



Saber docente e historia de la Química desde una implicación didáctica para la explicación de la ciencia*

Nayibe Mabel Paredes Arturo**✉

Cómo citar este artículo / To reference this article / Para citar este artigo: Paredes, N. (2015). Saber docente e historia de la Química desde una implicación didáctica para la explicación de la ciencia. *Revista UNIMAR*, 33(2), 57-67.

Fecha de recepción: 27 de agosto de 2015

Fecha de revisión: 10 de septiembre de 2015

Fecha de aprobación: 01 de diciembre de 2015

RESUMEN

La conjunción de procesos y subprocesos se constituye en uno de los retos de la enseñanza de la historia de la Química en el contexto áulico. En el presente estudio se propone la fundamentación teórica conceptual de la articulación de la historia de la Química al saber docente, como una metaciencia que se consolida a través de la didáctica, haciendo que los estudiantes se apropien de nuevas cualidades y significaciones, y reconociendo las herramientas científicas más pertinentes para entender y explicar el mundo de manera integral y no fragmentada. De esta manera se plantea la implementación de herramientas didácticas desde el tratamiento del fenómeno de la combustión, para contribuir a la formación de una construcción e integración de contenidos que permitan explicar y apropiarse de la ciencia desde una nueva perspectiva.

Palabras clave: historia de la Química, implicación didáctica, saber docente.

Knowledge teaching and history of the Chemistry from an educational application for the explanation of science

ABSTRACT

The combination of processes and threads constitutes one of the challenges of teaching history of chemistry in the courtly context. In the present study it is proposed the conceptual theoretical foundation of the joint of history of chemistry to the knowledge teaching, as a metascience which is consolidated through teaching, causing students to take ownership of new qualities and meanings, and recognizing the more relevant scientific tools to understand and explain the world holistically and not fragmented. Thus the implementation of educational tools arises from the treatment of the phenomenon of combustion, to contribute to the formation of a construction and integration of content allowing explaining and appropriating science from a new perspective.

Key words: history of chemistry, educational application, knowledge teaching.

Saber docente e historia da Química de um aplicativo educacional para a explicação da ciência

RESUMO

A combinação de processos e segmentos constitui um dos desafios do ensino de história da química no contexto da corte. No presente estudo propõe-se a fundamentação teórica conceitual da história da química em conjunto para o saber docente, como um metaciência que se consolida através do ensino, fazendo que os alunos a se apropriarem de novas qualidades e significados, e reconhecendo as ferramentas científicas mais relevantes para compreender e explicar o mundo de forma holística e não fragmentada. Assim, desenhou-se a aplicação de ferramentas educacionais desde o tratamento do fenômeno da combustão, para contribuir para a formação de uma construção e integração de conteúdos que permitam explicar e apropriar-se da ciência de uma nova perspectiva.

Palavras-chave: historia da Química, aplicativo educacional, saber docente.

* Artículo de Revisión.

**✉ Magíster en Educación; Doctoranda en Ciencias de la Educación, Universidad de Nariño. Directivo Docente: Institución Educativa Municipal Libertad, San Juan de Pasto, Nariño, Colombia. Correo electrónico: nayarturo72@yahoo.es

I. Introducción

Una de las tareas esenciales del profesor de Ciencias Naturales es la explicación científica en el aula. Sin embargo, la explicación en Química dentro del modelo tradicional de enseñanza, tiene dos dificultades fundamentales. Por un lado, los niveles de representación de la Química: nivel microscópico -átomos, moléculas, entre otros-, nivel simbólico -símbolos, fórmulas- y nivel macroscópicos -fenómenos-, los cuales se explican en la clase a partir del nivel microscópico y realizando saltos entre los niveles, sin permitir que el estudiante tenga una idea clara de lo que representa cada nivel y de las implicaciones que tienen estos niveles en la naturaleza de la ciencia (Furió-Mas y Domínguez-Sales, 2007). Por otro lado, la tendencia generaliza a enseñar una ciencia descontextualizada. Por lo descrito anteriormente, se puede afirmar que existe una relación entre el modelo de formación del docente y su ejercicio profesional en el aula.

Superar las grandes pero interrelacionadas contradicciones que se dan dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales, se constituye un reto, no solo a superarse en la práctica sino en la teoría y en la concepción del proceso. De tal modo, se referencian algunos de los elementos que ayudaran a dar veracidad a lo dicho con antelación:

- El aula de clase es el espacio en donde el docente refleja las creencias y concepciones sobre la enseñanza y la naturaleza de la ciencia.
- El saber del docente determina la forma como se desempeñan en la enseñanza, en la evaluación y en el aprendizaje.
- El saber docente está ligado a su formación inicial como profesor, entendida como el periodo de tiempo en donde el docente recibe los fundamentos disciplinares, pedagógicos y didácticos para ser docente. Sin embargo, en esta formación se privilegia el saber disciplinar específico del área de formación más que una fundamentación sólida en pedagogía y didáctica de las Ciencias Naturales, privilegiando la idea de que el conocimiento de una disciplina es garantía para su enseñabilidad.

