

La importancia de los estudios metacientíficos en la formación científica y la enseñanza de las ciencias

The Importance of Meta-scientific Studies for Scientific Training and Teaching Science

Por: Helbert E. Velilla Jiménez

Instituto de Filosofía

Universidad de Antioquia

helbertvelillajimenez@gmail.com

Resumen: *Este trabajo analiza los aspectos sociales y epistemológicos propios de la práctica científica y la enseñanza de las ciencias. Específicamente, este artículo sostiene que la ciencia en tanto fenómeno social se genera y se desarrolla a partir de la organización de comunidades científicas, que comparten intereses, creencias, valores, métodos de decisión y diversas formas de discusión. Todo esto hace posible la generación del conocimiento científico. Para que este propósito se pueda lograr, es necesario que los profesores de ciencias tengan una formación complementaria con un sólido fundamento epistemológico ofrecido por los estudios sobre la ciencia que desde la filosofía, la historia y la sociología se han desarrollado.*

Palabras clave: *Enseñanza de las ciencias, ciencia, educación, formación científica.*

Abstract: *This paper analyzes the inherent social and epistemological aspects of scientific practice and teaching of science. Specifically, this paper argues that science as a social phenomenon is generated and developed from the organization of scientific communities with common interests, beliefs, values, decision methods and several forms of discussion. It makes possible the generation of scientific knowledge. In order to achieve this purpose, it is necessary that science teachers get additional training with a solid epistemological foundation provided by studies of science that have been developed by philosophy, history and sociology.*

Keywords: *Teaching science, science, education, scientific training.*

Introducción

Thomas Kuhn puso en evidencia la necesidad y la importancia de la educación de las nuevas generaciones de científicos, no sólo para comprender el funcionamiento de la ciencia, sino como un modo que atienda también a la enseñanza de ésta. En consecuencia, el análisis de la ciencia desde una perspectiva filosófica, no debe enmarcarse sólo en los procesos de investigación, sino también en los procesos de enseñanza en las ciencias (Olivé, 2008, p. 30). Sin embargo, la educación científica se ha concentrado en los libros de texto que presentan problemas concretos que la profesión ha llegado a aceptar como paradigmas, y no en los problemas que los futuros profesores y científicos podrían encontrar tanto en los espacios escolares como en el laboratorio. Según Kuhn, el estudiante se educa en problemas “ejemplares”, los cuales deben ser resueltos de acuerdo a un método y las técnicas propias del campo, ya sea con papel y lápiz o en el laboratorio (Cf. Kuhn, 1977, p. 229).

Aquí subyace la importancia de analizar los procesos de enseñanza de las ciencias, pues es un quehacer inherente a la práctica científica, la cual debe atender a una adecuada formación científica no sólo en cuanto a sus teorías y descubrimientos, sino fundamentalmente en el proceso de construcción del conocimiento, métodos, estrategias y dificultades propias del trabajo científico. En este punto, la filosofía asume un papel importante para poner en consideración aspectos relevantes de la formación científica, crítica y reflexiva de los estudiantes a partir de una visión filosófica más conceptual e históricamente contextual, que permite integrar diferentes campos del conocimiento vinculados a los desarrollos tecnológicos y científicos de la sociedad en determinado momento.

Aunque es importante comenzar por el aprendizaje de lo que ya se conoce, hay que insistir, como lo menciona Kuhn, que la educación nos puede ofrecer mucho más. Pues los estudiantes deben aprender a reconocer y evaluar los problemas en los que no se han presentado soluciones concretas, se les debe dotar con un *arsenal* de técnicas para abordar estos problemas en el futuro y se les debe enseñar a juzgar la relevancia de estas técnicas para evaluar las soluciones parciales que de ellas resultan. Para Kuhn, una actitud como la que él propone enriquece, concretamente, la educación en las ciencias de la naturaleza. Sin

embargo, la educación científica no ha sido afectada por tal actitud, en primer lugar porque en ésta sigue siendo una premisa fundamental e incluso dogmática, sostener que el estudiante no está equipado para evaluar, y en segundo lugar, porque los estudiantes y los científicos aprenden y trabajan, respectivamente, arraigados a una tradición sin considerar ni percibir otras opciones importantes, pues los problemas característicos son siempre repeticiones, con modificaciones menores, de problemas que ya fueron atacados y resueltos parcialmente desde antes (Ibíd., pp. 229-233).

