

INTRODUCCIÓN DE LA HISTORIA DE LA QUÍMICA EN LA FORMACIÓN DOCENTE. APORTES PARA UN DEBATE DE TEORÍA Y CAMPO¹

**LUIGI CUÉLLAR; MARIO QUINTANILLA; JOHANNA
CAMACHO**

GRUPO DE REFLEXIÓN EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
E INVESTIGACIÓN APLICADA (GRECIA), DEPARTAMENTO
DE DIDÁCTICA, FACULTAD DE EDUCACIÓN, PONTIFICIA
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE.

Palabras clave: *historia de la ciencia, formación de profesores, didactología, estudio de casos*

Introduction to the history of chemistry in science teaching training. Considerations for a debate

Summary: *The present communication tries to establish some theoretical and methodological reflections for being considered at the time of raising the importance of the education in chemistry from an historical perspective. The aim of professors and students is to obtain scientific knowledge from a naturalized image of the scientific activity and thus contributing to the improvement of the quality of the education in chemistry.*

Key words: *history of science, teacher training, didactology, cases study research*

1. La versión final de este artículo se desarrolla dentro del marco del proyecto FONDECYT 1070795 financiado por CONICYT Chile por el período 2007-2009.

Introducción

Como ha sido señalado en comunicaciones anteriores (Quintanilla, 2006; Cuéllar *et al.*, 2005), la enseñanza de las ciencias en nuestros países, a nivel de secundaria, pasa por un momento en el que sigue predominando el dogmatismo e incluso el radicalismo con el cual el profesor de ciencias «transmite» el conocimiento de su disciplina de especialización, utilizando de manera acrítica aquellos recursos «educativos» tradicionalmente elaborados por terceros. La anterior situación permite cuestionar, entre otros aspectos, el cumplimiento de las ya manifiestas necesidades acerca de la formación de ciudadanos críticos ante los avances científicos y tecnológicos, además de participativos en la toma de decisiones frente a estos progresos.

Es cierto que la problemática de la calidad en la enseñanza de las ciencias involucra una gran cantidad de factores políticos, administrativos y de gestión, dentro y fuera de la escuela, pero también esta problemática es incuestionablemente algo ante lo cual los profesores de ciencia no podemos estar ajenos, como tampoco aquellas facultades de educación en las que se forman profesores de ciencias. La llamada *sociedad del conocimiento*, como se llama en la actualidad al momento en que vivimos, requiere de un cambio en la forma que se comunica el conocimiento científico en las aulas.

Son múltiples los aportes que, para tratar de solucionar esta problemática, se han ido presentando como producto de la cada vez más consolidada investigación en didáctica de las ciencias y, entre ellos, se reconoce la importancia que la historia de la ciencia (HC) puede tener en la búsqueda del mejoramiento de la calidad de la enseñanza de las ciencias. Como será desarrollado más adelante, la adquisición de un lenguaje propio de la actividad científica, desde una perspectiva naturalizada (Giere, 1992; Quintanilla, 2005), que promueva actitudes científicas en los estudiantes, puede lograrse desde la enseñanza de la química a partir de su perspectiva histórica, en la que se aborde la ontogénesis y filogénesis de cada uno de los cuerpos conceptuales de esta ciencia.

Teniendo en cuenta estos factores, entre otros propios de la enseñanza de la química en varios países, se ha propuesto como proyecto de investigación doctoral (Cuéllar, 2006), a partir de un estudio colectivo de casos, la identificación y caracterización de aquellos componentes que se consideran irreductibles para la inclusión de la historia de la química en la enseñanza; lo mismo que sustentar teórica y metodológicamente la necesidad de la inclusión de la historia de la ciencia en la formación de profesores y además proponer acciones formativas, igualmente sustentadas, para fortalecer la formación histórico-epistemológica de los profesores de ciencias.