Sin embargo, en las instituciones formadoras de maestros en Colombia existe una recursividad hacia dar privilegio al modelo de enseñanza tradicional; en síntesis de esta idea, se expresa que se los profesores en ejercicio tienen un alto nivel de especialización disciplinar, pero estos adolecen de una preparación pedagógica y didáctica que logre dar una enseñanza de visión integradora, al tiempo que logran establecer la relación no solo de un contenido con otro, sino el vínculo de una asignatura con otra, de una ciencia con otras, y/o de un área de estudio con otra.

Al contar con esta limitante que ha trascendido en el tiempo, la práctica profesional que los docentes ejercen en la actualidad, en el aula una vez finalizado su proceso de formación, se emanará dentro del enfoque tradicionalista, caracterizado por la transmisión de información, el aprendizaje memorístico de conceptos y la tematización de los contenidos. Por ende, lo anterior implica que los resultados evaluativos más que develar el poder de creatividad y crecimiento consustancial, conceptual, teórico y práctico de los estudiantes, solo logra que los indicadores de evaluación sean rígidos con una fuerte carga hacia lo memorístico del aprendizaje. En general, dentro de este contexto de enseñanza existe una fuerte tendencia hacia el conductismo.

Este modelo de profesor transmisor, muchas veces se asocia con el desinterés que demuestran los estudiantes hacia el estudio de las Ciencias Naturales. Muchas de las investigaciones se toman como referencia entre las que se enuncian: Quintanilla (2003, 2005), Gallego, Pérez, Uribe, Cuéllar y Amador (2004), Chrobak y Leiva (2006), Gilbert y Treagust (2009), Cardellini (2012) y Corchuelo y Barrios (2013); que corroboran que este modelo es uno de los indicadores de desmotivación hacia el estudio por parte de los estudiantes.

A partir de todo lo expuesto se perfila la argumentación de este estudio hacia dar solución a una triada teórico-conceptual-temporal que se establece entre:

- Saber docente.
- Historia de la Química.
- Implicación didáctica.

2. Hacia una conceptualización del concepto el saber docente

En los albores de la década del 2000, las nuevas búsquedas teóricas hacia una definición del saber docente comienza a dar sus frutos, al ser definidos por Tardif (2004, p. 144) como el saber que se desarrolla “en el espacio del otro y para el otro”, por lo que el saber es una actividad discursiva de carácter social que implica una construcción colectiva entre los miembros de la comunidad educativa.

En este sentido, el estudio de investigación conceptualiza el saber como aquellos:

(...) pensamientos, ideas, juicios, discursos, argumentos, que obedezcan a ciertas exigencias de racionalidad. Hablo o actúo racionalmente cuando soy capaz de justificar, por medio de razones, declaraciones, procedimientos, etc., mi discurso o mi acción ante otro actor que me cuestiona sobre la pertinencia, el valor de ellas, etc. Esa ‘capacidad’ o sea ‘competencia’ se verifica en la argumentación, es decir, en un discurso en el que propongo razones para justificar mis actos. Esas razones son discutibles, criticables, razonables. (Tardif, 2004, p. 146).

De lo anterior, se infiere que el saber es una reflexión teórica y una apropiación que se manifiesta a través de la práctica. Elemento que en este mismo sentido, se corrobora con la enunciación realizada y que comunica que la expresión de una razón práctica, pertenece mucho más al campo de la argumentación y del juicio que al campo de la cognición y de la información (Tardif, 2004).

De este modo, la investigación coincide con Tardif (2004) al establecer los componentes docentes en los siguientes saberes:

- Saberes de la formación profesional y disciplinaria.
- Saberes curriculares.
- Saberes experienciales.

A grosso modo, se puede argumentar qué es la observación de la práctica docente, tomando como referencia la explicación de la ciencia como la actividad discursiva, que evidencia las razones de los docentes para actuar en el aula a partir de su saber.

Como es notorio, la obtención de la formación profesional es uno de los pilares de cualquier sociedad, pero es necesario reflexionar sobre el valor real que debe tener a nivel social y macrosocial, la formación docente sobre la base de un saber docente sólido flexible, dotado no solo de conocimientos, sino de cultura, de ciencia y de herramientas didácticas que ayuden a enfrentar los años bisoños de los docentes y que sobre la relación práctica – experiencia, pueda abonar el maravilloso mundo del estudiante que llega lleno de interrogantes, el cual no se debe cercenar sino cultivar.

En la formación de licenciados en Ciencias Naturales, la formación profesional determinaría una concepción sobre la naturaleza, la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia. Por otra parte, en Colombia, para la enseñanza de las Ciencias Naturales se establecen lineamientos curriculares y estándares, que determinan orientaciones conceptuales, pedagógicas y didácticas para el diseño y desarrollo curricular; además, se establecen como puntos de referencia para la cualificación docente (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 2006, p. 140).

Análogamente y parafraseando a Guba (1981), la práctica docente implica reconocer la complejidad que surge de la coexistencia de múltiples realidades, que afectan al docente y las personas con quienes se realiza el proceso en el aula. Por tanto, asumir la práctica, como discurso que va más allá de las representaciones del saber del docente, implica reconocer la práctica docente como proceso de co-construcción, que involucra a profesores y estudiantes en la búsqueda de nuevos sentidos y significados que se confrontan, negocian, reconstruyen y comparten en la interacción en el aula (Valsiner, 1996).

