

Diseño de un instrumento para indagar el rigor conceptual y metodológico en los textos de ciencia

María B. García, Graciela Dell'Oro*

Abstract (*The design of an instrument to assess the theoretical and methodological strictness of the books*)

The aim of the current paper is to provide some epistemological and methodological reflections to teaching of chemistry. These thoughts make up the theoretical framework for the teaching learning situation. The design of an instrument to assess the theoretical and methodological strictness of the books is offered together with the pedagogical analysis.

Introducción

El presente trabajo tiene por objetivo aportar a la enseñanza de la química reflexiones epistemológicas y metodológicas que constituyen el marco conceptual desde donde se lleva a cabo la transposición didáctica.

Junto con el análisis pedagógico y, en función de éste, se presenta el diseño de un instrumento para evaluar el rigor conceptual y metodológico de los libros de texto de Química.

Algunas reflexiones sobre la enseñanza de la química

La sociedad actual se caracteriza por relacionar e interactuar con el conocimiento de un modo distinto del que se presentaba tradicionalmente. Lo que necesitan los alumnos del sistema educativo no es sólo más información, sino capacidad para organizarla e interpretarla. Para que el acceso a la nueva información se produzca con éxito es importante atender a dos cuestiones claves: por un lado, las actividades propuestas a lo largo del proceso de enseñanza y aprendizaje deben tender fundamentalmente a desarrollar estrategias metacognitivas en el alumno (Otero, 1997) y, por otro, es necesario que la nueva información, fundamentalmente presentada a través de material escrito, posea rigor conceptual y metodológico.

En este trabajo se analizará uno de estos aspectos: el referido al rigor conceptual y metodológico del libro de texto. Para realizar este análisis discutiremos previamente desde qué postura epistemológica y modelo didáctico se imparten los contenidos.

Desde hace años las investigaciones en educación se han centrado en los procesos cognitivos a través de los cuales el alumno aprende, y en las estrategias utilizadas por el docente en su interacción con la clase. Sin embargo, existen otras cuestiones que merecen la atención de los investigadores en didáctica de las ciencias. Una de éstas variables es la naturaleza del conocimiento científico que se enseña.

Otero señala: "Es muy posible que los métodos [...] hayan variado en las últimas décadas. También las ideas sobre la forma en que el alumno aprende. Sin embargo, la estructura conceptual de la ciencia que se enseña en los cursos se considera como algo dado e inamovible y ha estado normalmente fuera del alcance e interés de la investigación educativa: no constituye una variable problemática en las reflexiones y estudios sobre didáctica de las ciencias" (Otero, 1989).

El modelo de enseñanza y aprendizaje debe estar orientado a promover un cambio en la metodología acompañado de una profundización en el análisis de la estructura conceptual de la disciplina.

Uno de los problemas de la enseñanza de las ciencias naturales, como el de cualquier otra ciencia, reside en la selección y reflexión acerca de qué contenidos enseñar. Es decir, encontrar una manera de transformar el contenido "privado" en "público" (Otero, 1989). Por lo tanto, uno de los problemas de la enseñanza y aprendizaje de la química es de transposición didáctica.

La función de la enseñanza de la ciencia propuesta por Jiménez A. y Sanmartí (1997), consiste en el desarrollo de modelos explicativos que los alumnos deberán ir incorporando paulatinamente a través del proceso de enseñanza y aprendizaje.

La existencia de los modelos explicativos en el proceso de creación de la ciencia pueden ser interpretados desde la teoría de Lakatos (Lakatos, 1989; Niaz, 1994).

* Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Mar del Plata. Funes 3350. 7600 Mar del Plata, Argentina.

Correo electrónico: gdelloro@mdp.edu.ar

Recibido: 21 de mayo de 2002; aceptado: 14 de junio de 2002.

Para este autor, las teorías o programas de investigación constan de dos componentes distintos: un núcleo central, constituido por las ideas centrales de la teoría, y un cinturón protector de ideas auxiliares, cuya misión es impedir que el núcleo pueda ser refutado.

La química es susceptible de ser interpretada con la teoría lakatosiana ya que contiene un núcleo firme que no está en discusión, formado por un conjunto de teorías y leyes propias que constituyen el modelo químico. Este modelo es la herramienta que la Química tiene para explicar los más diversos fenómenos que ocurren en la naturaleza y que caen dentro de su campo de estudio.