Ciencia e historia de la ciencia en la enseñanza de las ciencias

Existen múltiples razones, sustentadas a partir de la investigación en este campo, para pensar que en la formación del profesorado de ciencias persiste la práctica docente basada en conceptos de ciencia obsoletos, que la consideran como un conjunto de verdades que han

sido descubiertas gracias a la aplicación de un único método de investigación: *el método científico* (Lires, 2006). Sin el ánimo de pretender la unificación del concepto «ciencia», algo ya planteado por Barona (1994), conviene establecer la necesidad de que el docente se haga consciente de la concepción de ciencia sobre la cual orienta la enseñanza de su disciplina. Cabe aquí manifestar la importancia que para las investigaciones adelantadas por nuestro grupo de investigación han representado los aportes de Toulmin (1977) y Giere (1992), al hacer referencia a la actividad científica como una construcción humana con carácter temporal, pues ésta depende del momento histórico, político y social en el que se construye ese conocimiento, que intenta explicar la realidad a partir de las elaboraciones de los científicos, las cuales, a su vez, son validadas dentro de su comunidad, a través de criterios de tipo racional, empíricos y de utilidad tanto conocida como consensuada (Quintanilla, 2005).

De forma análoga, como pueden manifestarse múltiples conceptos en torno a la actividad científica, existen múltiples formas de entender la historia de la ciencia, motivo por el cual se hace también necesario que el docente identifique las posibles formas de comprender la HC no de manera «genérica», sino que, por el contrario, identifique que existe una gran variedad de formas de entenderla, lo cual implica que cada una de estas formas de HC le hace situarse de forma específica y plantear actividades intencionadas, que incluso pueden perseguir objetivos diferentes.

Como plantean Izquierdo, Vallverdú, Quintanilla y Merino (2006), es fundamental considerar el concepto «historia» para comprender la imposibilidad de presentar una historia «totalmente objetiva», ante lo cual se hace necesario que, a partir de las diversas fuentes existentes (H1), se elaboren posibles combinaciones y sus respectivas interpretaciones (H2). De lo anterior se pueden originar diversas posibilidades de abordar la historia de la ciencia, como pueden ser las perspectivas *vertical, horizontal, interna, externa, diacrónica, sincrónica, recurrente, biográfica*, entre otras, mediante las cuales, como ha sido mencionado, de manera intencionada el profesor de ciencias puede orientar su enseñanza y así abordar con sus estudiantes cada una de las teorías o modelos científicos.

De esta forma, se considera que la historia de la ciencia (HC) en el análisis de cada una de las disciplinas científicas, además de brindar la posibilidad de reconstruir los hechos científicos que se presentan como «vigentes en la actualidad» y con ello cambiar la tradicional imagen de la ciencia como una actividad dogmática y triunfalista, permite el planteamiento de nuevas formas de problematizar el contenido científico, lejos de intereses reduccionistas de algoritmización y transmisión. Como es presentado por varios investigadores (Echeverría, 1995; Matthews, 1994; Izquierdo *et al.*, 2006; Quintanilla, 2005; Cuéllar, 2004), la historia, al igual que la filosofía y la sociología de la ciencia, como disciplinas metacientíficas, permite tener una visión más amplia y profunda de la actividad científica, no solamente circunscrita a las teorías y modelos científicos, sino que además a los contextos sociales, políticos, culturales, económicos e incluso religiosos, que tanto han condicionado la actividad científica a través del tiempo.

