



MONOGRÁFICO

Modelización y argumentación en la enseñanza de las Ciencias Experimentales

## MODELIZACIÓN Y ARGUMENTACIÓN EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES

**Andrea REVEL CHION**

Universidad de Buenos Aires  
andrearevelchion@gmail.com

**Agustín ADÚRIZ-BRAVO**

Universidad de Buenos Aires  
aadurizbravo@cefiec.fcen.uba.ar

El presente monográfico aborda la modelización y la argumentación científicas escolares, que constituyen sin lugar a dudas dos de las líneas de investigación e innovación más centrales y más productivas de la actual didáctica de las ciencias experimentales (ver, por ejemplo, Clement, 2000 para modelización y Faize *et al.*, 2018 para argumentación). El monográfico comprende cuatro artículos en los que un total de doce autores procedentes de cuatro países de Hispanoamérica (Argentina, Chile, España y Colombia) presentan marcos teóricos, reflexiones, resultados de pesquisa y recomendaciones de enseñanza en torno a las estrategias didácticas basadas en la modelización y la argumentación y, en algunos casos, apuntan tímidamente a posibles integraciones entre ellas.

El interés de los didactas por la naturaleza y el papel de los modelos en la ciencia y en su enseñanza data de los inicios mismos de nuestra disciplina, hace más de cuatro décadas, y se ha incrementado notablemente en los últimos años. Tal como se afirma en los tres primeros artículos del monográfico, se trata de una línea en la cual ya hay una vasta literatura acumulada, que contiene aportes desde diversos campos teóricos y que apunta a la elucidación del concepto de “modelo”, que es fuertemente polisémico y no exento de polémicas en la academia.

Al día de hoy, contamos con diversas caracterizaciones técnicas sofisticadas de los modelos científicos, provenientes de la filosofía de la ciencia (ver un resumen de muchas de ellas en Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich, 2009); varias de esas caracterizaciones han sido transpuestas para la enseñanza de las ciencias. Con esta plataforma teórica, se ha venido hablando de una didáctica de las ciencias “basada en los modelos y en la modelización” (Halloun, 2004; Gilbert y Justi, 2016).

Por otra parte, el interés de nuestra comunidad por las características y función del discurso argumentativo, que es más reciente (aparece en los últimos años del siglo XX), parece ser consecuencia de haber abierto la “caja negra” del lenguaje en la enseñanza de las ciencias para

mirar en detalle y con sólida fundamentación teórica las interacciones lingüísticas que se producen en las aulas de ciencias. Entre los elementos que emergieron cuando se logró derrumbar la imagen positivista del lenguaje científico con la que se trabajaba, destaca la relevancia que tiene reconocer el carácter particular que adquieren los “juegos del lenguaje” al interior de cada una de las disciplinas. Tal reconocimiento tiene como corolario que los géneros discursivos propios de las disciplinas escolares deben ser enseñados conforme se abordan los contenidos específicos. Esto obliga a no “descansar” en las competencias letradas que los estudiantes pudieran haber aprendido en el marco de las asignaturas de lengua; ciertamente, muchas cuestiones de la escritura académica se transfieren parcialmente entre áreas curriculares, pero algunos géneros discursivos especializados, como el “informe de laboratorio”, deben ser aprendidos en las clases de ciencias, que son su contexto de uso (Navarro y Revel Chion, 2013).

Entendemos que la competencia argumentativa (traducida en la producción de un texto que explica y aporta pruebas) resulta medular en una educación científica de calidad, puesto que facilita el desarrollo de criterios “epistémicos” (de evaluación de la validez del conocimiento) en los estudiantes y ayuda a su “enculturación” en la comunidad científica. Aprender los contenidos de la ciencia escolar supone apropiarse de prácticas relacionadas con producir, comunicar y evaluar conocimientos (Navarro y Revel Chion, 2016), y la argumentación está entre las más importantes de esas prácticas.

Modelizar y argumentar en el contexto de la ciencia escolar supone comprometerse con prácticas epistémicas y utilizar criterios de evaluación que estarían estrechamente relacionadas con el pensamiento crítico, ya que tales prácticas y criterios habilitarían el acceso a la comprensión y a la aplicación de explicaciones científicas relevantes para el ejercicio de ciudadanía en democracia (ver Bati y Kaptan, 2015 para el caso de los modelos y Erduran y Jiménez-Aleixandre, 2008 para el de la argumentación).

En los cuatro artículos que siguen se profundiza en la reflexión didáctica sobre los modelos y la argumentación con investigaciones empíricas que incluyen, además, posicionamientos teóricos explícitos con un alto grado de originalidad. Los primeros tres trabajos estudian la modelización científica escolar en la educación obligatoria y en la formación del profesorado de ciencias. En el primero hay varias referencias a procesos de explicación basada en modelos, y en el segundo se profundiza mucho más en la relación entre modelos y explicación, aunque sigue sin aparecer la argumentación como tal. Es en el tercer trabajo en donde se introduce la argumentación como una fase específica del proceso de modelización, proponiéndose una relación explícita y sustantiva entre ambas estrategias didácticas. Por su parte, el cuarto trabajo está enteramente dedicado a la argumentación científica escolar, e incluye también, aunque muy brevemente, la perspectiva de la argumentación basada en modelos.