Finalmente y de acuerdo con Peng (2013), el proyecto se orienta por la línea de investigación en la cual, a través de un tema específico, en este caso, la explicación del fenómeno de la combustión se evidencia el saber docente de los estudiantes del grupo focal.

Por tanto, la explicación del fenómeno de la combustión es la oportunidad de hacer explícito los esquemas de conocimiento disciplinar y conocimiento didáctico del docente, que hacen

posible pensar la enseñanza de la materia desde la perspectiva del estudiante en el contexto escolar y social, a través de una serie de interrelaciones entre la teoría y la práctica, que implica el cuestionamiento de las propias creencias, la construcción de nuevas formas de representación, la elaboración de nuevas explicaciones en un ejercicio de reflexión permanente y colectivo del quehacer docente.

Toda maniobra que un profesor realice en el ejercicio de su profesión en el contexto áulico, necesariamente conlleva a una implicación didáctica; solo es necesario saber discernir cuál o cuáles son las herramientas didácticas que le sirve al profesor para que los contenidos lleguen al estudiante con calidad, con rigor científico e investigativo y que al mismo tiempo, no produzca un estado de desmotivación o rechazo hacia la asignatura y mucho menos hacia el docente.

3. Acercando a las Ciencias Naturales al contexto escolar

En ocasiones la palabra ciencia puede ocasionar temor o respeto, pues erróneamente se relaciona con los laboratorios médicos, químicos o biológicos, pero no es así, la palabra ciencia viene del latín *scientia*, que significa:

1. f. Conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, sistemáticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales con capacidad predictiva y comprobables experimentalmente.
2. f. Saber o erudición. *Tener mucha, o poca, ciencia. Ser un pozo de ciencia. Hombre de ciencia y virtud.*
3. f. Habilidad, maestría, conjunto de conocimientos en cualquier cosa. *La ciencia del caco, del palaciego, del hombre vividor.*
4. f. pl. Conjunto de conocimientos relativos a las **ciencias** exactas, físicas, químicas y naturales. (Real Academia Española [RAE], 2015).

Entonces, pertinente enunciar que toda ciencia se rige por códigos y símbolos, y que tienen un papel determinante a la hora de apropiarse de los contenidos. Uno de los primeros semióticos en establecer el papel de los signos y sus relaciones

fue Charles Morris, con su conocida “Teoría de los Signos”, que establece:

- La relación sintáctica: entre un signo y otro signo.
- La relación semántica: entre un signo y su significado.
- La relación pragmática: entre un signo y su usuario.

Si desde el contexto áulico no se establecen de forma clara y precisa los códigos y signos que tipifican a la ciencia que se aborda, no se podrá establecer el proceso de comunicación e intercambio de saberes entre docente y estudiante, lo cual generará la incompreensión de la materia que se requiere impartir.

El corazón de cada episodio de enseñanza es la explicación de una idea o fenómeno (...). Independientemente de cuál tipo de enseñanza uno está describiendo, las explicaciones dadas o la construcción de una explicación son fundamentales para el proceso de aprendizaje. (Leinhardt, 1988, citado por Eder, 2005, p. 2).

La explicación es una de las operaciones cognitivas más importantes de los seres humanos (Thagard y Litt, 2006), se constituye en uno de los objetivos fundamentales para las ciencias experimentales (Hempel, 1979; Eder y Aduríz-Bravo, 2008; Sanmartí, 2007); en la enseñanza de la Química, la explicación es el eje del discurso escolar y de la práctica diaria del docente.

De acuerdo con Eder y Aduríz-Bravo (2008), en la explicación de la ciencia, se pueden considerar dos perspectivas metateóricas para entender la explicación: a) la epistemológica, que permite comprender la naturaleza de una buena explicación, y b) la didáctica, a través de la cual es posible “hacer consideraciones acerca de la enseñanza del procedimiento cognitivo lingüístico de explicar” (p. 102). De acuerdo con esto, existe consenso entre los epistemólogos sobre la clasificación taxonómica que determina modelos y tipos de explicación.

Desde la perspectiva semántica, la explicación se centra en la comprensión de los significados del

conocimiento científico; la incorporación de nuevos significados en la explicación de la ciencia permite establecer interconexiones que dan sentido a los conceptos científicos, dirigiendo la atención hacia las ideas de los estudiantes (Gómez, Sanz, Pozo y Limón, 1991).

Las ideas o las nociones que tienen los estudiantes acerca de distintos fenómenos, aun sin obtener ninguna enseñanza sistemática, se denominan ideas previas; estas ideas se generan dentro de un proceso relacional donde se integran diferentes factores como: el contexto donde se desenvuelven, las características de pensamiento, y las experiencias realizadas en la vida cotidiana basadas en la interacción con su medio, tanto natural como social. A través de este proceso, los estudiantes forman ideas previas en coherencia con sus características cognitivas, lo que hace que muchas de estas persistan incluso después de participar en procesos de aprendizaje (Driver, 1988).

La lingüística y metalingüística enriquecen el proceso de cognición y metacognición, los cuales son desaprovechados en muchas ocasiones, ya sea por desconocimiento o porque no se valora estas habilidades, que son pilares para alcanzar una comunicación de excelencia, manifiesta en el par dialéctico de relación de emisor-receptor.

