia como actividad humana.

De acuerdo con las preguntas anteriormente descritas, la reflexión en un semillero de investigación, que ante todo acude a una esencia extracurricular (Molineros, 2009), ha de verse orientada por aquellas motivaciones que la permiten.

Es así como, este trabajo busca analizar a la luz de las actividades investigativas y reflexivas desarrolladas en el semillero, el proceso de resignificación de la tabla periódica, y de transformación de las versiones de ciencia, que realicen los estudiantes de los grados octavo, noveno y décimo (integrantes del semillero), así como los profesores en formación inicial a lo largo de su participación en este. Es posible de esta forma, promover en el semillero de investigación, la resignificación de la tabla periódica como modelo explicativo, predictivo y organizativo, desde el enfoque de investigación en la escuela, e incentivar una transformación de la versión de ciencia en dichas personas.

Ante el reto que supone trabajar la tabla periódica, a causa de las condiciones que la limitan y la hacen una práctica estandarizada, queda aún más clara la necesidad de una propuesta que abarque este modelo, desde una mirada extracurricular. Y al ser esencialmente una propuesta que busca contemplar una epistemología desde la escuela, este trabajo se puede catalogar como una investigación cualitativa; y la primera razón por la cual se afirma lo anterior es porque se enmarca en una “epistemología emancipadora”, que también concibe como construcción del conocimiento científico a las investigaciones que se realicen en un órgano social (Boaventura, 2009), particularmente para este caso, una población de educación secundaria.

Uno de los factores determinantes en una investigación cualitativa, es la connotación de su tipo de análisis, el cual en este trabajo, se enmarca en un tipo de análisis explicativo, ya que permite dar cuenta del estudio realizado en conjunto (Briones, 2002), como es el caso de un semillero de investigación.

Como se ha mencionado anteriormente, este trabajo está dedicado especialmente para ser desarrollado junto a estudiantes de los grados octavo, noveno y décimo de Educación Media Básica. Consideramos importante mencionar que la población mencionada, no es la única que será analizada dentro de esta propuesta; esto quiere decir que los autores de este trabajo serán –en el mejor de los casos– participes en la reflexión sobre los procesos de resignificación y transformación de la tabla periódica, y de la versión de ciencia respectivamente.

En este sentido, Vasilachis (2006) propone una epistemología del sujeto conocido, en la cual el valor del sujeto que se analiza es fundamental, ya que en su virtud existencial este no debe desaparecer ni reducirse como una variable,

cosa que suele ocurrir en metodologías positivistas. Además, al ser los participantes de este trabajo, sujetos –por naturaleza– sociales, es una prioridad que no sean tomados como un objeto; de esta forma, se reconoce que todos y cada uno son responsables en los procesos de resignificación y de transformación autónoma y colectiva; cosa que se desea conseguir en este proyecto.

II.3 Organización y alcances de esta investigación

Lo primero a tener en cuenta en este proyecto es que, el objetivo general le apunta a un análisis de dos procesos diferenciados entre sí, pero relacionados; como lo son la resignificación –Tabla Periódica y la transformación (Versiones de Ciencia) –. Para realizar este análisis, se propone una sistematización de la experiencia de reflexión y diálogo dentro del semillero de investigación, y un análisis de los proyectos de investigación, los cuales se caracterizan por los momentos de este trabajo:

Primer momento.– Formación del semillero escolar. Este busca construir la identidad del grupo desde los intereses particulares, canalizados en los propósitos que persigue este trabajo. Dentro de esta conformación se especifican las dinámicas de trabajo, y de forma espontánea, este objetivo es susceptible de flexibilidad cuando el número de integrantes no es una limitante para la ejecución de los momentos consecuentes a la formación del semillero.

Segundo momento.– Elaboración de un proyecto de investigación de todo el semillero. En este momento de la investigación el grupo conformado desarrollará un proyecto de corte investigativo relacionado con tabla periódica, y será guiado por los profesores en formación partícipes del semillero, en términos del enfoque a ejecutar, sin dejar de lado las preguntas y motivaciones que en la reflexión resulten para la elaboración de este primer proyecto. Esto busca que, los estudiantes se familiaricen con una forma de presentación formal de una propuesta de investigación y su metodología respectiva, de las preguntas que la guían, y ante todo, del deseo inherente por conocer.

Tercer momento.– Elaboración de proyectos por nodos de trabajo. En este tercer momento, los estudiantes como profesores en formación, partícipes del semillero, desarrollarán desde sus intereses: proyectos de investigación que se encuentren vinculados a las reflexiones sobre la tabla periódica, que excedan el límite que supone solo vincular conceptos químicos, y en el mejor de los casos resultan experiencias de vida, las cuales se identifican con el sentido humano que motiva a organizar los elementos químicos. Por ejemplo, para el desarrollo de estos proyectos, toma sentido el segundo momento, que más que ser una figura a seguir, se convierta en un factor a tener en cuenta, en la organización de los proyectos que resulten dentro del semillero.

