

ESTUDIOS SOBRE LA ENSEÑANZA DE LA ARGUMENTACIÓN CIENTÍFICA ESCOLAR

REVEL CHION¹, ANDREA; COULÓ^{1,2}, ANA; ERDURAN³, SIBEL; FURMAN⁴, MELINA; IGLESIA¹, PATRICIA; ADÚRIZ-BRAVO¹, AGUSTÍN (coord.)

¹ Grupo de Epistemología, Historia y Didáctica de las Ciencias Naturales, Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires; CEFIEC, Pabellón 2, Ciudad Universitaria, (C1428EHA) Buenos Aires, Argentina.

² Departamento de Filosofía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.

³ Graduate School of Education, University of Bristol, Bristol, Reino Unido.

⁴ Urban Science Education Center, Teachers College, Columbia University, Nueva York, Estados Unidos.

Palabras clave: Argumentación científica escolar; Procedimientos cognitivo-lingüísticos; Modelización; Componentes de la argumentación; Naturaleza de la ciencia.

OBJETIVO

El propósito de esta comunicación es reseñar diversas investigaciones e innovaciones que nuestro grupo realiza en torno a la enseñanza de la *argumentación científica escolar*, entendida como habilidad cognitivo-lingüística compleja de importancia central para la alfabetización científica. Inicialmente resumimos dos de ellas, una de carácter teórico y otra de carácter empírico, que están ya relativamente concluidas. Luego presentamos algunas de las iniciativas que estamos comenzando con nuevos colaboradores.

Venimos trabajando, desde hace cuatro años, en diversas conceptualizaciones teóricas, diseños didácticos e investigaciones evaluativas en torno al papel de la argumentación dentro de la formación de estudiantes y profesores de ciencias naturales. Nos inscribimos en la perspectiva conocida como *naturaleza de la ciencia*, que explora las ideas que tienen diversas poblaciones (estudiantes, profesores) *sobre* la ciencia, y luego utiliza aportaciones de las metaciencias (principalmente, de la epistemología y la historia de la ciencia) para que ellos construyan una imagen de ciencia más potente.

MARCO TEÓRICO

La didáctica de las ciencias naturales ha venido prestando una atención creciente, en los últimos veinte años, al estudio del lenguaje en las clases de ciencias en los diferentes niveles educativos, desde muy diversas perspectivas teóricas (Sutton, 1992; Lemke, 1997; Candela, 1999; Sanmartí, 2003). Entre las producciones que se inscriben en esta área de investigaciones, hay una línea de trabajo dedicada a explorar el lugar que ocupa la *argumentación* en la educación científica (Jiménez Aleixandre y Díaz de Bustamante, 2003; Osborne et al., 2004).

Por otra parte, la argumentación es vista, desde la lingüística y la epistemología actuales, como una herramienta central de la ciencia para construir relaciones sustantivas entre modelos y evidencias (Martin y Veel, 1998). Es por ello que la línea de investigación didáctica llamada naturaleza de la ciencia (NOS) se dedica a estudiarla con particular interés (Duschl, 1998).

Nuestro propósito es ayudar a estudiantes y a profesores de ciencias naturales a entender la doble naturaleza, de *proceso* y de *producto*, de los logros intelectuales de la ciencia. Esto es, no sólo qué sabemos sino también cómo lo sabemos (Duschl, 1998) y *por qué* la actividad científica está a menudo caracterizada por la controversia, el disenso y la necesidad de elección entre elementos teóricos en pugna.

Esto requiere un trabajo sistemático de exploración discursiva de la interacción entre las ideas teóricas y la evidencia que las apoya. En otras palabras, estudiantes y profesores han de tomar conciencia de que las ideas científicas no necesariamente se parecen a las del sentido común ni resultan siempre evidentes (Osborne et al., 2004), sino que son más bien los productos laboriosos de una de las más importantes actividades cognitivas y sociales de la humanidad. De allí que creemos que la habilidad cognitivo-lingüística de argumentar, que vincula fenómenos, modelos, evidencias y explicaciones, ha de tener un papel central en las clases de ciencias naturales.

DESARROLLO DEL TEMA

Jiménez Aleixandre y Díaz de Bustamente (2003: 361) definen la argumentación en ciencias, en forma genérica, como “la capacidad de relacionar datos y conclusiones, de evaluar enunciados teóricos a la luz de los datos empíricos o procedentes de otras fuentes”. Por otra parte, el Grupo LIEC (Lectura y Enseñanza de las Ciencias) de la Universitat Autònoma de Barcelona, provee una definición más específica:

La argumentación es una actividad social, intelectual y verbal que sirve para justificar o refutar una opinión, y que consiste en hacer declaraciones teniendo en cuenta al receptor y la finalidad con la cual se emiten. Para argumentar hace falta elegir entre diferentes opciones o explicaciones y razonar los criterios que permiten evaluar como más adecuada la opción elegida. (Sanmartí, 2003: 123; la traducción es nuestra)

Argumentar es, entonces, elaborar un texto con la finalidad de cambiar el valor epistémico de las tesis sostenidas por el destinatario aportando razones significativas para él, de modo de hacerle ver que las nuevas ideas están ‘justificadas’ por la evidencia u otros medios.