Análogamente y parafraseando a Van Dijk (2008), la explicación es una forma específica de uso del lenguaje; es un proceso dinámico de comunicación que se da en la interacción en el aula de clase.

En el mismo sentido, Daza, Ríos, Arrieta y Quintanilla (2014), afirman que el lenguaje en la enseñanza de las Ciencias Naturales es un recurso que permite construir significados y relaciones entre los conceptos e ideas científicas; la explicación como acto lingüístico posibilita la construcción de esquemas conceptuales cada vez más complejos para comprender los fenómenos naturales, incentivando el lenguaje y el uso del vocabulario científico a través del desarrollo de habilidades cognitivas lingüísticas.

Para Jorba y Alemany (2004, p. 43) la explicación permite “producir razones o argumentos de manera ordenada. Establecer relaciones entre las razones y argumentos que llevan a modificar un estado de conocimiento”.

Según Lemke (1998, citado por Sanmartí, 2007) el lenguaje permite construir significados y dar sentido a los hechos; el lenguaje posibilita contrastar, discutir y difundir los conceptos de la ciencia a través de la palabra. Las palabras transmiten las ideas de la ciencia. Por tanto, la ciencia y el lenguaje se interrelacionan para perfeccionarse (Lavoisier, 1789). Así el pensamiento científico, existe gracias a la palabra y al lenguaje (Quintanilla, 2006).

En sí, es saber la función que tiene el mensaje en cuanto a: ¿qué se quiere comunicar?, ¿cómo se va a comunicar?, ¿cómo se va a receptor el mensaje?, ¿cómo se interpreta?, ¿cómo respondo el mensaje?

A partir de lo antes expuesto se hace necesario una verbalización clara, precisa y haciendo buen uso del idioma para lograr una explicación de excelencia a la hora de esbozar los criterios de la ciencia, en específico de las Ciencias Naturales.

En síntesis, la explicación de la ciencia, según Quintanilla (2006) es:

Potenciada a través de un ‘discurso docente’ teóricamente fundamentado desde las metaciencias, es aquella que responde a una pregunta intencionada en un contexto científico educativo y cultural determinado, que está escrita correctamente a la luz de unos criterios educativos establecidos al interior de la actividad escolar, que utiliza un modelo teórico de ciencia y de enseñanza de la ciencia lo más robusto posible y que proporciona autonomía al alumno para aprender a ‘leer el mundo’. (p. 5).

A través de las redes del conocimiento humano, la explicación siempre ha jugado un papel activo y fundamental, pues influye de forma significativa en la representación e interpretación social que los individuos hacen del mundo que le circunda.

Si se asume la explicación como discurso en el aula, se puede afirmar que su interpretación se da en relación a la representación subjetiva de los hechos, definida por modelos que explican cómo se comprende y se usa el discurso (Van Dijk, 1999).

La internalización de los contenidos por parte del alumno en la escuela logra su plenitud en su constante interactuar con el profesor. En este proceso no solo la estructura mental se desarrolla en el alumno, sino que por consiguiente se desarrollan los elementos

psicológicos de su estructura cognoscitiva. En este sentido el profesor no es un agente pasivo sino que contribuye a que el alumno logre internamente elaborar, organizar y reorganizar los contenidos recibidos en la actividad pedagógica y exteriorizarlos en el desarrollo de su actividad. (García, Hernández y Altamirano, 2011).

Un modelo “es una representación de una idea, objeto, acontecimiento, proceso o sistema, creado con un objetivo específico” (Gilbert, Boulter y Elmer, 2000, citados en Justi, 2006, p. 175); en este sentido, los modelos son percibidos como “copias de la realidad” que se generan a partir de construcciones internas de los sujetos, representados mediante acciones como hablar, escribir u otra forma simbólica. Justi (2006) considera que en sí, los modelos son representaciones mentales utilizados para razonar en diferentes campos del conocimiento, que permiten simplificar fenómenos complejos, ayudan en la visualización de entidades abstractas, sirven de apoyo en la interpretación de resultados experimentales y, contribuyen tanto en la elaboración de explicaciones como en la propuesta de previsiones.

Chamizoy García (2010, p.13) señalan que “los modelos (m) son representaciones, basadas generalmente en analogías, que se construyen contextualizando cierta porción del mundo (M) con un objetivo específico”. De acuerdo con la analogía, los modelos pueden ser mentales, materiales o matemáticos. Los modelos mentales son representaciones plasmadas en la memoria episódica, contruidos por los sujetos para describir o explicar una situación; son inestables, ya que son generados en el momento y descartados cuando ya no son necesarios, cognitivamente hablando, serían modelos de trabajo desechables.

Existen también los modelos materiales, aquellos a los que se tiene acceso empírico y han sido contruidos para procesos comunicativos. Los modelos materiales son los modelos mentales expresados a través de un lenguaje específico, como por ejemplo, el de la Química.

Igualmente, se hace referencia a los modelos matemáticos, relacionados a aquellas ecuaciones contruidas para describir o representar la porción del mundo que se está modelando. Los modelos matemáticos constituyen las leyes que son la manera más común, pero no la única de explicar en la tradición científica.

