LA “NATURALEZA DE LA QUÍMICA” EN LAS LÍNEAS ACTUALES DE INVESTIGACIÓN SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

Carlos A. Díaz¹, Yefrin Ariza^{1,2,3} y Agustín Adúriz-Bravo^{1,3}

¹Universidad de Buenos Aires, ²Universidad Nacional de Quilmes, ³CONICET-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

Correspondencia: GEHyD-Grupo de Epistemología, Historia y Didáctica de las Ciencias Naturales, CeFIEC-Instituto de Investigaciones Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. E-mail (autor de contacto): carlosalberto.diazguevara@yahoo.es

Resumen

El propósito de esta breve nota es delinear algunas características centrales de lo que llamaremos “naturaleza de la química”, entendiéndola como un referente novedoso y fructífero para la investigación en didáctica de la química. Nuestra tesis es que la reflexión y la innovación sobre la naturaleza de la química contribuyen sustantivamente a la consecución de uno de los objetivos principales de la educación química: la construcción de una imagen de la química (y de los químicos) enriquecida, dirigida hacia una alfabetización científica de calidad para todos.

Palabras clave: Naturaleza de la química; didáctica de la química; filosofía de la ciencia reciente y actual; modelos teóricos; actividad científica escolar.

INTRODUCCIÓN

La investigación en enseñanza de las ciencias naturales de las últimas dos décadas tiene entre sus objetivos principales contribuir a una alfabetización científica de calidad para la ciudadanía. Si se quiere propender hacia ese objetivo, resulta esencial fomentar en el estudiantado la construcción de conocimientos y actitudes “informadas” acerca de qué es, cómo se construye, cómo funciona y cómo cambia la ciencia en tanto que actividad humana.

La didáctica de la química ha venido asumiendo tal reto desde su propia especificidad disciplinaria en construcción; para ello desarrolla investigaciones sobre problemas tanto propios del quehacer del docente de química como relacionados con la química en la sociedad actual. De esta manera, se vienen perfilando una variedad de líneas de investigación que abordan diversos aspectos de la enseñanza de la química desde una multiplicidad de marcos teóricos. Andoni Garritz y Vicente Talanquer (2012) identifican las siguientes *áreas emergentes* en la investigación en didáctica de la química¹:

- Enseñanza experimental de la química.
- Evaluación de la actividad docente.
- Resolución de problemas e indagación.
- Química y ambiente.
- Sostenibilidad y educación química.
- Libros de texto: Su estudio, su uso en el aula y su elaboración.

¹Las áreas aquí señaladas se abordan en números temáticos para los años 2012 y 2013 de la revista *Educación Química*, editada por la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México.

- Progresiones de aprendizaje.
- Naturaleza de la química.

En esta última área de trabajo se acepta que las actitudes y conocimientos *acerca de* la ciencia están fuertemente influenciados por los tipos de contenidos metateóricos que permean las clases de ciencias, como así también por aquellos que hacen parte de la formación del profesorado de ciencias. En este sentido, los profesores de ciencias contribuimos de manera activa a la construcción no solo de conocimientos de la disciplina que enseñamos (en este caso, la química) sino también de conocimientos de segundo orden: aquellos provenientes principalmente de la filosofía, la historia y la sociología de la ciencia.

Desde principios de los años '90 ha sido explícita la introducción de esos contenidos de segundo orden en la didáctica de las ciencias, principalmente por el surgimiento del área de investigación e innovación didácticas que internacionalmente se suele denominar "HPS" (por "history and philosophy of science for science teaching": contribuciones de la historia y la filosofía de la ciencia a la enseñanza de las ciencias). Al interior del área HPS, la línea de investigación conocida con el nombre de "naturaleza de la ciencia" (o NOS, por las siglas en inglés de *nature of science*) se ha desarrollado prolíficamente desde su aparición, llegando a consolidarse en la agenda didáctica actual y constituyéndose en un componente metateórico esencial dentro de los currículos de ciencias desde el nivel inicial hasta el universitario y dentro de la formación inicial y continuada del profesorado de ciencias.

En el caso particular de la didáctica de la química, la introducción de este contenido "meta-" tanto en la formación de profesores de química como en los currículos y programas de ciencias de la educación obligatoria y postobligatoria pretende configurar imágenes de la química y de los químicos/as más ajustadas a las concepciones que provienen de la historia y la filosofía de la química recientes y actuales. De esa manera, la naturaleza de la ciencia se ha incorporado en los diversos ámbitos de trabajo de la didáctica de la química, y se ha especificado en forma de una *naturaleza de la química*.

