

# **ESTRATEGIAS DE ARGUMENTACIÓN DE LOS TEXTOS SOBRE LA TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA, A PARTIR DE LAS LEYES DE ELECTRICIDAD**

**GARCÍA DE CAJÉN<sup>1</sup>, SILVIA y DOMÍNGUEZ CASTIÑEIRAS<sup>2</sup>, JOSÉ MANUEL**

<sup>1</sup> Dpto. de Profesorado de Física y Química. UN del Centro. Argentina. <sgarcia@fio.unicen.edu.ar>

<sup>2</sup> Dpto. de Didáctica das Ciencias Experimentais. USC. España. <ddacabdz@usc.es>

---

**Palabras clave:** Textos; Argumentación; Problema auténtico; Energía eléctrica.

## **OBJETIVO**

El propósito del presente trabajo es poner de manifiesto los perfiles argumentativos de los libros texto que el profesorado, de tercer ciclo de Educación General Básica del actual sistema educativo argentino, recomiendan a sus alumnos (12 a 14 años).

Dichos perfiles se estudian desde el punto de vista de aplicación de las leyes de la electricidad y en relación con el tratamiento de una cuestión problemática auténtica, relacionada con la transformación de energía eléctrica en una resistencia óhmica.

## **MARCO TEÓRICO**

Al igual que en otros países, en la República Argentina, en los documentos emanados de la Reforma educativa de 1995 (DGCE, 1997), se subraya que uno de los fines principales de la enseñanza de las ciencias en la etapa obligatoria es la *alfabetización científica*.

Esta reforma ha dado lugar a cambios significativos en el Sistema Educativo argentino. A este respecto hay que destacar el establecimiento de un Tercer ciclo de Educación General Básica (12 a 14 años) denominado EGB3, que supuso la integración de los niveles primario y secundario, existentes con anterioridad a la misma.

La alfabetización científica está íntimamente relacionada con la formación de ciudadanos responsables. El papel que debería cumplir dicha formación es el del desarrollo de: la capacidad crítica, mediante la que se pueda evaluar la información; la conciencia sobre el impacto de las actuaciones propias y ajenas; y la capacidad para tomar decisiones basadas en opiniones argumentadas.

Estos fines deberían suponer modificaciones en la selección de contenidos de aprendizaje y en la forma de tratarlos, y, en consecuencia, incluir, dentro de los mismos, el aprendizaje de *destrezas de razonamiento y de argumentación* (Jiménez y col., 1998). Desde esta perspectiva, aprender ciencias no solamente implica la construcción de nuevos significados sino también el uso, por parte de los estudiantes, del conocimiento procedural o estratégico, que contribuirá positivamente a su éxito académico (Duschl, 1995).

Consecuentemente con lo anterior y teniendo en cuenta las nuevas demandas educativas de la sociedad de la información y del conocimiento, se pone de manifiesto la necesidad de aplicar a la enseñanza de la ciencia la idea que se deriva desde la perspectiva del denominado constructivismo social: aprender y enseñar ciencias dejan de ser procesos de repetición y acumulación de conocimientos para convertirse en procesos mediante los que, el que aprende, ha de construir personalmente los productos y procesos culturales con el fin de apropiarse de ellos en un contexto que facilite la integración del trabajo individual con el trabajo en grupo.

Scott y Mortimer (2002) señalan una nueva dirección para investigar en educación en ciencias, centrada en el estudio de cómo los significados se desarrollan a través del lenguaje y otros modos de comunicación en el aula de ciencias. Esto implica evolucionar de los estudios centrados en cómo interpreta y explica individualmente el estudiante fenómenos específicos, a los que tienen por objetivo investigar cómo los estudiantes comprenden y desarrollan significados en el contexto social del aula.

También sostienen que la interacción discursiva constituye el propio proceso de hacer significados, pero señalan que aún se conoce poco sobre el apoyo que brindan los profesores para la construcción de significados en el aula, sobre cómo se representan las interacciones y sobre cómo las diferentes maneras de hablar constituyen un fuerte apoyo del conocimiento del estudiante.

La elección de un fenómeno relacionado con la transformación de la energía eléctrica, y de abordarlo a través de la aplicación de las leyes básicas de electricidad, se realiza teniendo en cuenta la significatividad social del mismo: a los hogares argentinos llega información de las empresas proveedoras de energía eléctrica, en la que se detalla la potencia eléctrica de diversos electrodomésticos, como elemento de la campaña para el *uso racional de la energía* en el marco de lo que los medios de difusión denominan *crisis de la energía*.