En Química explicar los fenómenos químicos en el aula de clase involucra realizar representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas sobre la materia. La importancia del estudio de estos niveles en la enseñanza de la Química, fue propuesto por Johnstone en 1982, quien consideró que los expertos en Química tienen un nivel descriptivo funcional, a través del cual se observan y describen los fenómenos -macroscópico-, un nivel representacional -simbólico-, a partir del cual se comunican conceptos e ideas y un nivel explicativo, que permite la explicación de los fenómenos -submicroscópico- (Talanquer, 2011).

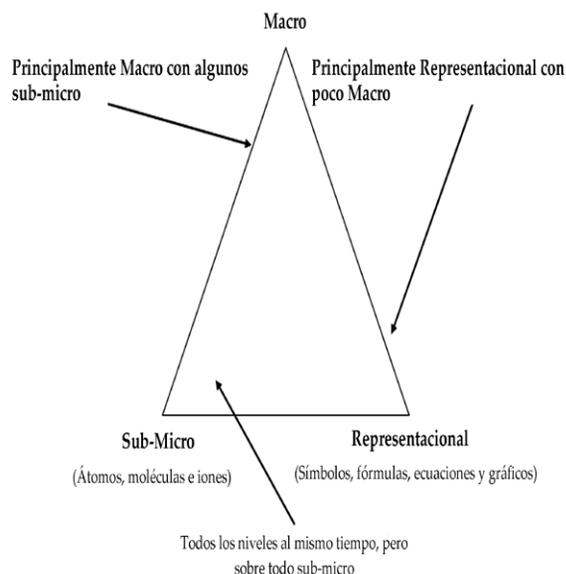


Figura 1. Niveles de representación en Química propuestos por Johnstone (2006) (traducción de la autora).

Según Johnstone (2006), una explicación ubicada en la esquina del triángulo, implicaría la explicación enfocada solo en el nivel que denota la esquina. Sin embargo, en la explicación de la ciencia en el aula, es frecuente que los docentes como expertos en el área realicen saltos de un lado a otro del triángulo, generando una tensión en los estudiantes, quienes no pueden realizar estos saltos entre los niveles de representación y, en consecuencia, el estudio de la Química se vuelva tedioso y las explicaciones incomprensibles.

Por tanto, se busca repensar la explicación del fenómeno de la combustión iniciado en la esquina macroscópica del triángulo, seguido por el uso de los lados y, finalmente, dirigir las explicaciones al

centro del triángulo (Johnstone, 2006). Utilizando los tres tipos de caminos que propone Talanquer (2011) para abordar los niveles de representación: a) experiencias, b) modelos, y c) visualizaciones.

Las experiencias involucran el conocimiento descriptivo del fenómeno a través del uso de instrumentos u observaciones directas; los modelos, se refieren a las entidades teóricas a partir de las cuales se puede explicar y predecir el comportamiento de un determinado fenómeno; y la visualización, que utiliza símbolos y fórmulas químicas para representar el modelo teórico. Estos tres caminos se utilizan para la explicación del fenómeno de la combustión en el aula.

El concepto de combustión ha sido objeto de varias investigaciones, las cuales se orientan en tres posibilidades: a) conocer el sentido que los estudiantes dan a la combustión, b) la relación entre la combustión y la reacción química y c) la importancia de la combustión en el desarrollo de la Química (Cabrera, 2012).

Por otra parte, diversas investigaciones dan a conocer las concepciones de los estudiantes sobre las reacciones de combustión. Al respecto Meheut, Saltiel y Tiberghien (1985), Boujaoude (1991), Abraham, Williamson y Westbrook (1994) y Watson, Prieto y Dillon (1997), encontraron que los estudiantes confunden la combustión con un cambio de estado de agregación de la sustancia que arde. De forma similar, Driver (1988), los mismo Meheut et al. (1985), Andersson (1986), y Donnelly y Welford (1988), coincidieron en que los átomos de oxígeno no se combinan con las moléculas del combustible, las sustancias permanecen a lo largo de la reacción aunque pueden cambiar sus propiedades, el aire y el oxígeno son necesarios para la reacción pero no participan activamente de ella. Boujaoude (1991), encontró que los estudiantes piensan que el gas o el oxígeno se destruyen cuando ocurre una combustión.

De esta manera, autores como Gómez et al. (1991) señalan que las dificultades de los estudiantes para comprender la Química, residen en la forma en que organizan sus ideas a partir de sus propias teorías, así como también, pueden encontrar la Química como una disciplina complicada, debido a que centra su estudio en partículas no observables y conceptos complejos.

En el proyecto de investigación, se estudia y se analiza la relación entre el fenómeno de la

combustión y la reacción química que genera, a partir de los modelos teóricos explicativos propuestos por Joseph Priestley (1733-1804), Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794) y Michael Faraday (1791- 1867), científicos del siglo XVIII y siglo IX, con el propósito de articular estos modelos teóricos de explicación científica a la explicación de la ciencia en el aula dada por los docentes en formación, y de esta manera, consolidar una secuencia didáctica que permita estudiar el fenómeno de la combustión.

En consecuencia, el objetivo principal del trabajo es analizar las fuentes primarias y los relatos científicos de estos autores, enfáticamente aquellos que expliquen el fenómeno de la combustión en el contexto de descubrimiento, que hace referencia a los procedimientos utilizados para obtener y explicar este conocimiento, y que da cuenta de sí mismo y de la imagen de la ciencia (Kragh, 2007), es decir, de su saber.