El *modelo disciplinar (núcleo firme)* está formado por un conjunto de conceptos estructurantes que Gillespie (Gillespie, 1997) llama “Las grandes ideas de la química”, tal como se muestra en la figura 1.

La enseñanza de la química debe promover en los alumnos la construcción del modelo explicativo y, a su vez, guiarlos para que desarrollen una actitud tendiente a recurrir a dicho modelo cada vez que deban justificar propiedades y transformaciones de la materia. Bajo esta concepción del aprendizaje de las ciencias experimentales y atendiendo a todas las variables metodológicas que ya han sido investigadas resulta relevante analizar una de las herramientas más importantes de la enseñanza: los libros de texto.

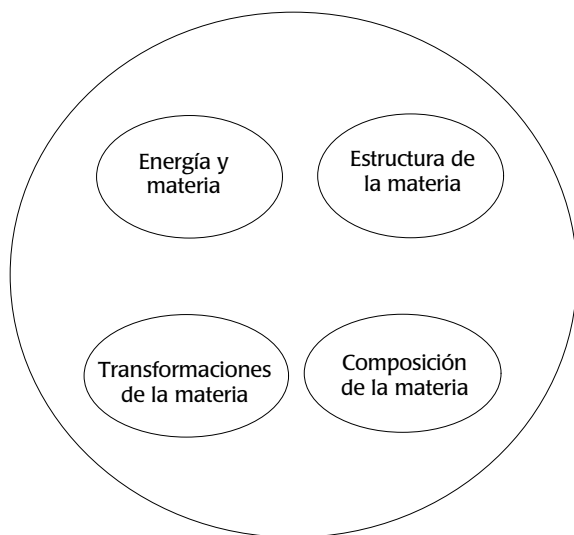


Figura 1. “Las grandes ideas de la Química”, según Gillespie (Gillespie, 1997).

La importancia de los libros de texto en la enseñanza de la Química

Los libros de texto han sido y continúan siendo el material curricular más utilizado para la enseñanza de las ciencias en todos los niveles educativos (Del Carmen y Jiménez Aleixandre, 1997). Por esto, uno de los recursos que merecen mayor atención en relación con la calidad de la enseñanza y aprendizaje de la química lo constituyen los libros de texto. Otero señala (Otero, 1997): “El libro de texto es una de las herramientas de enseñanza y aprendizaje más extendida. Mejorar el libro de texto, especialmente, como recurso para el aprendizaje de los alumnos, es por lo tanto, un problema de interés educativo”.

Las ciencias se expresan y se difunden mediante los textos y no podrían ser comprendidas sin ellos. Pero ¿de qué manera se los utiliza? Se sabe que, aunque en principio se opta por utilizar un libro de texto como instrumento de consulta en el aula, con el tiempo éste pasa a ser la guía principal del *currículum*. Los profesores dejamos que sea el libro el que marque los temas que han de trabajarse, el nivel de profundidad, las actividades de aprendizaje y las actividades de evaluación. (Bullejos, 1983; Villarrasa, 1992).

Las principales funciones del libro de texto se podrían resumir en:

- Recopilar información textual e icónica.
- Contener una propuesta didáctica concreta para ser puesta en práctica.
- Construir un recurso didáctico, es decir, proporcionar ayuda al profesor en la toma de decisiones.
- Proporcionar ayuda a aquellos docentes que se encuentran alejados geográficamente de centros universitarios y carecen de otras fuentes que resuelvan sus dudas y conflictos respecto a los contenidos y metodología.

Pero, si bien los libros de texto de ciencias deberían representar una ayuda en el aprendizaje de los alumnos, se sabe que éstos tropiezan con serios obstáculos cuando se enfrentan con ellos (Izquierdo-Rivera, 1997; Otero, 1990).

Según M. Sánchez, los problemas que presentan los textos escolares pueden agruparse en torno a cuatro dimensiones (Sánchez, 1997):

1. Los textos presuponen del aprendiz un conocimiento inicial sobre el tema que es excesivo y poco realista.
2. Los textos requieren del aprendiz una contribución excesiva para garantizar la coherencia.
3. Los textos carecen de unas metas de contenido claras y un plan correspondiente para alcanzarlas.