El problema del que me ocupo en este texto puede formularse de manera precisa en las siguientes preguntas: ¿La educación científica que actualmente reciben los estudiantes de ciencias naturales, contempla aspectos sociales, epistemológicos e históricos propios de la práctica científica? ¿Por qué es importante para el estudiante de ciencias, una formación complementaria que apele a aspectos epistemológicos, históricos y sociológicos sobre la enseñanza de las ciencias? La solución a estas preguntas puede ofrecer elementos de análisis para comprender problemas que surgen sobre la actividad científica en general y sobre la enseñanza de las ciencias en particular. Para una mejor apreciación de este problema en relación con una comprensión más amplia sobre la ciencia, en primer lugar me remitiré a la sociología del conocimiento científico. Con ello, mostraré que los profesores de ciencias pueden ampliar su perspectiva sobre la ciencia si comprenden que ésta, en tanto institución social, se genera y se desarrolla a partir de la organización de comunidades científicas que comparten intereses, creencias, valores, métodos de decisión y diversas formas de discusión, así como a partir de técnicas y prácticas, lo cual genera conocimiento científico. En segundo lugar, abordaré la hipótesis según la cual hay una relación directa entre la actividad científica y la enseñanza de las ciencias, dado que ésta última es una tarea inherente a la práctica científica. Finalmente, mostraré por qué esta comprensión es importante para el estudiante de ciencias, el cual debe dedicar un espacio para la reflexión sobre los múltiples asuntos propios de la actividad científica. Así las cosas, este texto señala que los estudiantes deben tomar posición sobre las actividades o desarrollos que implementarán o fomentarán en su contexto, que comprendan las exigencias y necesidades de la sociedad respecto de los intereses de la actividad científica y que tomen decisiones acertadas que contribuyan, mediados por la confrontación con la filosofía y los estudios

sociales de la ciencia, a la construcción de una comunidad que asuma posturas críticas frente a las exigencias de la sociedad.

1. Alternativas para la formación científica

El Programa Fuerte en la Sociología del Conocimiento¹ científico considera que el conocimiento es un fenómeno natural, determinado entre otras causas, por factores sociales. Por ello, el componente social del conocimiento se constituye como un aspecto fundamental del conocimiento y su producción. En consecuencia, se concibe a la ciencia como una institución social. Aunque el Programa Fuerte no postula directamente la necesidad de formar estudiantes de ciencias con énfasis en aspectos epistemológicos y sociológicos, sí podemos rescatar, a partir de sus tesis principales, elementos que nos ayuden a comprender por qué es necesario fortalecer la educación de los estudiantes en ciencias.

Según lo anterior, se puede decir que el análisis sociológico de la ciencia es tan importante para el científico como su especialidad. Como bien lo menciona David Bloor, no se trata de responder a la sociedad y responder a la naturaleza. Pues la sociedad media en la respuesta a la naturaleza porque la respuesta es colectiva. Además, la sociedad no es una alternativa, es el vehículo y el canal. Según Bloor, sin sociedad lo único que tendríamos en el ámbito de la cognición serían colecciones atomizadas de esfuerzos y opiniones individuales (Cf. Bloor, 2004, p. 929). Por ello, es importante que el científico comprenda que la ciencia no se construye en solitario, la ciencia ofrece problemas cuya solución está mediada por los intereses, valores y respuestas construidas desde la colectividad.