Características de la explicación científica

Para Welsh (2002) la explicación científica, tiene una estructura denominada *FaCTs*; en donde F: representa forma, C: composición y T: Teoría. En este sentido, se puede afirmar que la explicación se sitúa dentro de un contexto temático definido (Izquierdo y Sanmartí, 2000) y utiliza un modelo teórico para que sea comprendida y modelizada por el alumno (Izquierdo, 1995).

De acuerdo con Izquierdo y Sanmartí (2000), la explicación científica debe entre otras:

- Estructurar el texto de manera expositiva, con un inicio, un desarrollo y una conclusión.
- Seleccionar hechos relevantes e interesantes; el alumnado puede ser muy creativo al ofrecer una explicación y elaborar textos más parecidos a los literarios.
- Ofrecer una nueva perspectiva que permite hacer inferencias, siempre a nivel factual de “cosas que pueden pasar o no pueden pasar”. (Izquierdo y Sanmartí, 2000, p. 11).

Por tanto, la explicación científica permite realizar una clara distinción entre el saber que ocurre un fenómeno y entender por qué lo hace; brinda la posibilidad de explicar otros hechos científicos implícitos en el fenómeno y permite la relación con otros fenómenos similares (Lipton, 2001).

4. La historia de la ciencia en la formación docente

La enseñanza de la historia de la ciencia en la formación inicial de maestros se caracteriza por la narración de hechos anecdóticos y bibliográficos, que relacionan un hecho científico con el personaje y la fecha de descubrimiento, olvidando el contexto histórico, el cual permite comprender la naturaleza de la ciencia y su evolución. Por ejemplo, en los programas de formación de docentes se privilegia el conocimiento de los fenómenos de la ciencia, desde el campo disciplinar, pero no se analiza el contexto histórico que llevó al científico a la explicación de dicho fenómeno. En este sentido, la fundamentación

en historia de la ciencia en la formación inicial de docentes tiene un carácter descriptivo del pasado, que no resulta accesible ni pertinente para la comprensión menos dogmática de la ciencia.

Investigaciones como las de Matthews (1994), García (2009), Camacho (2010) y Cuellar (2010), reconocen el valor de incorporar la historia de la ciencia en la formación del docente. Principalmente, por el valor pedagógico y didáctico que la historia de la ciencia tiene en la enseñanza del conocimiento científico.

Para Camacho (2010), la historia de la ciencia en la educación científica se puede abordar desde la comprensión conceptual, procedimental y contextual.

Tabla 1. *Perspectiva para abordar la historia de la ciencia en la educación científica (Camacho, 2010, p. 28)*

Perspectivas para abordar la historia de la ciencia en la educación científica		
Comprensión conceptual	Comprensión procedimental	Comprensión contextual
<ul style="list-style-type: none"> • Conocer sobre cómo se construye el conocimiento científico. • Énfasis en la naturaleza tentativa del conocimiento científico. • Problematización y relación de los contenidos con la naturaleza de la ciencia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos y diseño de experimentos. • Dinámicas de las comunidades científicas. • procesos de conclusiones e inferencias. 	<ul style="list-style-type: none"> • Intereses y actitudes positivas hacia la ciencia. • La actividad química en relación con los aspectos individuales y colectivos.

Bajo esta perspectiva, la historia de la ciencia permite reconocer el contexto de descubrimiento de los hechos científicos, haciendo énfasis en el carácter evolutivo de la ciencia, en la dinámica de las comunidades científicas y en la resolución de problemas relacionados con el contexto.

De acuerdo con García (2009), la incorporación de la historia de la ciencia a la formación docente, permite planear un proceso de enseñanza-aprendizaje más crítico y reflexivo de la ciencia, tener una visión más próxima de cómo se genera el conocimiento científico y la actividad científica, y comprender la estructura de la disciplina. Sin embargo, es importante reflexionar sobre ¿qué tipo de historia de la ciencia debe estar presente en la formación de los docentes? Al respecto Quintanilla (2005, citado por García, 2009), manifiesta que los docentes deben estudiar las fuentes de los científicos a partir de los

cuales sea posible diseñar herramientas didácticas para la enseñanza de la ciencia escolar.

En este sentido Quintanilla (2005), diseña una propuesta de formación inicial denominada Ciclo Teórico Empírico (CTE), el cual se describen a continuación:

1. Identificar los dos ejes de la formación científica: saber ciencia y saber lo que es la ciencia.
2. Identificar y caracterizar los componentes del conocimiento profesional del profesorado en ciencias.
3. Caracterizar el conocimiento de la ciencia que ha de tener el profesor desde la perspectiva de tener que enseñarla.
4. Identificar la historia de la ciencia que es valiosa para la formación del profesorado de ciencias.

5. Procurar que se expliquen los modelos de ciencias del profesorado de ciencias.
6. Definir y organizar la secuencia de los contenidos.
7. Identificar contribuciones históricas que son relevantes para la formación del profesorado.
8. Identificar ejemplos paradigmáticos de la historia de la ciencia, su transposición y su evaluación.
9. Pensar de manera metacognitiva sobre la organización de la historia de la ciencia al enseñar ciencias.
10. Reorganizar el currículo de ciencias a partir de las contribuciones de la historia de la ciencia. (García, 2009, p. 87).