4. Los textos están redactados de tal manera que resultan opacos respecto a cómo unir unas ideas con otras, cómo diferenciar su grado de importancia y cómo articularlas entre sí.

Se han realizado distintos análisis de textos en Física (Izquierdo, Rivera, 1997; Guisasola J., 1997; Álvarez Pérez, 1997; De Dios, J., Jiménez y otros, 1997; Solaz Portolés y otros, 1993) en Biología (Grau, R., 1993). Sin embargo, los trabajos de análisis de textos en Química no son tan abundantes.

Los textos ayudan a aprender pero, a diferencia de otros recursos de aprendizaje, son obras literarias, y para utilizarlos correctamente es necesario conocer los aspectos fundamentales que hacen inteligible el lenguaje escrito (Izquierdo y Rivera, 1997).

Presentación de un instrumento de análisis de la calidad conceptual

A fin de acercar al docente una herramienta eficiente para controlar la calidad conceptual y metodológica de un texto, se diseñó un instrumento atendiendo al marco conceptual propuesto para la transposición didáctica y a los resultados de investigaciones ya realizadas en torno a la calidad del libro de texto. En función de sus respectivos aportes se plantearon las siguientes cuestiones que deben tenerse en cuenta a la hora de seleccionar un texto.

Cuestión 1 referida al rigor conceptual:

- ¿Presentan errores conceptuales? (Minnick Santa, C. y Alvermann, D., 1991)
- ¿Justifican sus afirmaciones recurriendo al “modelo químico” o a “Las grandes ideas de la Química” (Gillespie, 1997).

Cuestión 2 referida al rigor metodológico:

- ¿Adhieren implícita o explícitamente a un modelo de enseñanza/aprendizaje? (Jiménez A., 1997).
- ¿El desarrollo del diseño curricular es coherente con el modelo de enseñanza/aprendizaje al que han adherido? (Jiménez A., 1997).

Cada una de las cuestiones planteadas debe ser evaluada por el propio docente en el momento de realizar la revisión de su texto.

Guía para la aplicación del instrumento propuesto

A modo de guía se proponen las siguientes variables con sus respectivos indicadores.

Las variables serán denominadas a partir de ahora X.

- Respecto de la cuestión 1 denominada rigor conceptual:

X.1.1: Presencia de errores conceptuales

Definición operacional: Se considerará un error conceptual a:

- Todo concepto, definición o afirmación presentado de manera que contradiga las teorías, leyes y principios que pertenecen al núcleo duro de la Química.
- Todo concepto, definición o afirmación presentado de manera ambigua que, si bien no constituya un error en sí mismo, su ambigüedad induzca a errores en la interpretación por parte del lector.
- Toda palabra que conlleve implícito un error conceptual o una interpretación ambigua de un concepto dado.

Indicador: número de errores conceptuales presentes dentro del capítulo revisado.

X.1.2: Falta de justificación conceptual

Definición operacional: Se considerará una propiedad presentada sin justificación cuando se la describe y no se recurre al “modelo químico” para explicar él porqué de dicha propiedad

Indicador: número de propiedades físicas o químicas presentadas sin justificación desde el “modelo químico” en el texto revisado.

- Respecto de la cuestión 2 denominada deficiencia metodológica:

X.2.1(a): Adhesión explícita a un modelo de enseñanza y aprendizaje

Definición operacional: Se considerará que se ha adherido de forma explícita a un modelo de enseñanza y aprendizaje cuando se mencione alguno de ellos concretamente, como por ejemplo: conductismo.

Indicador: Presencia de párrafo en el que se menciona o describe un modelo de enseñanza y aprendizaje al que se adhiere.

X.2.1(b): Adhesión implícita a un modelo de enseñanza y aprendizaje

Definición operacional: Se considerará que se ha adherido a un modelo de enseñanza y aprendizaje de manera implícita cuando, en el prólogo del libro o al comienzo del capítulo, se describan características de dicho libro que permitan suponer que el autor

adhiera implícitamente a un modelo centrado en el alumno o en el docente.