Hemos elegido investigar el perfil argumentativo de los libros de texto que usan los alumnos, pues consideramos que son fuentes de conocimiento escolar recomendadas por el profesorado y que son relevantes en el proceso de construcción de significados en el aula.

## METODOLOGÍA

### La muestra

La muestra investigada surge de una encuesta aplicada al profesorado en formación inicial, que realiza sus prácticas docentes, y al profesorado en ejercicio en EGB3, respecto a qué libros aconsejarían consultar al alumnado para profundizar acerca del fenómeno sobre el cual se plantea una problemática real.

Resulta una muestra constituida por cinco libros de texto de Tercer Ciclo de Educación General Básica (EGB3), de uso habitual en las aulas de Ciencias Naturales de las escuelas de la región centro de la Provincia de Buenos Aires. Los libros pertenecen a editoriales muy conocidas por los docentes de los diversos niveles de enseñanza y por las instituciones de Formación de Profesores del contexto de investigación: Estrada (E), Santillana (S) y Plus Ultra (P). De estos libros, dos de ellos corresponden a octavo año de EGB: E.8 y S.8; dos a noveno año de EGB: E.9 y S.9, mientras que el quinto de ellos es integrador de EGB3: P.9.

### Estrategia de recogida de información. Vaciado y Problema auténtico

La recogida de información de los libros de texto se realiza utilizando una estrategia de *vaciado* de la información referida a los conceptos básicos y elementos del discurso asociados al estudio del fenómeno de calentamiento de una resistencia eléctrica. El discurso se vacía transcribiendo los apartados en los que se presenta el fenómeno, sus conceptos claves y las actividades relacionadas con la resolución del citado *problema auténtico* (Reigosa Castro y cols., 2000), específicamente diseñado (Cuadro I) a partir de una de las salidas integradoras de la *Actividad Abierta “Circuito”*, del Proyecto AcAb (García-Rodeja y cols., 1994), asociado a una situación cotidiana.

*Imagínate que es necesario calefaccionar la sala de profesores de la escuela en que tu ejerces como profesor de Física. Dado que en la sala solamente existe posibilidad de obtener conexión de tipo eléctrica, los profesores decidieron comprar una estufa eléctrica.*

*Considerando tu formación disciplinar, te han dado la tarea de ir a comprarla, puesto que confían que eres la persona más adecuada para elegir la estufa que logre calefaccionar mejor la sala.*

*Una vez en el comercio, te ofrecen dos estufas que se pueden enchufar a la red eléctrica de la escuela. Las resistencias de ambas estufas son del mismo material, tienen igual sección, pero una tiene mayor longitud que la otra.*

***Debes decidir cuál comprar y dar todas las razones en las que basas tu elección.***

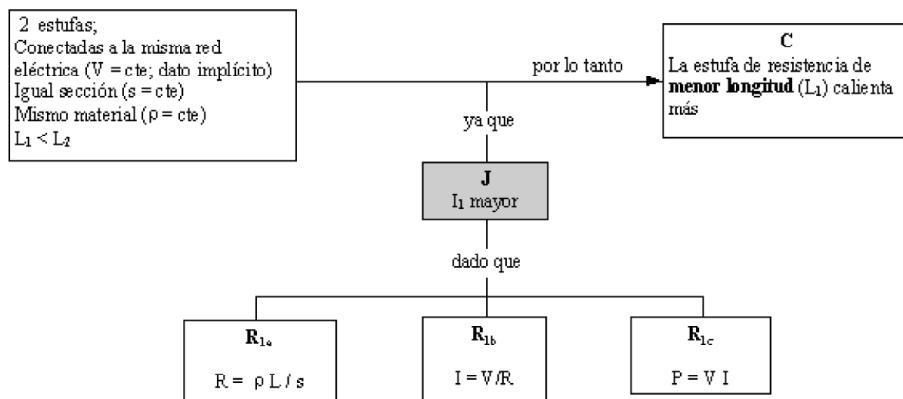
*Piensa que cuando vuelvas a la escuela deberás convencer a tus compañeros de que la estufa que compraste calefacciona más que la otra.*

**CUADRO 1**  
Problema auténtico

### Estrategia de análisis de la información. Esquema argumentativo referencial

Investigar sobre argumentación no sólo implica utilizar un tipo especial de herramientas de toma de datos, como son los *problemas auténticos*, sino también un tipo especial de herramientas de análisis -el *patrón argumentativo de Toulmin* (Reigosa Castro y cols., 2000) -a partir del que los investigadores han elaborado el referencial que constituirá el patrón de análisis del discurso (Esquema 1) de los libros de texto investigados.