La historia de la ciencia y las actitudes científicas en el aula

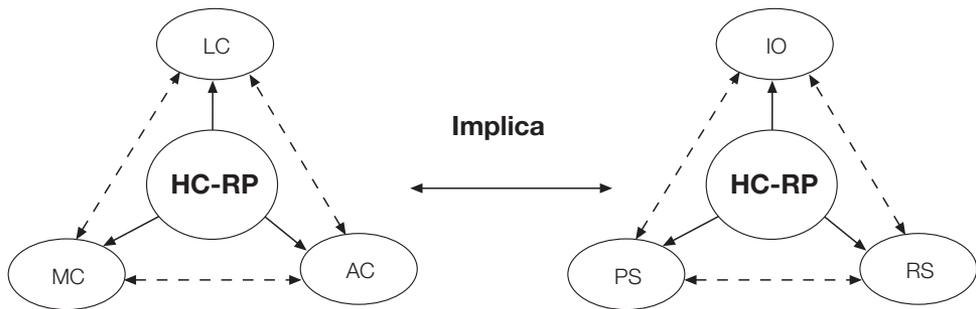
Los índices que muestran el descenso en el número de estudiantes que siguen su formación en el área de las ciencias en países como Colombia y Chile (ver anexo 1 y 2), lo mismo que las permanentes comunicaciones acerca del descenso de estos niveles en otros países del mundo (Mathews, 1994; De Jong, 1996; Germinet, 2005²), hacen irreductible la importancia de presentar nuevas propuestas que permitan la resignificación de la enseñanza de estas disciplinas en la enseñanza media, como puede ser la inclusión de la historia de la ciencia en la enseñanza. Como se plantea en los antecedentes del proyecto de investigación (Cuéllar, 2006) y en concordancia con Lires (2006), son muchos los factores relacionados con los bajos índices en la calidad de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las actitudes de rechazo de las ciencias en la escuela y en los niveles de formación superior, por lo que no se pretende que la inclusión de la HC en la enseñanza sea la «panacea universal», pero sí puede convertirse en una de las vías a seguir para disminuir los índices citados.

Por otra parte, es importante plantear que no se puede desconocer los objetivos que se quieren conseguir a propósito de la HC en la enseñanza y que, por tanto, su introducción en la divulgación en las aulas ha de estar intencionada teórica y metodológicamente, para evitar distorsiones que implicarían verla como una «herramienta», con fines conductuales, que incluso puede resultar un obstáculo para el aprendizaje de la ciencia, en lo que tiene que ver con dificultar el entendimiento de las ideas de la ciencia y de los científicos, en diferentes épocas. De esta forma, Lires (2006) establece que unos serán los objetivos que se persiguen en la enseñanza de las ciencias desde la perspectiva histórica, según los diferentes niveles, en la formación del profesorado o en la enseñanza de las ciencias en la escuela. Así, a partir de la HC podrán potenciarse reflexiones metacientíficas —*sociológicas, epistemológicas, axiológicas*— o podrán introducirse reflexiones que impliquen desenvolvimiento cognitivo de los estudiantes en diferentes planos de desarrollo, *instrumental-operativo* (IO), *personal significativo* (PS) o *relacional-social* (RS) (Labarrere & Quintanilla, 2002), a partir de situaciones problemáticas en las que las teorías o modelos científicos se construyen teniendo en cuenta la apropiación de lenguaje científico (LC), técnicas de representación o modelización (MC) y procedimientos de aplicación de la ciencia (AC).³

A partir de la representación de la figura 1, se puede establecer que las diferentes actividades planteadas en la enseñanza de las ciencias, desde su perspectiva histórica y de resolución de problemas (HC-RP), puede permitir al profesor intencionar su intervención según las *competencias científicas* (Quintanilla, 2006: 17-42) que sean pertinentes potenciar

2. Comunicación no publicada del director de la Escuela Nacional Saint-Etienne, en Francia, en el marco del Foro Universitario en Competencias Científicas, desarrollado en la ciudad de Medellín, Colombia, en noviembre de 2005.

3. Conferencia del profesor Chamizo: *Sobre historia, problemas y competencias*. En: *Estrategias innovadoras para la resolución de problemas científicos*. Escuela de Verano. Pontificia Universidad Católica de Chile.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Representación de las actividades involucradas en la resolución de problemas en la escuela a partir de la perspectiva histórica de la ciencia.

en sus estudiantes. Al respecto, cabe mencionar que la HC puede ser introducida en la enseñanza desde diversos matices que pueden ir desde fines instrumentales, hasta en los que apenas se involucre el plano instrumental operativo (IO) y se acuda a sólo uno o dos de los aspectos planteados por Chamizo (LC ó MC ó AC). Lo importante en el planteamiento de situaciones de este tipo es que el profesor sea consciente de que la inclusión de la HC en la enseñanza ha de ser intencionada y que las actividades que se planteen para los estudiantes sean coherentes con los objetivos planteados. Por ejemplo, no tendría mucho sentido la presentación de una teoría o modelo científico, desde su perspectiva histórica, y que a partir de éste se plantee a los estudiantes actividades que estén en un plano instrumental operativo o que no tengan nada que ver con los factores presentados en el «episodio científico».