En este breve artículo queremos aportar algunas pistas que permitan entender esa naturaleza de la química como un foco actualizado y central para la didáctica de la química, foco que contribuye a la construcción de una imagen enriquecida y robusta de la química y, en consecuencia, a una alfabetización científica de calidad. En primer lugar, caracterizaremos de manera general la naturaleza de la química como una línea de trabajo en la cual es posible la confluencia de la filosofía de la química, que es muy reciente (de las últimas tres décadas), y la llamada "concepción semántica de las teorías científicas": Luego describiremos brevemente algunos de los retos a superar cuando se pretende introducir estas reflexiones metateóricas en la enseñanza de la química. Finalmente ubicaremos esta emergente naturaleza de la química dentro de la agenda de investigación de la didáctica de la química.

LA NATURALEZA DE LA QUÍMICA

La línea de investigación NOS, luego de casi treinta años de historia, puede considerarse como consolidada en la didáctica de las ciencias actual; su aparición es cada vez más contundente en las revistas especializadas de nuestra disciplina (tales como *International Journal of Science Education*, *Science Education*, *Enseñanza de las Ciencias*, *Ciência e Educação* o la colombiana *Tecné*, *Episteme* y *Didaxis*). Las propuestas sobre qué naturaleza de la ciencia incluir y cómo hacerlo para educar científicamente han ido nutriéndose, con mayor o menor justificación teórica, de una diversidad de referentes de carácter "meta-". Nosotros preferimos alinearlos con

algunos intentos de vinculación de la filosofía de la química en la enseñanza de la química (e.g. Erduran, 2000, 2001; Scerri, 2001; Erduran y Scerri, 2003), pero posicionándonos desde la mirada propiamente didáctica y de manera de poner en valor la especificidad de la química como disciplina: esta perspectiva sería lo que aquí llamamos *naturaleza de la química*.

Si bien puede ser aceptado en la comunidad de didáctica de la química que la introducción de este componente de naturaleza de la química es pertinente y ajustado a los objetivos actuales de la educación química, no está aún consensuado qué debería hacer parte de ese componente y cómo podría llevarse a cabo su integración con el contenido químico “duro”². Sin embargo, es posible brindar algunos lineamientos generales en búsqueda de una caracterización de la naturaleza de la química; nuestro trabajo se dirige a este propósito.

Así, fundamentamos la naturaleza de la química, desde la didáctica de las ciencias, en la noción de *ciencia escolar* (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2003) y, desde la filosofía de la ciencia, tanto en la llamada “concepción semántica de las teorías científicas” (Fred Suppe, Ron Giere, Bas van Fraassen y el estructuralismo metateórico) como en la llamada “filosofía de la química”, que es muy reciente (e.g. Schummer, 1997; Scerri, 2005). Este posicionamiento inicial nos permite encuadrar nuestra comprensión de la naturaleza de la química en una característica que asumimos como esencial de la ciencia como actividad humana: su objetivo cognitivo de “dar sentido” (Izquierdo-Aymerich, 2005); en particular, de ese “dar sentido” aplicado sobre las entidades del mundo químico.

Algunos de los rasgos de la química como ciencia que tornan posible la “especificidad” de la naturaleza de la química han sido ya abordados desde la filosofía de la química contemporánea. Entre esos rasgos resaltamos, siguiendo a Martín Labarca (2005): la naturaleza de las entidades químicas, el problema del realismo, la autonomía de la química como disciplina, la modelización y la explicación en química, y la existencia e identificación de leyes y teorías en química. Todas estas temáticas han cobrado tal relevancia en la agenda de trabajo de la filosofía de la química que algunos de los resultados obtenidos ya han empezado a permear la didáctica de la química (cf. Schummer, 1999; Erduran, 2000, 2001; Scerri, 2001).

Desde la concepción semántica de las teorías científicas, y en particular desde los análisis acerca de la noción de “modelo científico”, es posible hacer emerger una caracterización semanticista de la química que aporte sustantivamente a los objetivos de la educación química, al proveer utillaje teórico para abordar las temáticas trabajadas por los filósofos de la química (algunas de ellas enumeradas en líneas anteriores). Una naturaleza de la química de cariz semanticista podría equipar a los estudiantes con herramientas intelectuales para establecer una crítica reflexiva sobre la química y dar a los profesores y profesoras fundamentos metateóricos para la toma de decisiones en las aulas.