Lo anterior constituye la formación complementaria que el estudiante de ciencias debe tener. Aquí la educación juega un papel fundamental, pues ella es la herramienta mediante la cual la sociedad puede ejercer su influencia sobre el individuo, dado que aunque la educación tenga como objeto principal al individuo y sus intereses, ella es el medio por el cual la sociedad renueva perpetuamente las condiciones de su propia existencia (Brigido, 2006). Sin embargo, esta propuesta debe ir más lejos, pues como se ha insistido en este

¹ El Programa Fuerte en Sociología del Conocimiento nace en la Universidad de Edimburgo. Sus figuras centrales son Barry Barnes y David Bloor. La tesis fundamental es que el conocimiento es un fenómeno social y, por ello, debe ser analizado en términos sociológicos.

texto, es necesario que los estudiantes comprendan con mayor profundidad cómo se genera y se desarrolla el conocimiento científico. Para ello, es importante que comprendan que la ciencia la hacen personas de carne y hueso cuya principal característica es compartir un paradigma. Esto significa que comparten, como grupo, métodos de investigación, maneras de actuar, formas de proceder, valores e intereses (Cf. Olivé, 2008, p. 29).

Kuhn insistió en la estructura comunitaria de la ciencia, incluso no postuló sólo una comunidad científica sino muchas, en diversos niveles (Cf. 2006, p. 306). Esta estructura comunitaria es una de las condiciones necesarias para el cambio y el progreso de la ciencia. Por eso la ciencia es un fenómeno eminentemente social, porque tiene esa estructura comunitaria y porque su desarrollo no se da al margen de la sociedad más amplia en cuyo seno se despliegan las comunidades científicas (Cf. Olivé, 2008, p. 29).

Estos elementos ofrecidos desde el Programa Fuerte de la Sociología del Conocimiento y desde los análisis de Thomas Kuhn, son significativos porque subrayan la importancia de la educación de las nuevas generaciones de científicos, dado que esto es una parte esencial de su quehacer profesional -al menos desde los planteamientos de Kuhn esto es explícito-. En el epílogo de *La Estructura*, Kuhn (2006) sostiene:

El conocimiento científico está embebido en las teorías y las reglas, mientras que los problemas se ofrecen para adquirir soltura en su aplicación. Con todo, he tratado de defender que esta localización del contenido cognoscitivo de la ciencia está equivocada. Una vez que el estudiante ha resuelto muchos problemas, hacer más no hace sino aumentar su destreza; pero al comienzo y durante algún tiempo después, resolver problemas es aprender cosas importantes acerca de la naturaleza (p. 321).²

A partir de lo anterior, es claro que la formación científica se nos presenta como un problema vigente que puede y debe ser analizado. Como lo explica Olivé (2008) la sociedad

²En esta perspectiva se puede considerar también la relación entre poder y saber - poder económico y político en relación con las academias y la epistemologización de la sociedad, relación entre conocimientos dominantes y saberes sometidos-. Precisamente lo que se problematiza en este texto es que la educación de los científicos en formación se enfoca a la historia del desarrollo social de la ciencia como un conjunto de técnicas y procesos.

está urgida de una cantidad de científicos conscientes de la responsabilidad social de su trabajo así como del efecto social y cultural de sus productos. Asimismo, sostiene que ya no podemos darnos el lujo de posponer la formación de los profesores de ciencias, incluso de los comunicadores y divulgadores así como de los especialistas en políticas científicas. Los profesores de ciencias en particular, deben tener una sólida formación para analizar la ciencia desde las perspectivas que aquí se han mencionado, y aquellas propuestas en otros estudios. Específicamente, la filosofía de la ciencia ofrece dicha formación.

2. Sobre la enseñanza de las ciencias.

Barry Barnes en *Scientific Knowledge and Sociological Theory* (1974) sostuvo que las normas científicas son parte de una forma específica de la cultura. Por este motivo, la ciencia debe ser susceptible de un estudio sociológico al igual que cualquier otra forma de conocimiento.