Con base en estas propuestas, y en relación con nuestros objetivos de enseñar a argumentar científicamente y a pensar sobre la argumentación en secundaria y en universidad, nuestro grupo define la *argumentación científica escolar como la producción de un texto en el cual se subsume un fenómeno natural bajo un modelo teórico por medio de un mecanismo de naturaleza analógica*. Es decir, al argumentar se encuentran semejanzas entre el modelo teórico, abstracto, ‘epitómico’, y su contraparte concreta, que es la reconstrucción teórica del hecho. El establecimiento de esta semejanza no implica, sin embargo, que la sintaxis (superestructura) de la argumentación sea un razonamiento analógico: pueden participar estrategias deductivas, inductivas, abductivas...

Entendemos la argumentación científica (erudita y escolar) como un *procedimiento*, equiparable a las destrezas y habilidades prácticas y a las capacidades cognitivas y comunicativas necesarias para producir, evaluar y aplicar ciencia. Consideramos que se trata de un procedimiento de naturaleza *cognitivo-lingüística* (Sanmartí, 2003), pues se apoya en habilidades cognitivas de alta complejidad pero, al mismo tiempo, se vehiculiza a través del lenguaje oral o escrito, en *textos*, que entendemos como unidades de sentido.

En una argumentación científica, reconocemos cuatro componentes:

1. la *componente teórica*: en la argumentación se requiere de la existencia de un *modelo teórico* (en el sentido de Giere, 1988) que sirva como referencia al proceso explicativo;
2. la *componente lógica*: el texto argumentativo posee una estructura sintáctica muy rica y compleja, capaz de ser ‘formalizada’ en diversos tipos de razonamientos: deductivos, abductivos, causales, funcionales, transductivos...;
3. la *componente retórica*: al argumentar siempre existe la voluntad de persuadir al interlocutor, de cambiar el estatus que un conocimiento tiene para él; y

4. la *componente pragmática*: la argumentación se produce en un contexto, al cual se adecua y mediante el cual toma su completo sentido.

Con este conjunto de ideas teóricas pusimos en marcha diversos trabajos de innovación e investigación en aulas de secundaria (con estudiantes de ciencias) y de universidad (con futuros profesores de ciencias). A continuación, reseñaremos dos de estas producciones, que están prácticamente concluidas. Luego esbozaremos las nuevas líneas de trabajo que estamos comenzando.

La primera aportación, con carácter de innovación fundamentada teóricamente, consistió en la elaboración de una unidad didáctica para enseñar a argumentar a futuros profesores de biología. Esta unidad se presentó y analizó extensamente en otro trabajo (Meinardi et al., 2004). Nuestra intención era, a través de ella, enfatizar el carácter teórico del procedimiento de argumentar frente a los de describir, definir, resumir o narrar. Por otra parte, queríamos que nuestros profesores tomaran conciencia de la dificultad que implica, para los estudiantes, el argumentar con solvencia; pretendíamos instalar la necesidad de transformar la argumentación en un *contenido explícito a enseñar* dentro del currículo de ciencias naturales.

La segunda aportación, con carácter de investigación empírica, se propuso indagar las representaciones de los estudiantes de tres cursos de secundaria postobligatoria (de edades comprendidas entre los 15 y los 18 años) acerca de la naturaleza y el alcance de la argumentación científica escolar, y consensuar luego con ellos una definición operacional de dicha habilidad que estuviera más cercana a las que se sostienen actualmente desde la epistemología, la lingüística y la didáctica de las ciencias naturales. Tal consenso tenía el fin de establecer objetos y criterios de evaluación *compartidos* entre la profesora y los estudiantes para valorar las producciones escritas de tipología argumentativa que ellos elaboraran a lo largo del año escolar.

Para ello se trabajó con una secuencia didáctica diseñada en forma de ciclo *autorregulatorio* (Sanmartí, 2003). Primeramente, los estudiantes produjeron, en forma individual, sus propias definiciones sobre qué es argumentar en ciencias naturales. A continuación se les pidió que, en pequeños grupos y en plenario, compararan con sus compañeros esas definiciones del sentido común. Luego se trabajó con definiciones de argumentación provenientes de diccionarios y de textos especializados (se tomó la compilación que aparece en Jorba et al., 2000). De entre estos enunciados se seleccionaron algunos, susceptibles de ser empleados como criterio de evaluación para los cursos. Las ‘definiciones consensuadas’ de argumentación se aplicaron luego al reconocimiento de géneros textuales y a la producción de textos argumentativos.

Para el análisis de los datos, nos interesó particularmente caracterizar los textos elaborados por los estudiantes a través de evaluar su complejidad estructural, relevar los conectores empleados, reconocer la presencia de las cuatro componentes (teórica, lógica, retórica y pragmática) y estimar cuán explícito y robusto era el modelo teórico utilizado. También recabamos las mayores dificultades encontradas por los estudiantes a la hora de reconocer la tipología textual de la argumentación, distinguirla de otras y *descomponer* textos de función argumentativa (es decir, hacer una primera identificación de las citadas componentes).