ALGUNOS RETOS

Como hemos venido sosteniendo, para contribuir a la consecución de los objetivos actualmente asumidos para la educación química, los aportes de la naturaleza de la

²La ausencia de consensos respecto de qué contenidos deberían hacer parte de la naturaleza de la química es una situación “heredada” del campo general de la NOS, donde tampoco hay acuerdo respecto de qué contenidos *sobre* ciencia se tienen que enseñar y aprender dentro de la educación científica (ver Adúriz-Bravo et al., 2010; Díaz et al., 2016).

química resultan vertebrales. Sin embargo, su implementación en el currículo de química y en la formación del profesorado de química requiere de adecuaciones en los programas de estudio, en las metodologías de enseñanza y en los materiales didácticos. Todo ello está por hacerse. En efecto, lo novedoso de este conjunto de reflexiones y las disidencias teóricas al interior de la comunidad hacen que las propuestas de renovación en la línea de introducción de la naturaleza de la química en la enseñanza de la química por el momento constituyan experiencias aisladas muy incipientes. A nuestro juicio, resulta necesario apostar por la naturaleza de la química como tema de trabajo, fomentando la producción académica y propiciando los espacios de debate.

Estas dificultades señaladas hacen que el trabajo de vinculación sea una tarea desafiante, nada fácil de asumir. Nuestra intención es tratar de acercar a los profesores y profesoras de química algunos conceptos e ideas clave vinculadas a la reflexión filosófica sobre la química, que compondrían el corpus metacientífico de la naturaleza de la química.

Así, enseñar a pensar sobre hechos clave reconstruidos teóricamente haciendo uso tanto de “modelos químicos” como de “modelos acerca de la química” posibilitaría que los/las estudiantes (se) representen y “expliquen con química” trozos de la realidad, pero sobre todo que *den sentido* a los fenómenos que la química intenta explicar y a los modos en que la química hace esto.

LA NATURALEZA DE LA QUÍMICA COMO FOCO DE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA

En la didáctica de las ciencias naturales se reconoce la filosofía de la ciencia como la “piedra angular” para la fundamentación metateórica de la enseñanza de las ciencias. Con la integración explícita entre esas dos disciplinas, ocurrida treinta años atrás, se ha hecho evidente que, a fin de fundamentar sólidamente las investigaciones, reflexiones, actividades y producciones didácticas, es necesario acudir a las principales “metateorizaciones” generadas desde la filosofía de la ciencia a partir de la Segunda Guerra Mundial, acompañando ese aparato teórico con contribuciones de la historia y la sociología de la ciencia.

La didáctica de la química se ha venido desarrollando como un natural “desprendimiento” de la didáctica de las ciencias naturales que prioriza la especificidad de la disciplina a enseñar, con sus particularidades y matices. En ese desarrollo, las aportaciones de la filosofía de la química se han tornado cada vez más necesarias, haciendo posible reconocer líneas de trabajo de fuerte adhesión al área HPS, como las siguientes:

- Conocimiento y actividad profesionales de los profesores de química.
- Evaluación de aprendizajes en química.
- La perspectiva Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) para la enseñanza/aprendizaje de la química.
- Modelos de enseñanza e investigación en didáctica de la química.
- Ideas previas y cambio conceptual en química.
- Fundamentación epistemológica del currículo de química.
- Modelos y modelización en la química escolar.
- Explicación y argumentación en la química escolar.

Todas estas líneas de trabajo, que son constitutivas de la agenda actual de la didáctica de la química, tienen cruces fructíferos con las metaciencias. En la misma tónica, consideramos relevante incluir en esta lista la naturaleza de la química.

Para esta última línea la referencia metateórica principal, desde nuestra perspectiva, podría ser tomada de los avances de la filosofía de la química (Schummer 1997, 1999; Scerri 2001, 2005) y de las visiones epistemológicas “semanticistas” más recientes y dinámicas (Suppe, 1974; van Fraassen, 1980; Balzer et al. 1987; Giere, 1988). La combinación sinérgica de estas dos fuentes “meta-” permitiría introducir, en la educación química, consideraciones en acuerdo con el estado del arte de la filosofía de la ciencia y al mismo tiempo de alta especificidad para entender “qué es esa cosa llamada química” (Díaz et al., 2016).