Una propuesta de modelo para identificar el componente histórico-científico en el aula

Como ha sido señalado en oportunidades anteriores (Cuéllar, 2004; Corena, 2002), los docentes organizan las actividades de enseñanza según los recursos disponibles. Así, una de las mayores dificultades que se presenta hoy día en cuanto a posibilidad de incluir en la enseñanza de las ciencias la perspectiva histórica de cada una de las teorías o modelos científicos es la falta de materiales y recursos con los cuales los profesores puedan orientar su trabajo. Con el ánimo de enriquecer los aportes que se han venido presentando en la línea de la historia de la ciencia en la enseñanza, se pone a consideración de la comunidad de especialistas una propuesta de modelo de identificación del componente histórico-científico, que podría ser utilizado para el análisis en cualquier medio de divulgación de conocimiento científico, ya sean libros de texto, guías de trabajo, páginas Web, libros especializados, artículos de divulgación, entre otros (ver figura 2). Cabe mencionar que esta

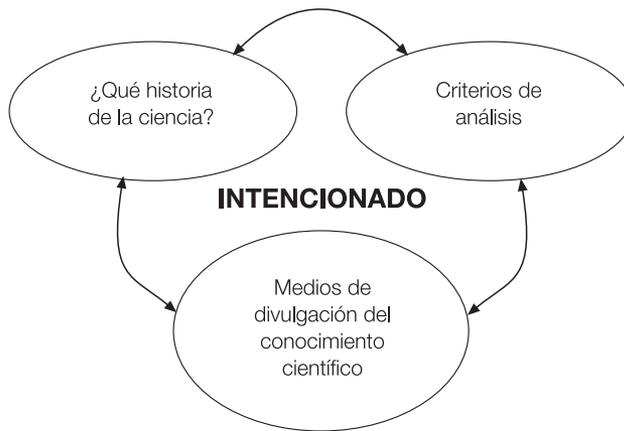


Figura 2. Modelo Fundamental Historia, Criterios, Medios (HCM) (Cuéllar, 2007). Modelo general a tener en cuenta al analizar el componente histórico del conocimiento científico divulgado en el aula de clase.

propuesta llamada inicialmente *modelo HCM* (historia, criterios, medios) (Cuéllar, 2007)⁴ se encuentra en una etapa de construcción y consolidación, a partir de la literatura especializada.

De forma preliminar, se plantea que para un análisis de la perspectiva histórica en la enseñanza de las ciencias en la escuela se han de tener en cuenta tres componentes, los cuales están conformados también por una representación que involucra varios elementos. El primero de ellos hace referencia a identificar cuál es la concepción que se tiene acerca de **historia de la ciencia**. De esta forma, se pueden identificar diferentes perspectivas, mencionadas anteriormente: *vertical, horizontal, interna, externa, diacrónica, sincrónica, recurrente, biográfica*, entre otras. El segundo componente hace referencia a la necesidad de que el profesor, luego de haberse situado desde una determinada concepción de HC, identifique el conocimiento científico que pretende «transponer» en el aula de clase, lo mismo que las fuentes de información a partir de las cuales lo haría: *documentos originales, documentos <históricos>, libros especializados, páginas Web, artículos de divulgación*, entre otros, y que a partir de esto establezca los **criterios de análisis**. Finalmente, el tercer componente en el modelo propuesto hace referencia a que el profesor establezca los diferentes **medios de divulgación** del conocimiento científico en el aula: *unidades didácticas, libros especializados, libros de texto, guías de estudio, laboratorios*, entre otros, para así identificar y caracterizar la forma como es presentada la HC, cuando esté presente.

4. L. Cuéllar (2007), «Propuesta metodológica de investigación para la identificación y caracterización del componente histórico de la ciencia en la enseñanza». (En edición)

El marco de la investigación planteado

Todos los elementos mencionados anteriormente se han venido construyendo progresivamente dentro de lo postulado en el proyecto de investigación doctoral (Cuéllar, 2006), que pretende una valoración de la reflexión histórica del conocimiento científico en las prácticas de enseñanza de los profesores de química. Dentro de la problemática que se aborda en este trabajo, se da sentido a la pregunta: ¿Cómo influye la inclusión de la historia de la ciencia en la evolución de las concepciones de los profesores de química, en particular aquellas referidas al aprendizaje, la enseñanza y la evaluación de esta disciplina en la educación secundaria?