El primer artículo, que tiene como autores a Carlos Díaz, Fredy Garay, Jhon Deivi Acosta y Agustín Adúriz-Bravo, reflexiona con diversas herramientas teóricas acerca de cómo los profesores de química en formación comprenden y utilizan los modelos científicos mientras aprenden a enseñar ciencias experimentales. Los autores analizan los modelos desde una perspectiva “epistémica”, es decir, considerándolos como una categoría epistemológica central en la producción

del conocimiento científico erudito y, por tanto, en la construcción del conocimiento científico escolar. Para su análisis toman contribuciones recientes y actuales de la filosofía de la ciencia y la didáctica de las ciencias experimentales, especialmente del ámbito iberoamericano, que pueden ubicarse en la perspectiva conocida como “concepción semántica de las teorías científicas”, del último cuarto del siglo XX. Según estos autores, si se entiende la modelización como una “mediación” para aplicar teorías a los fenómenos, se puede preparar a los futuros profesores para repensar el “componente teórico” de la ciencia como logro intelectual a enseñar para entender el mundo.

En el segundo artículo, Cristian Merino, Patricia Moreira y Ainoa Marzabal caracterizan el desarrollo de los modelos científicos “expresados” (esto es, externalizados con algún medio simbólico) sobre fenómenos eléctricos en estudiantes de educación secundaria. Utilizan para ello una perspectiva de análisis “sistémica” que atiende simultáneamente a las estructuras, los procesos y las interacciones y control en cada paso de la modelización. En su trabajo, los autores definen los modelos científicos también desde una matriz semántica, considerándolos representaciones (en cualquier modo semiótico, como lenguaje natural, matemática, maquetas, imágenes, simulaciones...) que permiten pensar, decir y hacer con coherencia y rigor sobre los sistemas naturales bajo estudio. Adhieren así a la consideración semántica de que los modelos (científicos y escolares) son las unidades básicas del razonamiento del científico. El corpus de datos empíricos bajo análisis está constituido por producciones escritas de los estudiantes, en las que ellos desarrollan explicaciones para los fenómenos eléctricos observados en clase.

Caterina Solé, Isabel Hernández y Conxita Márquez estudian, en el tercer artículo, cómo el ciclo de modelización propuesto por Digna Couso y Anna Garrido, investigadoras de la Universitat Autònoma de Barcelona, sirve para analizar los distintos procesos que promueven la modelización dentro de una unidad didáctica. Las autoras parten de la tesis de que es necesario enseñar cómo se genera y valida el conocimiento científico como parte de la educación científica. Para ello adhieren a la idea de que es conveniente reflexionar, en las clases de ciencias, acerca de cuatro prácticas científicas centrales (cuerpos teóricos, datos, argumentaciones y lenguajes). En este artículo, nuevamente, se adopta una caracterización semántica de los modelos científicos, por oposición a la idea clásica de que son solo representaciones que siguen de cerca al sistema bajo estudio a modo de “maquetas”; el modelo es entendido como un conjunto de enunciados simbólicos y abstractos que se utilizan para describir, predecir o explicar los fenómenos modelizados.

Por último, en el cuarto artículo, autorado por Francisco Javier Ruiz y Libardo Ocampo, se defiende la importancia de enfocar los estudios de la didáctica de las ciencias experimentales en la argumentación “multimodal” (oral, escrita y con otros medios expresivos de soporte). En este texto se reconoce la argumentación como una práctica lingüística que, por su arquitectura misma, fortalece los procesos de enseñanza de las ciencias en los primeros años de la educación. Desde el punto de vista teórico, los autores estudian la argumentación bajo una perspectiva “dialógica”, que tiene en cuenta, además de la variedad de saberes en juego y del uso de diferentes lenguajes para validarlos y comunicarlos, la construcción colectiva de comprensiones sobre el mundo al interior de la comunidad del aula. Asumen, además, que la argumentación científica escolar es un acto de habla en el cual las herramientas discursivas utilizadas vehiculan actitudes y valores hacia la ciencia.

En resumen, el monográfico que aquí presentamos persigue contribuir al estudio de dos cuestiones reconocidas como centrales para una enseñanza de las ciencias de calidad. La primera cuestión se refiere a la pretensión de que los estudiantes puedan pensar en los fenómenos naturales con modelos teóricos robustos que les permitan formularse explicaciones más acabadas y, si fuera posible, que los habiliten a intervenir activamente sobre esos fenómenos. La segunda cuestión tiene que ver con la incorporación de instancias de enseñanza, práctica, monitoreo y evaluación de la argumentación, entendiéndola como una competencia. Creemos, además, que la lectura de los artículos que siguen invita a intentar vincular ambas cuestiones a partir de la tesis de que es posible que nuestros estudiantes piensen el mundo que los rodea con modelos y que argumenten sobre esos modelos durante su construcción y aplicación.

### Referencias bibliográficas

- Adúriz-Bravo, A., e Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 4(1), 40-49.
- Bati, K., y Kaptan, F. (2015). The effect of modeling-based science education on critical thinking. *Educational Policy Analysis and Strategic Research*, 10(1), 39-58.
- Clement, J. (2000). Model based learning as a key research area for science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1041-1053.
- Erduran, S., y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2008) *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*. Dordrecht: Springer.
- Faize, F. A., Husain, W., y Nisar, F. (2018). A critical review of scientific argumentation in science education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 475-483.
- Gilbert, J. K., y Justi, R. (2016). *Modelling-based teaching in science education*. Cham: Springer.
- Halloun, I. (2004). *Modeling theory in science education*. Londres: Kluwer.
- Navarro, F. y Revel Chion, A. (2013). *Escribir para aprender: Disciplinas y escritura en la escuela secundaria*. Buenos Aires: Paidós.
- Navarro, F., y Revel Chion, A. (2016), Shaping disciplinary discourses in high school: A two-way collaborative writing program. En J. S. Blumner y P. B. Childers (Eds.), *WAC partnerships between secondary and postsecondary institutions* (pp. 47-61). Anderson: Parlor Press.