Cuando se apuesta por la ejecución de un proyecto de investigación –en cierta forma diferente a los tradicionales– no cabe duda que le esperan varios obstáculos, que más que ser tropiezo, constituyen la esencia del reto que es trabajar la tabla periódica en química. Es entonces apenas lógico suponer que, la organización de este trabajo será lo suficientemente flexible para lograr una experiencia enriquecedora, desde la reflexión que se busca como primordial, y no una variable que entorpezca de alguna forma, el proceso que se ha de llevar a cabo. La química en su enseñanza reclama una nueva forma de ser enfocada, como lo diría Izquierdo (2004) desde la modelización y contextualización de esta disciplina; es así que este trabajo justificaría, un nuevo aporte para la didáctica de las ciencias y de la química en particular.

REFERENCIAS

Adúriz-Bravo, A. (2001). *Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias*. Tesis doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona. Campus Bellaterra. Barcelona, España.

Adúriz-Bravo, A. & Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(3), 130-140.

Aldana, L. (2010). Creando semilleros de investigación en la escuela. *Gondola, Universidad Distrital Francisco José de Caldas*, 5(1), 3-10.

Camacho, J. & Gallego, R. (2005). Ley periódica. Una reflexión didáctica desde la historia de las ciencias. *V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.

Camacho, J., Quintanilla, M. & Cuellar, L. (s.f). *Ley periódica ¿modelo de enseñanza o modelo químico? Reflexiones desde la historia de la ciencia*. Retrieved from: http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/linea_investigacion/HF_Ciencia_IHF/IHF_056.pdf.

Cárdenas, F. (2006). Dificultades de aprendizaje en química: Caracterización y búsqueda de alternativas para superarlas. *Ciência & Educação*, 12(13), 336-343.

De Morán, J., Bullaude, M. & Zamora, M. (1995). Motivación hacia la química. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), 66-71.

Furió, M. (2006). La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la Química. Una cuestión controvertida. *Educación Química*, 17(10), 222-227.

Gallego, R. (2004). Un concepto epistemológico de modelo para la didáctica de las ciencias experimentales. *Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias*, 3(3), 301-319.

Gallego, R., Pérez, R. & Torres, L. (2007). *Didáctica de las ciencias. Aportes para una discusión*. Bogotá: Arfo Editores.

Izquierdo, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, 92(4/6), 115-136.

Labarca, M. & Zambon, A. (2013). Una reconceptualización del concepto de elemento como base para una nueva representación del sistema periódico. *Educación Química*, 24(1), 63-70.

Linares, R. (2004). *Elemento, átomo y sustancia simple. Una reflexión a partir de la enseñanza de la Tabla Periódica en los cursos generales de Química*. Tesis Doctoral. Universitat Autònoma de Barcelona. Bellaterra, Barcelona, España.

Linares, R. & Izquierdo, M. (2007). La tabla periódica en el Journal of Chemical Education a través del siglo XX. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*, 21, 7-23.

Londoño, J. (2009). ¿De dónde surge la investigación? La “entusiasmina” y su contagiosidad. En: *Orígenes y dinámica de los semilleros de investigación en Colombia*. Popayán-COL: Universidad del Cauca.

Martínez, L. D. & Quijano, M. (2010). Propuesta didáctica para la enseñanza y el aprendizaje de la tabla periódica desde una perspectiva histórica y epistemológica. *Segundo Congreso Nacional de Investigación en Educación en*

Ciencias y Tecnología. Universidad del Valle, Instituto de Educación y Pedagogía. Cali, Colombia. Junio 21 a 23 de 2010.

Colombia, Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Serie lineamientos curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental*. Bogotá: Ministerio de Educación Nacional-Ministerio del Medio Ambiente.

Colombia, Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas*. Bogotá: Proyecto editorial y coordinación Escribe y Edita.

Mosquera, J, Mora, W. & García, A. (2003). *Conceptos fundamentales de la química y su relación con el desarrollo profesional del profesorado*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Öhrström, L. (2014). *El último alquimista en París y otras curiosas historias de la química*. Barcelona: Editorial Planeta.

Oliva, J. M. (2010). Comparando la tabla periódica con un calendario: posibles aportaciones de los estudiantes al diálogo de construcción de analogías en el aula. *Educación Química*, 6, 13-22.

Pinto, M. A. & Pereira, D. C. (2013). Constitutive pluralism of Chemistry: Thought planning, curriculum, epistemological and didactic orientations. *Science & Education*, 22(7), 1809-1837.

Pozo, J., Gómez, M., Limón, M. & Sanz, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: Las ideas de los adolescentes sobre la química*. Madrid: Ccnlri, Publicaciones del Ministerio de Educación.

Quintanilla, M. (2010). La historia de la química y su contribución a una “nueva cultura de la enseñanza de las ciencias.” En: *Historia y Filosofía de la Química. Aportes para la enseñanza*. pp. 39-64. México: Siglo XXI.

Scerri, E. (2013). *La tabla periódica: Una breve introducción*. Madrid: Alianza Editorial.

Scerri, E. & Worall, J. (2001). Prediction and the Periodic Table. *Studies in History and Philosophy of Science*, 32(3), 407-452.

Talanquer, V. (2010). Química agazapada. En: *Historia y Filosofía de la Química. Aportes para la enseñanza*. México: Siglo XXI. pp. 142-156.

Vasilachis, I. (2006). La investigación cualitativa. En: *Estrategias de Investigación Cualitativa*. Barcelona: Gedisa. pp. 23-60.

Zambon, A. (2013). Representación del sistema periódico: Una tabla basada en tríadas. *Revista Colombiana de Filosofía de Las Ciencias*, 13(26), 181-198.