Elaboramos así, a partir de las leyes de la electricidad, un esquema argumentativo (Esquema 1), cuya conclusión es que debemos comprar la estufa cuya resistencia es la de menor longitud ( $L_1$ ). Destacamos que la conclusión se justifica a partir de que  $I$  es distinta en cada circuito ( $I_1 \neq I_2$ ), en nuestro caso  $I_1 > I_2$ , utilizando los respaldos que aparecen en el esquema.



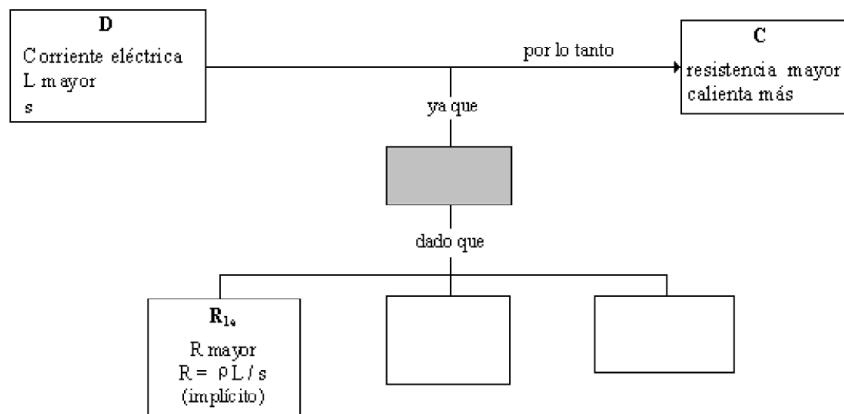
**ESQUEMA 1**  
Referencial elaborado a partir de las leyes de la electricidad

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

Vaciado el discurso de los libros de texto de la muestra investigada, se estudian los episodios que revisten conocimiento relevante para la argumentación sobre el problema auténtico referido a la transformación de la energía eléctrica en una resistencia óhmica. El patrón argumentativo de Toulmin, como herramienta de análisis de los *episodios*, aporta elementos que permiten poner en evidencia el *perfil argumentativo* de cada uno de los libros de texto.

De este modo se pueden contrastar los elementos (Datos, Justificación, Respaldo) del perfil argumentativo de cada libro de texto de la muestra investigada, con el referencial basado en las leyes de electricidad. Recordemos que la resolución del problema auténtico requiere del reconocimiento de la diferencia de

potencial (V), la longitud de la resistencia (L) y la naturaleza del conductor como datos y además, operativizar como respaldos la ley de Ohm ( $I = V/R$ ), la resistencia en función de sus dimensiones ( $R = \rho L/s$ ) y la potencia eléctrica ( $P = VI$ ). A modo de ejemplo mostramos el esquema elaborado a partir del discurso del libro de texto P.9.



ESQUEMA 2

#### Comparación entre el argumento referencial basado en las leyes de electricidad y la argumentación del libro de texto P.9

La contrastación pone de manifiesto que el tratamiento del fenómeno en los textos de 8vo. año de EGB (E.8; S.8) se realiza sin utilizar ninguna de las leyes de electricidad expresadas en el referencial (Esquema 1) ya que se recurre a analogías.

En cambio, los tres textos de 9no. año operativizan la expresión de la resistencia en relación con sus dimensiones, constituyendo único respaldo en dos de ellos (S.9 y P.9). Sólo el texto E.9 utiliza, además de la expresión anterior, la ley de Ohm y la potencia eléctrica, es decir la totalidad de los respaldos presentes en el referencial de la investigación.

De este modo en los libros S.9 y P.9 se parte de datos de las dimensiones de la resistencia, tal que a mayor longitud la resistencia es mayor. En relación con esta resistencia mayor se asocia, desde una concepción alternativa, una mayor atenuación de la corriente eléctrica al pasar por la resistencia, de allí mayor calentamiento.