A mi modo de ver, las nuevas generaciones de científicos deben tener presente lo anterior, pues deben ser capaces de analizar y promover las prácticas científicas atendiendo a sus dimensiones cognitivas, éticas, sociológicas y educativas. Específicamente, la educación científica ocupa un lugar clave para promover la calidad de vida y la participación ciudadana en los procesos de crecimiento y desarrollo (Quintanilla *et al.*, 2005). No se puede reducir esta perspectiva a la idea de que la sociedad dispone ampliamente de tecnologías de la información y la comunicación, y que éste es el medio con el cual se da la relación directa entre la ciencia y la sociedad. Olivé (2008) sostiene que reducir la sociedad del conocimiento a una sociedad que dispone de las TICs, puede llevar a la idea equivocada de que el tránsito a una sociedad del conocimiento descansa en el uso de artefactos como teléfonos móviles, computadoras y conexión a internet. El énfasis se debe hacer en la educación de las personas y en las condiciones adecuadas para que puedan generar conocimiento que lleve al desarrollo de sus capacidades y a la solución de sus problemas.

En este texto parto del hecho de que los estudios sociales de la ciencia y el análisis histórico están ausentes en los programas de estudio de las ciencias naturales.³ El aprendizaje de las

³ Esta posición no es nueva. Muchos investigadores han sostenido e insistido en la necesidad de introducir estas perspectivas de análisis en la formación docente en general y en la educación científica en particular.

ciencias naturales está directamente relacionado con el estudio que la historia de la ciencia ofrece, y los estudios sociales de la ciencia enriquecen las reflexiones en los programas de las instituciones educativas tanto básica como superior. Para los estudiantes de ciencias es muy importante la historia de la ciencia porque, como lo sostuvo Hooykaas:

La historia de la ciencia proporciona material al examen crítico de sí misma que hace la ciencia: aumenta la valoración de lo que ahora poseemos, cuando reconocemos las dificultades que costó adquirirlo. Sirve de puente a la laguna existente entre la ciencia y las humanidades, demostrando cómo las ciencias naturales forman parte del humanismo de nuestro tiempo. Siempre habrá científicos que no estén satisfechos con conocer tan sólo el contenido de las teorías, sino que quieran conocer su génesis y que encuentren en ello un gusto intelectual y estético. (Hooykaas, 1970. Citado por Kragh, 1987, pp.33-34)

Muchos profesores transmiten una ciencia reducida a la presentación de modelos, teorías y grandes episodios de la historia de la ciencia sin problematizar tanto los contextos como los conceptos. Así, la historia de la ciencia se convierte en la vía para formar a los estudiantes de ciencias, pues permite cuestionar la génesis del conocimiento que se genera en las disciplinas que estudian, se puede utilizar para analizar la interacción entre la ciencia, la tecnología y la sociedad y desempeña un papel importante en la enseñanza, dado que puede contribuir a una concepción menos dogmática de la ciencia y de los métodos científicos, actuando como *antídoto* contra la ortodoxia y el entusiasmo acrítico por la ciencia (Cf. Kragh, 1987, p. 36).⁴

Incorporar la historia de la ciencia y los estudios sociales de la ciencia en la educación científica, permite indagar de manera naturalista y no normativa, la legitimación y validez de las relaciones que se establecen entre los modelos teóricos que se enseñan y los fenómenos. A su vez, permite el análisis y la reflexión de los acontecimientos históricos como parte de

Véase por ejemplo Matthews (1994); Quintanilla, (2005); Quintanilla *et al.* (2005); Saffer & Quintanilla (2004).

⁴La postura de Kragh también considera los peligros de la historia de la ciencia cuando no desempeña este papel y se utiliza para otros fines: "But not all teaching on history of science will play this part and certainly not automatically. History of science can be used just as well to support dogmas and to strengthen scientific authority. In general, the question of the didactic importance of history of science is problematic and the value of the historical method seems often to have been exaggerated" (Kragh, 1987, p. 36).

la clase de ciencia y de formación profesional. Asimismo, se debe empezar a trabajar en ello porque la comunidad científica y educativa, percibe estas perspectivas de análisis como desconectados de los contenidos *relevantes* que se tienen que enseñar obligatoriamente (Cf. Quintanilla, 2006, pp. 16-17).