A partir de este modelo, es importante reconocer que la incorporación de la historia de la ciencia en la formación docente permite enriquecer el saber docente, por ende la enseñanza. En este sentido, el reto es estudiar el trabajo de los científicos y sus descubrimientos a partir de los cuales se pueda enseñar la ciencia en el aula, construyendo una historia de la ciencia más asequible a los docentes.

En consecuencia, hay necesidad de repensar la enseñanza de las ciencias, formular cambios en el diseño y desarrollo curricular de la Química, generar nuevas propuestas para la explicación de la ciencia en el aula, direccionar el proceso de evaluación y, por ende, suscitar cambios en la formación del profesor de ciencias (Angulo, 2002; García, 2009; Cuellar, 2010; Jara, 2012).

5. Conclusiones

En la formación de educadores se desarrollan diferentes acciones formativas, que buscan contribuir a la cualificación del docente y al mejoramiento de su desempeño en el aula de clase, es importante reconocer que el docente como sujeto aporta a la educación desde su ser y saber, en un proceso de construcción permanente, que requiere la integración del conocimiento del contexto como parte esencial del saber docente construido a partir de la reflexión de su práctica.

En este sentido, la historia de la ciencia genera aportes en la comprensión de la ciencia en el contexto escolar, que van desde los profesores mismos hasta

el estudiante. Los aportes se relacionan con los hechos históricos que han permitido el avance de la ciencia y, la forma cómo se emplean en el salón de clase, siempre que el profesor utilice conscientemente la historia de la ciencia, ligada a los objetivos que el profesor desarrolla en clase. En este contexto, la formación del profesorado de ciencias se enriquece al generar procesos de comprensión de los fenómenos en la medida en que potencia la explicación como habilidad cognitivo-lingüística básica para la comprensión de las ciencias en la escuela. Desde esta perspectiva, la historia de la ciencia es fundamental para la formación de profesores.

En consecuencia, la formación de los docentes en ejercicio se enriquece a partir del análisis de los documentos históricos referentes al fenómeno de la combustión, al derivar las ideas científicas como ideas estructurantes para orientar la explicación del fenómeno de la combustión a través del diseño y desarrollo estrategias didácticas aplicadas en el contexto escolar. Haciendo énfasis en la calidad del pensamiento de los modelos teóricos y la calidad del discurso del docente en ejercicio. Así, el uso de la historia de la ciencia en el aula escolar contempla la formación permanente del docente, desde el pensamiento, el lenguaje y la experiencia.

6. Conflicto de intereses

Los autores de este artículo declaran no tener ningún tipo de conflicto de intereses del trabajo presentado.

Referencias

- Abraham, M., Williamson, V. & Westbrook, S. (1994). A cross-age study of the understanding of five chemistry concepts. *Journal of research in science teaching*, 31(2), 147-165.
- Andersson, B. (1986). Pupils' explanations of some aspects of chemical reactions. *Science Education*, 70(5), 549-563.
- Angulo, F. (2002). *Aprender a enseñar ciencias: Analisis de una propuesta para la formacion inicial del profesorado de secundaria, basada en la metacognición*. (Tesis de doctorado inédita). Universidad Autónoma de Barcelona, España.
- Boujaoude, S. (1991). A study of the nature of students' understandings about the concept of burning. *Journal of research in science teaching*, 28(8), 689-704.