En un marco general, la investigación es abordada desde una metodología cualitativo-comprensiva, el estudio de casos, en la que se construyen unidades didácticas con contenidos científicos —en química— desde la perspectiva histórico-diacrónica, y se emplean como técnicas de análisis el *videograph* y las entrevistas semiestructuradas. Así mismo, se consideran algunos instrumentos tradicionales de investigación cuantitativa para validar información en este campo, que han constituido una etapa relevante de otro proyecto de investigación similar en nuestro grupo de investigación.

Conclusiones

A partir de los elementos puestos en consideración, entendemos la historia de la ciencia como una disciplina metacientífica que no sólo permite incorporar elementos enriquecedores hacia la consolidación de las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia, su enseñanza y aprendizaje, sino que además favorece en el profesor de ciencias la evolución moderada acerca de sus marcos teóricos y metodológicos, que son la base del contenido científico que comunica en el aula, promoviendo así un aprendizaje más comprensivo en sus alumnos.

No obstante esta apreciación, señalamos la irreductible necesidad de que la enseñanza de las ciencias en la escuela, desde la perspectiva histórica, esté intencionada de manera coherente, lo cual implica que el profesor asuma su práctica desde unos supuestos epistemológicos, pedagógicos y didácticos fundamentados en una imagen naturalizada de la actividad científica (Giere, 1992), a partir de los cuales permita en los estudiantes la construcción de las teorías y modelos científicos para interpretar el mundo en el que se desenvuelven.

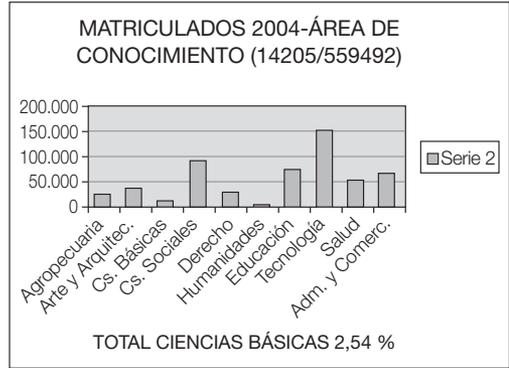
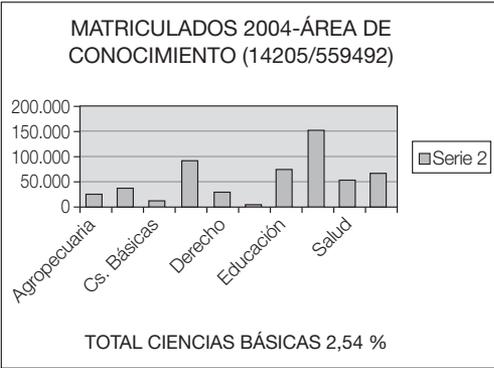
Se espera que las reflexiones presentadas sirvan de apoyo a los profesores de química para que, en actitud crítica frente al dogmatismo que caracteriza la enseñanza de esta disciplina, propongan nuevas actividades que faciliten la intervención de los estudiantes en el mundo presente, en la llamada *sociedad del conocimiento*.

Agradecimientos

Los autores Luigi Cuéllar y Johanna Camacho expresan sus agradecimientos a la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología, CONICYT, entidad chilena que patrocina sus estudios doctorales en la Pontificia Universidad Católica de Chile.