El establecimiento de la concatenación proporcional entre mayor longitud - mayor resistencia - mayor calentamiento, sumado a la no operativización de la ley de Ohm, parecería conducir a un razonamiento sesgado. Este tipo de razonamiento no permite percibir que mayor resistencia implica menor intensidad de corriente eléctrica en todo el circuito, por lo tanto la situación es de menor calentamiento.

A pesar que las argumentaciones analizadas mayoritariamente tienden a conducir a conclusiones alternativas, realizadas las contrastaciones con el referencial basado en las leyes de electricidad se considera que con los elementos del libro, podría ser posible analizar el problema auténtico, siempre que el profesorado advierta la situación y elabore estrategias de enseñanza para abordar la relación inversamente proporcional entre resistencia e intensidad de corriente y la conceptualización del efecto Joule como un fenómeno producido por la circulación de corriente eléctrica.

## CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

ncia qué elementos y conocimientos de electricidad utilizan los diferentes libros de EGB3 al elaborar las estrategias de argumentación sobre el fenómeno de calentamiento en una resistencia.

Resulta relevante haber encontrado que un solo libro de texto (E.9) al realizar el tratamiento de la Ley de

Ohm, interpreta R como constante de proporcionalidad. En la mayoría de los libros de la muestra investigada, queda establecida la relación inversamente proporcional entre R e I, en el caso que V es constante. El tratamiento de la potencia eléctrica en la mayoría de los libros de texto, es cualitativo. Sólo uno de ellos (E.9) presenta la potencia eléctrica como una ley de la electricidad.

A través de los diferentes *episodios*, se logra conocer que el libro de texto E.9 es el único donde se encuentran, en la argumentación del fenómeno, todas las leyes expresadas en el referencial, brindando elementos que permitirían elaborar una Conclusión (C) académicamente correcta, en caso de presentar al lector el problema auténtico.

El problema abierto establece un marco referencial que requiere acudir a otros conceptos, que se establecen en los diferentes capítulos de los libros motivo de investigación. Sin embargo se detecta que en las secuencias de enseñanza que proponen, el tratamiento de los conceptos aparece por separado y que además la vinculación de los mismos en el tratamiento del fenómeno conduce a una situación que no permite establecer el argumento sobre el problema auténtico planteado, el cual parece romper con el tratamiento que hacen los libros sobre problemas tipo.

En definitiva, el análisis del discurso sobre el fenómeno de calentamiento en una resistencia pone de manifiesto que, aunque en los libros de texto se hacen explícitos los conceptos claves, estos no se utilizan para argumentar sobre la transformación de energía eléctrica en una resistencia óhmica y además no se potentian caminos de argumentación sobre problemas abiertos.

El conocimiento de dichos perfiles argumentativos podría constituir una oportunidad para que el profesorado orientase las estrategias de enseñanza y utilizase, con criterio científico, los libros de texto cuyo discurso es objeto de investigación. Sobre todo, si se tiene en cuenta que la formación en ciencias del ciudadano se realiza en un contexto donde, desde el ámbito oficial como del privado, se hace énfasis en los problemas energéticos que demandan operativizar las leyes básicas de la electricidad.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Al proyecto financiado por el MCYT, código BSO2002-04073-C02-02, parcialmente financiado con fondos FEDER. Al convenio de cooperación entre la USC (España) y la UN del Centro (Argentina) por la estancia de investigación en la primera de ellas.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- DGCE (Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires), (1997). *Documento Curricular B2*. La Plata.
- DUSCHL, R.A. (1995). Mas allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), pp.3-14.
- GARCÍA-RODEJA, E., LORENZO BARRAL, F., DOMINGUEZ CASTIÑEIRAS, J. M. (1994). *Proyecto AcAb, Actividades Abiertas para una Enseñanza Integrada de la Física*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Santiago de Compostela. España.
- JIMENEZ ALEIXANDRE, M<sup>a</sup>.P. (1998). Diseño Curricular: Indagación y Razonamiento con el Lenguaje de las Ciencias., *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), pp. 203-216.
- REIGOSA CASTRO, C. E., JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M<sup>a</sup>.P. (2000). La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio, *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2), 275-284.
- SCOTT, P. y MORTIMER, E. (2002). Discursive activity on the social plane of high school science classrooms: a tool for analysing and planning teaching interactions. Paper presented at the 2002 AERA. *Annual Meeting*, New Orleans. USA.