- Cabrera, H. (2012). Análisis descriptivo sobre el concepto combustión en libros de texto universitarios. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(3), 311-328.
- Camacho, J (2010). *Concepciones del Profesorado y Promoción de la Explicación Científica en la Actividad Química Escolar* (Tesis de Doctorado). Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.
- Cardellini, L. (2012). Chemistry : Why the Subject is Difficult ?. *Educación Química*, 23(2), 305-310.
- Corchuelo Mora, M., & Barrios Estrada, A. (2013). Tensión disciplinar pedagogía-ciencias naturales en la formación de licenciados desde la investigación acción participativa en educación. *Revista Virtual EDUCyT*, 3, 59-77.
- Cuellar, L. (2010). *La historia de la química en la reflexión sobre la práctica docente. Un estudio de caso desde la enseñanza de la ley periódica* (Tesis de Doctorado). Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.
- Chamizo, J y García, A. (2010). *Modelos y modelaje en la enseñanza de las ciencias naturales*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Chrobak, R. y Leiva, M. (2006). *Mapas conceptuales y modelos didácticos de profesores de química*. Recuperado de <http://cmc.ihmc.us/cmc2006Papers/cmc2006-p215.pdf>
- Donnelly, J. & Welford, A. (1988). Children's Performance in Chemistry. *Education in Chemistry*, 25(1), 7-10.
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 109-120.
- Eder, M. (2005). La explicación en la enseñanza y en las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra. VII Congreso, 1-5.
- Eder, M. y Aduriz-Bravo, A. (2008). La explicación en las ciencias naturales y en su enseñanza aproximaciones epistemológicas y didácticas. *Latinoam.estud.educ*, 4(2), 101-133.
- Furió-Mas, C. y Domínguez-Sals, C. (2007). Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(2), 241-258.
- Gallego, R., Pérez, R., Uribe, M., Cuéllar, L. y Amador, R. (2004). El concepto de Valencia: su construcción histórica y epistemológica y la importancia de su inclusión en la enseñanza. *Ciência & Educação*, 10(3), 571-583.
- García, Á. (2009). *Aportes de la historia de la ciencia al desarrollo profesional de los profesores de química* (Tesis de Doctorado). Universidad Autónoma de Barcelona, España.
- García, Y., Hernández, J. y Altamirano, M. (2011). Concepción didáctica para desarrollar lo ético-ambiental en el proceso de formación del profesional. *Revista Humanidades Médicas*, 11(2), 360-372.
- Gilbert, J. & Treagust, D. (Eds.). (2009). *Models and Modeling in Science Education Multiple Representations in Chemical* (4th Ed). Springer.
- Gómez, M., Sanz, A., Pozo, J. y Limón, M. (1991). Conocimientos previos y aprendizaje escolar. *Cuadernos de Pedagogía*, (188), 12-14.
- Guba, E. (1981). Criterios de credibilidad en la investigación naturalista. *Criteria for Assessing the truthworthiness of naturalistic inquiries*, 29(2), 148-16.
- Hempel, C. (1979). *La explicación de la científica: estudios sobre la filosofía de la ciencia*. Buenos Aires: Paidós.
- Izquierdo, M. (1995). La V de Gowin como instrumento para la negociación de los lenguajes. *Aula*, 43.
- Izquierdo, M. y Sanmartí, N. (2000). Enseñar a leer y escribir textos de Ciencias de la Naturaleza.
- Jara, R. (2012). *Modelos didácticos de profesores en formación inicial. Un modelo de intervención didáctica para la enseñanza del enlace químico y la promoción de competencias de pensamiento científico a través de narrativas* (Tesis Doctoral). Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.
- Johnstone, A. (2006). Chemical education research in Glasgow in perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 49-63.
- Jorba, J. & Alemany, I. (eds.). (2000). *Hablar y escribir para aprender: uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*. Editorial Síntesis.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias*, 24(2), 173-184.
- Kragh, H. (2007). *Introducción a la historia de la ciencia, Drakontos: Crítica*. España: Editorial Crítica.
- Lavoisier, A. (1789). *Tratado elemental de química*. Editorial Maxtor.
- Lipton, P. (2001). *What good is an explanation?*. Springer Netherlands.

- Matthews, M. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Historia y epistemología de las ciencias*, 12(2), 255-277.
- Meheut, M., Saltiel, E. & Tiberghien, A. (1985). Pupils' (II-12 year olds) conceptions of combustion. *European Journal of Science Education*, 7(1), 83-93.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2006). Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas. Bogotá: MEN. Serie documentos.
- Peng, W. (2013) Examining Pedagogical Content Knowledge (PCK) for Business English Teaching: Concept and Model. *Polyglossia*, 25, 83-94.
- Quintanilla, M. (2003). Hablar y construir la "didáctica" hoy del modelo ingenuo transmisor, al modelo crítico, productor de conocimiento. *Revista de Estudio y Experiencia en Educación*, (4), 69-82.
- _____. (2005) Historia de la ciencia y formación del profesorado: una necesidad irreductible. Segundo congreso sobre formación de profesores de ciencias. *Revista de la facultad de ciencias y tecnología*. Numero extra.
- _____. (2006). La ciencia en la escuela: un saber fascinante para aprender a 'leer el mundo'. *Rev. Pensamiento Educativo*, 39(2), 177-204.
- Real Academia Española (RAE). (2015). *Diccionario de la lengua española* (23ª ed.). España. Recuperado de <http://www.rae.es/>
- Daza, S., Ríos, O., Arrieta, J. y Quintanilla, M. (2014). La promoción de competencias científicas en las primeras edades. *Revista Ingenio*, 5(1), 54-63.
- Sanmartí, N. (2007). Hablar, leer y escribir para aprender ciencia. La competencia en comunicación lingüística en las áreas del currículo. *Colección Aulas de Verano*. Madrid: MEC.
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry "triplet". *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195.
- Tardif, M. (2004). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Madrid: Narcea.
- Thagard, P. & Litt, A. (2006). Models of scientific explanation. In: R. Sun (Ed.), *The Cambridge handbook of computational cognitive modeling* (pp.1-35). Cambridge: Cambridge University Press.
- Valsiner, J. (1996). Indeterminación restringida en los procesos de discurso. En: C. Coll y D. Edwards, *Enseñanza, aprendizaje y discurso en el aula. Aproximaciones al estudio del discurso educacional*, (pp. 23-34). Madrid: Fundación Infancia y Aprendizaje.
- Van Dijk, T. (1999). *Ideología - Una Aproximación Multidisciplinaria*. Barcelona: Ediciones Gedisa.
- _____. (2008). Semántica del discurso e ideología. *Discurso & Sociedad*, 2(1), 201-261.
- Watson, J., Prieto, T. & Dillon, J. S. (1997). Consistency of students' explanations about combustion. *Science Education*, 81(4), 425-444.
- Welsh, S. M. (2002). Advice to a new science teacher: the importance of establishing a theme in teaching scientific explanations. *Journal of Science Education and Technology*, 11(1), 93-95.