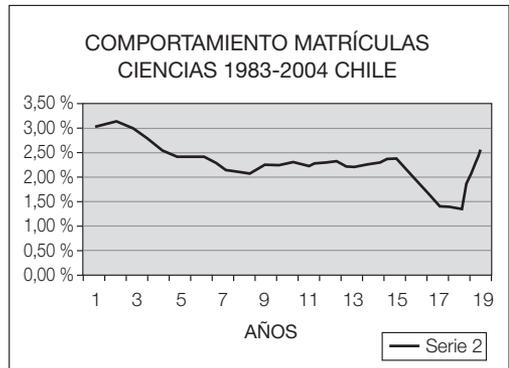
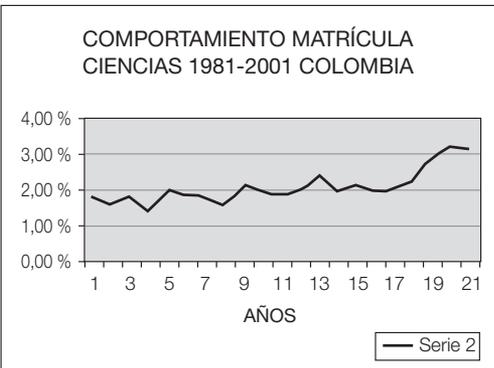
ANEXO 1

Índices de estudiantes matriculados para carreras de formación científica en Colombia y Chile.



ANEXO 2

Comportamiento en los índices de matrículas de pregrado en carreras de formación en ciencias naturales en los dos países, Colombia y Chile (en los últimos veinte años que reporta la estadística de cada país).



Bibliografía

- BARONA, J. L. (1994), *Ciencia e historia: Debates y tendencias en la historiografía de la ciencia*, Goddella: Seminari d'Estudis sobre la Ciència. (Scientia Veterum; 7).
- CORENA, J. (2002), «20 preguntas a la enseñanza de las ciencias naturales en la universidad colombiana. Una aproximación al trabajo cotidiano del docente en las aulas», *Revista Educación en Ciencias e Ingeniería*, **1** (2), 3-11.
- CUÉLLAR, L. (2004), «El modelo atómico de Ernest Rutherford. Del saber sabio al saber escolar», Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional. [Tesis de maestría en docencia de la química no publicada]
- (2006), «La historia de la química en la reflexión sobre la práctica profesional docente. Un estudio colectivo de casos», Santiago de Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile. [Proyecto de tesis doctoral no publicado]
- CUÉLLAR, L.; PÉREZ, R.; QUINTANILLA, M. (2005), «La propuesta de Ernest Rutherford en los libros de texto en Colombia. Un análisis desde la historia de las ciencias y la visión de transposición didáctica en ellos», *Enseñanza de las Ciencias*, número extra.
- ECHEVERRÍA, J. (1995), *Filosofía de la ciencia*, Madrid, Paidós.
- GIERE, R. (1992), *La explicación de la ciencia: Un acercamiento cognoscitivo*, México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- IZQUIERDO, M.; VALLVERDÚ, J.; QUINTANILLA, M.; MERINO, C. (2006), «Relación entre la historia y la filosofía de las ciencias», *Alambique*, **48**, 78-91.
- JONG, O. de (1996), «La investigación activa como herramienta para mejorar la enseñanza de la química. Nuevos enfoques», *Enseñanza de las Ciencias*, **14** (3), 279-288.
- LABARRERE, A.; QUINTANILLA, M. (2002), «La solución de problemas científicos en el aula. Reflexiones desde los planos de análisis y desarrollo», *Pensamiento Educativo*, **30**, 121-137.
- LIRES, M. (2006), «La historia de la ciencia en la formación del profesorado de ciencias naturales». En: QUINTANILLA, M.; ADÚRIZ-BRAVO, A. (ed.), *Enseñar ciencias en el nuevo milenio*, Santiago de Chile, PUC, 239-255.
- MATTHEWS, M. R. (1994), «Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual», *Enseñanza de las Ciencias*, **12** (2), 25-277.
- QUINTANILLA, M. (2005), «Historia de la ciencia y formación docente: una necesidad irreducible», *Tecné, Episteme y Didaxis* [Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá], número extra, 34-43.
- (2006), «Identificación, caracterización y evaluación de competencias científicas desde una imagen naturalizada de la ciencia». En: QUINTANILLA, M.; ADÚRIZ-BRAVO, A. (ed.), *Enseñar ciencias en el nuevo milenio*, Santiago de Chile, PUC, 17-42.
- TOULMIN, S. (1977), *La comprensión humana*, vol. 1: *El uso colectivo y la evolución de conceptos*, Madrid, Alianza.