A modo de conclusión

Si bien no nos es posible plantear aquí conclusiones formalizadas acerca de cuáles son las aportaciones más centrales y significativas de la naturaleza de la química para la educación química y la formación del profesorado de química, en los párrafos que anteceden hemos abogado por una sinergia productiva entre la concepción semántica de las teorías científicas y la filosofía de la química.

El argumento es el siguiente: el semanticismo brinda marcos metateóricos de gran precisión para analizar el principal producto de la actividad científica: las teorías (cf. Lorenzano, 2011); sus posibles aplicaciones al campo de lo didáctico, y en particular a la línea NOS, serían consecuencia directa de los resultados más que interesantes que ha generado para la elucidación de la naturaleza, estructura, dinámica y praxis de los modelos científicos. La filosofía de la química, por su parte, contribuye a la construcción de una imagen robusta de la química como disciplina autónoma que, aunque tiene relaciones esenciales con otras disciplinas como la física o la biología, muestra grandes diferencias que la “particularizan” en el conjunto de las disciplinas científicas experimentales y le dan un lugar destacada en la sociedad y la cultura de nuestra época.

REFERENCIAS

Adúriz-Bravo, A.; Ariza, Y.; Cardoso Erlam, N. Referencias epistemológicas en la construcción de una “naturaleza de la ciencia” para la alfabetización científica. *Revista Chilena de Educación Científica*, 2011, 10(2), 28-33.

Balzer, W.; Moulines, C.U.; Sneed, J.D. *An architectonic for science: The structuralist program*, 1987, Dordrecht: Reidel. (Versión castellana de P. Lorenzano: *Una arquitectónica para la ciencia: El programa estructuralista*, 2012, Bernal: Universidad Nacional de Quilmes.)

Díaz, C.A.; Ariza, Y.; Adúriz-Bravo, A. La filosofía de la química como referencia epistemológica en la construcción de una “naturaleza de la ciencia” para la formación del profesorado de química. *Campo Abierto*, 2016, 35(2), 59-68.

Erduran, S. Emergence and application of philosophy of chemistry in chemical education. *School Science Review*, 2000, 81, 85-87.

Erduran, S. Philosophy of chemistry: An emerging field with implications for chemistry education. *Science & Education*, 2001, 10(6), 581-593.

Erduran, S.; Scerri, E. The nature of chemical knowledge and chemical education. En Gilbert, J.K.; de Jong, O.; Justi, R.; Treagust, D.F.; J.H. van Driel (Eds.). *Chemical education: Towards research-based practice*, 2003, pp. 7-28, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Garritz, A.; Talanquer, V. Las áreas emergentes de la educación química: Naturaleza de la química y progresiones de aprendizaje. *Educación Química*, 2012, 23(3), 328-330.

Giere, R. *Explaining science: A cognitive approach*, 1988, Chicago: The University of Chicago Press. (Versión castellana de C.E. Gidi Blanchet: *La explicación científica: Un acercamiento cognoscitivo*, 1992, México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.)

Izquierdo-Aymerich, M. Hacia una teoría de los contenidos escolares. *Enseñanza de las Ciencias*, 2005, 23(1), 111-122.

Izquierdo-Aymerich, M.; Adúriz-Bravo, A. Epistemological foundations of school science. *Science & Education*, 2003, 12(1), 27-43.

Labarca, M. La filosofía de la química en la filosofía de la ciencia contemporánea. *Redes*, 2005, 11(21), 155-171.

Scerri, E. Some aspects of the metaphysics of chemistry and the nature of the elements. *HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry*, 2005, 11, 127-145.

Scerri, E. The new philosophy of chemistry and its relevance to chemical education. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 2001, 2, 165-170.

Schummer, J. Coping with the growth of chemical knowledge: Challenges for chemistry documentation, education, and working chemists. *Educación Química*, 1999, 10, 92-101.

Schummer, J. Towards a philosophy of chemistry. *Journal for General Philosophy of Science*, 1997, 28, 307-336.

Suppe, F. *The structure of scientific theories*, 1974, Urbana: University of Illinois Press.

van Fraassen, B. *The scientific image*, 1980, Oxford: Clarendon Press.