Esta perspectiva de la formación científica y la enseñanza de las ciencias, comprende marcos teóricos diversos para interpretar fenómenos científicos. Adicionalmente, los estudios metacientíficos⁵ reflejan la situación humanista de la ciencia, donde también se evidencian los procesos de creación y desarrollo de conceptos, así como la producción científica fruto de la construcción humana y un trabajo colectivo en la que están presentes intereses, valores, métodos de decisión y diversos tipos de discusiones y confrontaciones.

3. Importancia de los estudios metacientíficos en la enseñanza de las ciencias

Cuanto más se estudian los detalles técnicos de los trabajos científicos, más se hace evidente que la dimensión social de la actividad científica está implicada en estos detalles. Cuanto más de cerca se analiza el razonamiento técnico, se hace más evidente que la fuerza de la razón es una fuerza social (Cf. Bloor, 2011, p. 3).

La anterior cita de Bloor y sus trabajos en general, evidencian que los problemas del conocimiento pueden y deben ser abordados como prácticas sociales, como procesos colectivos que permiten la generación de conocimiento. No se trata de reemplazar el estudio de las características lógicas y epistemológicas de una teoría por explicar la ciencia a partir de su relación con la naturaleza o la sociedad, se trata de señalar que el conocimiento de la naturaleza sólo es posible gracias a la interacción organizada de individuos y a la existencia de estructuras sociales (Cf. Orozco, 2014, p. 54).

El sistema educativo, las instituciones científicas y las facultades de ciencias deben trabajar y formar a sus estudiantes teniendo en cuenta la anterior perspectiva de análisis. En este texto he mencionado que los profesores de ciencias y los estudiantes no poseen una adecuada formación epistemológica, sociológica e histórica. La formación científica no se puede reducir al aprendizaje de modelos explicativos, conceptos, teorías y, en otros casos,

⁵ Entiendo por estudios metacientíficos aquellas teorizaciones que versan sobre las teorizaciones científicas, por ejemplo la investigación sociológica, histórica y filosófica.

artefactos técnicos. Si bien son parte importante de la formación en ciencias, la enseñanza no se agota allí. La enseñanza de las ciencias y la práctica científica resulta riesgosa si no hay una comprensión básica de la génesis del conocimiento, del uso, finalidad e instrumentalización de la ciencia, del modo como opera y de los elementos sociales e históricos que la componen. Además, es claro que la ciencia influye directamente en nuestras vidas. Como lo plantea Olivé, a pesar del enorme potencial de la ciencia y la tecnología, en muchos sectores sociales de los países iberoamericanos, no se ha logrado una adecuada comprensión de su estructura y funcionamiento. Por ello, lograr incorporar en los programas de estudio una formación científica completa, es decir, aquella que propenda por una apropiación social de la ciencia, resultaría beneficioso no sólo para los estudiantes y los científicos, sino para la sociedad en general, en la cual el conocimiento es esencial como vía para que las sociedades humanas se organicen, se desarrollen e interactúen con su entorno (Cf. Olivé, 2008, p. 38).

De esta manera, la educación en ciencias complementada con los estudios metacientíficos, debe aportar a la reflexión crítica del conocimiento científico y a la generación de nuevas actitudes hacia la ciencia y la práctica científica. Esto supone pensar en nuevas propuestas para los programas de estudios de las facultades de ciencias y las facultades de educación, en las que se tenga como perspectiva de análisis los estudios que se ofrecen desde la filosofía y la historia de la ciencia y la sociología del conocimiento científico. En este sentido, muchas son las preguntas que pueden estar presentes en dicha perspectiva, por ejemplo: ¿Qué papel juegan las instituciones estatales en la constitución de las comunidades científicas? ¿Cuáles son los criterios de aceptación de un nuevo miembro de una comunidad científica? (Díez & Moulines, 1999). Éstas son sólo algunas de las preguntas que se pueden indagar desde los estudios metacientíficos. Sin duda, la investigación sobre estas preguntas y el análisis de la ciencia desde las perspectivas aquí señaladas, permiten entender y comprender los elementos implicados en la generación del conocimiento, la actividad científica y, por supuesto, la enseñanza de las ciencias con miras a una adecuada formación científica.