Indicador: Presencia de párrafo en donde se promuevan características típicas de un modelo de enseñanza y aprendizaje.

X2.2: *Coherencia entre modelo de enseñanza al que se ha adherido explícita o implícitamente y diseño curricular*

Definición operacional: Si se adhirió explícitamente a un modelo de enseñanza y aprendizaje centrado en el docente, se considerará coherente con este modelo una unidad didáctica que, al revisarla, se obtenga respuestas negativas para el 50% o más de los indicadores de ésta variable. Si se adhirió a un

modelo de enseñanza y aprendizaje centrado en el alumno se considerará coherente con éste modelo a una unidad didáctica que, al revisarla, se obtenga una respuesta positiva al 50% o más de los indicadores de esta variable.

Indicador:

1. Presencia de objetivos formulados explícita o implícitamente (SÍ-NO)
2. Presencia de contenidos desarrollados: conceptuales, procedimentales y actitudinales o sólo conceptuales.
3. ¿Existe relación entre objetivos y contenidos? (SÍ-NO)
4. ¿Se presenta un organizador previo o introducción inicial del tema? (SÍ-NO)

PRESENTACIÓN DEL INSTRUMENTO:

		UNIDAD DE ANÁLISIS	CATEGORÍA	INDICADOR: FRECUENCIA
DEFICIENCIA CONCEPTUAL	X1.1: Presencia de errores conceptuales		A. Errores conceptuales.	
	X1.2: Falta de justificación conceptual		B. Ambigüedad conceptual	
			C. Ambigüedad lingüística	
DEFICIENCIA METODOLÓGICA	X2.1 (a): Adhesión explícita a un modelo de enseñanza/ aprendizaje		A. CENTRADO EN EL DOCENTE	
			B. CENTRADO EN EL ALUMNO	
	X2.1.b: Adhesión implícita a un modelo de enseñanza/ aprendizaje		A. CENTRADO EN EL DOCENTE	
		B. CENTRADO EN EL ALUMNO		
	X2.2: Coherencia entre modelo y unidad didáctica		1. ¿Se formulan objetivos explícita o implícitamente?	
		2. ¿Se desarrollan contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales o sólo conceptuales?		
		3. ¿Existe relación entre objetivos y contenidos?		
		4. ¿Se presenta un organizador previo o introducción inicial del tema?		
		5. ¿Se utilizan ejemplos cotidianos, analogías, etcétera?		
		6. ¿Se planten actividades que requieran la utilización de conocimientos previos?		
		7. ¿Se proponen problemas a resolver?		
		8. ¿Se proponen experiencias a realizar por el alumno?		
		9. ¿Se presentan actividades de resumen que favorezcan la sistematización?		
		10. ¿Se proponen actividades de autoevaluación?		

5. ¿Se utilizan ejemplos cotidianos, analogías etcétera, (SÍ-NO)
6. ¿Se plantean actividades que requieran la utilización de conocimientos previos? (SÍ-NO)
7. ¿Se proponen problemas a resolver? (SÍ-NO)
8. ¿Se proponen experiencias a realizar por el alumno? (SÍ-NO)
9. ¿Se presentan actividades de resumen que favorezcan la sistematización? (SÍ-NO)
10. ¿Se presentan actividades de autoevaluación? (SÍ-NO)

Conclusiones

Es importante destacar que con este trabajo no se agota la revisión de los textos ya que se sabe que existen otras variables relacionadas con la lingüística que también determinan la calidad del texto y la forma en que los alumnos se relacionan con éste, por ejemplo:

- La utilización de títulos o epígrafes que avancen el contenido que se va a tratar (García Madruga y Cordero, 1987).
- Destacar la información importante (Minnick Santa y Alvermann, 1991).
- La presencia de figuras explicadas convenientemente e interconectadas con el discurso textual (Mayer, 1989).
- Poseer una única macroestructura (Van Dijk, 1998).

Por otra parte, la comprensión y el recuerdo de un texto depende tanto de las características del propio texto como de las estrategias y los conocimientos que el sujeto activa en su procesamiento.

Otero dice: "La comprensión de un texto depende de las estrategias metacognitivas que posee el alumno, específicamente la evaluación y regulación de la comprensión por parte de éste" (Otero, 1997).