Los resultados de esta indagación son objeto de otro trabajo (Revel Chion y Adúriz-Bravo, 2004), pero nos interesa recuperar aquí uno de los más relevantes: la existencia de genuinas ‘protoargumentaciones’ en los estudiantes. Es decir, si bien los textos producidos son de una complejidad superestructural mediana y tienen el modelo teórico subyacente desdibujado, se reconoce en ellos fuertemente la intención de satisfacer todos los requerimientos consensuados como característicos de una buena argumentación científica escolar.

En este momento estamos expandiendo nuestros trabajos iniciales a lo largo de nuevas líneas, en colaboración con otros grupos de investigación e innovación. Nos interesa particularmente analizar el papel que juega la argumentación en la formación y el desarrollo profesional del profesorado de ciencias naturales. Para ello queremos utilizar nuevos materiales didácticos (por ejemplo Erduran, 2005), fundamentados en investigaciones hechas en las aulas de ciencias.

También queremos diseñar pequeñas indagaciones de cariz evaluativo para poner en evidencia la existen-

cia de mejoras en el aprendizaje de los contenidos científicos a través de la apropiación de la capacidad de argumentar. Por último, queremos incursionar en el análisis de las diversas formas que la argumentación científica toma en los textos escritos con los cuales se trabaja en la educación científica. Para ello retomaremos las propuestas que usan el ‘patrón de argumentación de Toulmin’ como herramienta analítica (Sanmartí, 2003; Osborne et al., 2004) e intentaremos ver si también aparecen otras estructuras formales.

CONCLUSIONES

Establecemos una primera conclusión respecto a la implementación de instancias *explícitas* de enseñanza del procedimiento cognitivo-lingüístico de la argumentación y de su diferenciación de otros procedimientos científicos, como la definición, la descripción o la formulación de hipótesis. Creemos que esto vendría a saldar una “vieja deuda”: el discutible recurso de exigir, al momento de evaluar, una justificación, explicación o argumentación de las respuestas que se dan a las preguntas sin haber analizado, apropiado y practicado estas habilidades y sin haber tenido en cuenta que los términos que las designan adquieren significados bien distintos en el lenguaje cotidiano.

Por otra parte, creemos que el trabajo explícito sobre la argumentación, desde un nivel metateórico, ayuda a nuestros estudiantes y profesores a reconocer la importancia de este procedimiento científico en la elección entre teorías (el llamado *juicio científico*) y, por tanto, en la misma producción de la ciencia.

Al mismo tiempo, la estrategia de trabajar el ‘hablar ciencia’ contribuye a que estudiantes y profesores sean capaces de identificar qué tipologías textuales solo aportan datos, definen convencionalmente o narran una historia, y cuáles de ellas pretenden poner en marcha un modelo teórico de la ciencia intentando, al mismo tiempo, persuadir al destinatario de su potencia explicativa. Las habilidades que pretendemos fomentar en nuestros estudiantes y profesores de ciencias pueden llevarlos a producciones escritas y orales cada vez más ricas y robustas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Fundación Antorchas, a la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad de Buenos Aires y a la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Argentina su apoyo para la realización de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CANDELA, A. (1999). *Ciencia en el aula. Los alumnos entre la argumentación y el consenso*. México: Paidós.
- DUSCHL, R. (1998). La valoración de argumentaciones y explicaciones: promover estrategias de retroalimentación. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 16 (1), pp. 3-20.
- ERDURAN, S. (2005). *Teaching resources in ideas and evidence*. CD-ROM. Londres: Gatsby Foundation.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P. y DÍAZ DE BUSTAMANTE, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 21 (3), pp. 359-370.
- JORBA, J., GÓMEZ, I. y PRAT, À. (eds.) (2000). *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situaciones de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*. Madrid: Síntesis.
- LEMKE, J. (1997). *Aprender a hablar ciencia*. Barcelona: Paidós. (edición original en inglés de 1990)
- MARTIN, J.R. y VEEL, R. (eds.) (1998). *Reading science*. Londres: Routledge.
- MEINARDI, E., BONAN, L., GONZÁLEZ GALLI, L., REVEL CHION, A. y ADÚRIZ-BRAVO, A. (2004). Teaching scientific argumentation to prospective biology teachers, en METZ, D. (ed.). *7th International History, Philosophy, and Science Teaching Conference*, CD-ROM, pp. 662-665. Winnipeg: University of Winnipeg.
- OSBORNE, J., ERDURAN, S. y SIMON, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 41 (10), pp. 994-1020.
- REVEL CHION, A., ERDURAN, S. y ADÚRIZ-BRAVO, A. (2004). Argumentación científica escolar: consensuando

su significado en clases de ciencias naturales de secundaria, en *III Congreso Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales*, CD-ROM. Guatemala: Universidad de San Carlos.

SANMARTÍ, N. (coord.) (2003). *Aprender ciencias tot aprenent a escriure ciència*. Barcelona: Edicions 62.

SUTTON, C. (1992). *Words, science and learning*. Busckingham: Open University Press.