Perspectivas

Las ideas planteadas en este texto señalan el problema que se halla en la formación científica y la enseñanza de las ciencias a propósito de la ausencia de un análisis sobre la ciencia desde los estudios metacientíficos. En la formación de los estudiantes de ciencias, se deben implementar estos estudios para contribuir a una educación científica que supere la concepción reduccionista que apela a los contenidos “relevantes” que se tienen que enseñar obligatoriamente. En su lugar, se debe promover un aprendizaje de las ciencias que contemple, también, habilidades críticas y reflexivas que faciliten la comprensión de la relación entre la ciencia y la sociedad. Los estudios metacientíficos se convierten en una vía adecuada para formar profesores de ciencias, pues estudian su disciplina particular y la génesis del conocimiento en general. Asimismo, por medio de estos estudios se espera que se promuevan cambios en cuanto al modo como se abordan los conceptos y los modelos científicos con los estudiantes desde una visión naturalizada de la ciencia (Quintanilla, 2006).

Referencias

- Barnes, B. (1974). *Scientific Knowledge and Sociological Theory*. London: Routledge.
- Bloor, D. (2004). Sociology of scientific knowledge. En: Niiniluoto, Mand Wolenski, J. (eds) *Handbook of epistemology*. Dordrecht, Kluwer, pp.919-962.
- _____.(2011). *The enigma of the aerofoil: rival theories in aerodynamics, 1909–1930*. Chicago: University of Chicago Press.
- Brigido, A. (2006). *Sociología de la educación. Temas y perspectivas fundamentales*. Córdoba: Editorial Brujas.
- Díez, A. & Moulines, E. (1999). *Fundamentos de Filosofía de la Ciencia*. Barcelona: Ariel.
- Kragh, H. (1987). *An introduction to the historiography of science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kuhn, T. (1977). *The essential tension. Selected studies in scientific tradition and change*. Chicago: Chicago University Press.

_____.(2006). *La estructura de las revoluciones científicas*. Trad. Carlos Sólis. México: Fondo de cultura económica.

Matthews, M. (1994). *Science Teaching. The Role of History and Philosophy of Science*. Nueva York: Routledge.

Olivé, L. (2008). *La ciencia y la tecnología en la Sociedad del Conocimiento. Ética política y epistemología*. México: Fondo de cultura económica.

Orozco, S. (2014). Sobre la identidad del sujeto en la institucionalización de las teorías científicas. *Estudios de Filosofía*, 49, pp. 49-66.

Quintanilla, M. (2005). Historia de la ciencia y formación docente: una necesidad irreducible. *Revista TED*, Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá, número extra, pp. 34-43.

_____.(2006). Historia de la ciencia, ciudadanía y valores: claves de una orientación realista pragmática de la enseñanza de las ciencias. *Revista Educación y Pedagogía*, XVIII, 45, pp. 9-23.

Quintanilla, M., Izquierdo, M. & Adúriz-Bravo, A. (2005). Characteristics and Methodological Discussion about a Theoretical Model that introduces the History of Science at an Early Stage of The Experimental Science Teachers' Professional Formation. *Proceedings of IHPST International Conference of History and Philosophy of Science and Science Teaching*. England: University of Leeds.

Quintanilla, M.,Macedo, B. & Katzkowicz, R. (2005). La educación de los derechos humanos desde la perspectiva de ciencia, ciudadanía y valores. *Actas del VII Congreso Internacional de Didáctica de las Ciencias*. Granada, España.

Saffer, G. & Quintanilla, M. (2004). Aportes para un debate sobre la historia de la física en la enseñanza: las leyes de Kepler. *Actas del VIII Congreso Iberoamericano de Enseñanza de las Ciencias Experimentales*, Ciudad de Guatemala.