También se sabe que los libros de texto introducen conceptos con carencias epistemológicas (Guisasola J., 1997); por lo tanto, sería interesante analizar qué visión de ciencia presentan los textos.

Las variables que tienen injerencia sobre la calidad de un libro de texto son muchas y muy variadas pero creemos que el instrumento presentado en este trabajo permite que el docente evalúe, en corto tiempo y concretamente, las que a nuestro juicio son más relevantes.

La psicología de la comprensión del texto tiene una última consecuencia práctica: adaptar los textos al modo natural mediante el que son comprendidos. Si hemos de construir el conocimiento a partir de la lectura de un texto y se sabe cómo actúan los alum-

nos al respecto (Otero, 1997), nada más lógico que elaborar textos de un modo tal que se facilite la construcción de una representación coherente y la aplicación de las estrategias para conseguirla. ■

Bibliografía

- Álvarez Pérez, V., Argumentación y razonamiento en los textos de física secundaria, *Alambique*, **11**, 65-74 (1997).
- Bullejos de la Higuera, J., Análisis de actividades en textos de física y química en 2º de BUP, *Enseñanza de las Ciencias*, **1**[3], 147-157 (1983).
- de Dios Jiménez, J., Hoces, R., Perales, F. J., Análisis de los modelos y los grafismos utilizados en los libros de texto, *Alambique*, **11**, 75-86 (1997).
- del Carmen, L. y Jiménez Aleixandre, M.P., Los libros de texto: un recurso flexible, *Alambique*, **11**, 7-14 (1997).
- García Madruga, J.A y Martín Cordero, J.I., *Aprendizaje, comprensión y retención de textos*, Madrid, UNED, 1987.
- Gillespie, J. The Great Ideas of Chemistry, *J. Chem. Educ.*, **74** [7], 862-864 (1997).
- Grau, R., El análisis de textos históricos científicos en el área de la evolución. Una estrategia para promover el cambio conceptual, *Enseñanza de las Ciencias*, número extra (IV Congreso), 1993.
- Guisasola, J., El trabajo científico y las tareas en la electrostática en textos de bachillerato, *Alambique*, **11**, 45-54 (1997).
- Izquierdo, M. y Rivera, L., La estructura y la comprensión de los libros de texto en Ciencias, *Alambique*, **11**, 24-34 (1997).
- Jiménez Aleixandre, M.P., Libros de texto: un material entre otros, *Alambique*, **11**, 5-6 (1997).
- Jiménez Aleixandre y Neus Sanmartí, en: del Carmen, L y otros; *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria*. ICE/HORSORI, Universitat de Barcelona, 1997, p. 17-45.
- Lakatos, I., *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid, Alianza, 1989.
- Mayer, R.E., *Journal of Educational Psychology*, **81** (1989).
- Minnick Santa, C. Alvermann, D., *Una Didáctica de las Ciencias*. AIQUE. Argentina, 1991.
- Níaz, M., Más allá del positivismo: una interpretación lakatosiana de la enseñanza de las ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, **12** [1] (1994).
- Otero, J., La producción y la comprensión de la ciencia: la elaboración en el aprendizaje de la ciencia escolar, *Enseñanza de las Ciencias*, **7** [3] 223-228 (1989).
- Otero, J., Campanario, J.M., Comprehension evaluation and regulation in learning from science texts, *Journal of Research in Science Teaching*, **27**, 325-326 (1990).
- Otero, J., El conocimiento de la falta de conocimiento de un texto científico, *Alambique* **11**, 15-23 (1997).
- Sánchez Miguel, E., *Los textos expositivos*. Santillana, Argentina, 1997.
- Solaz Portolés, J.J., Vidal Abarca, E. y Sanjosé, V., Análisis didáctico, epistemológico e histórico de la introducción de modelos atómicos en textos de 2º de BUP, *Enseñanza de las Ciencias*, número extra (IV Congreso), 1993.
- Van Dijk, T. A., *La ciencia del texto*. Paidós Comunicación, Argentina, 1998.
- Villarrasa, A., Materials curriculares: la reforma dels materials, *Perspectiva Escolar*, **161**, 2-6 (1992).