

LOS LIBROS DE TEXTO DE CIENCIAS COMO OBJETO DE INVESTIGACIÓN: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

SCIENCE TEXTBOOKS AS RESEARCH OBJECTS: A BIBLIOGRAPHIC REVIEW

Maricel Ocelli
(Becaria de CONICET)
mocelli@efn.uncor.edu

Nora Valeiras
Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
nvaleiras@efn.uncor.edu

RESUMEN: Los libros de texto han sido objeto de investigaciones desde diversas perspectivas, lo cual ha producido una gran dispersión de conocimiento sobre las características de estos materiales y de su impacto en la enseñanza de las ciencias. Por ello, se observa la necesidad de sistematizar las principales aportaciones que registran estos trabajos, para lo cual se investigaron trece revistas científicas específicas y se seleccionaron los artículos vinculados a los libros de texto en función de las palabras clave, el título y el resumen. Se analizaron los objetivos, el marco teórico y metodológico, los resultados y las conclusiones. Se realizó una caracterización general que mostrara las dificultades más frecuentes y los desafíos que representan para la enseñanza de las ciencias. Una síntesis de esta naturaleza puede brindar información para la producción de los libros de texto y pone en evidencia aspectos que requieren nuevas investigaciones.

PALABRAS CLAVE: libros de texto, revisión teórica, enseñanza de las ciencias, currículo, materiales didácticos.

ABSTRACT: Textbooks have been research objects from different perspectives; consequently, much knowledge about the characteristics of textbooks and their impact on science education has been dispersed. Therefore, the need to organize the main contributions of these papers is observed. To achieve this, 13 specific scientific journals were analyzed and the articles related to science textbooks were selected according to their titles, abstracts and keywords. The objectives, framework, methodology, results and conclusions were considered. The papers were characterized, and our findings about the most frequent difficulties and challenges of science education were shown. A synthesis of this nature can provide information for the production of science textbooks, and it can expose the aspects that require further research.

KEY WORDS: textbooks, review, science education, curriculum, didactic material.

Fecha de recepción: diciembre 2011 • Aceptado: agosto 2012

Ocelli, M. y Valeiras, N. (2013) Los libros de texto de ciencias como objeto de investigación: una revisión bibliográfica, *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), pp. 133-152.

INTRODUCCIÓN

Los libros de texto constituyen herramientas mediadoras que traducen y concretan aquellos significados incluidos en el currículo prescripto por los organismos gubernamentales y que lo hacen a través de una presentación didáctica (Martínez Bonafé, 2002; Gimeno Sacristán, 2005). Desde esta perspectiva, Álvarez Méndez (2001) define los libros de textos como herramientas pedagógicas destinadas al aprendizaje, que imponen una determinada distribución y jerarquización de ideas, a partir de una transformación y recreación del conocimiento epistémico. En este sentido, son soportes de las verdades que la sociedad cree necesario transmitir y depósitos de conocimientos que requieren difundirse para el mantenimiento de los sistemas axiológicos, y marcan las creencias y actitudes de los ciudadanos de una determinada nación (Choppin, 1993). El libro de texto se constituye así en un elemento de poder que contribuye a la uniformización lingüística de una disciplina, a la nivelación cultural y a la propagación de las ideas dominantes (Choppin, 1980).

Asimismo, estos textos son producto de una red de conexiones culturales, económicas y políticas que conforman un cuerpo de conocimientos legitimado para ser utilizado por maestros y profesores en sus aulas, es decir, representan y materializan la cultura y el conocimiento que se consideran necesarios. De esta manera, los libros de texto contienen una dimensión ideológica. Reflejan una concepción del mundo, unos valores y unas prioridades, en otras palabras, ofrecen «una versión uniforme, aprobada y hasta oficial de lo que se debe creer» (Apple, 1989). En consecuencia, los libros de texto se tornan también en productores de políticas curriculares, en la medida en que reinterpretan y crean nuevos sentidos, afectando tanto al contexto de la práctica como al contexto de la producción de los textos (Gomes de Abreu *et al.*, 2005).

Más allá de lo expuesto, los libros de texto son concebidos para ser utilizados en la escuela, y de este modo tienen que responder a principios didáctico-pedagógicos. Sin embargo, como la mayoría son elaborados por empresas editoriales, también se encuentran sujetos a los mecanismos comerciales. Para ser económicamente viables, se intenta producir libros que resulten fáciles de usar en diferentes instituciones educativas, abarcando así la mayor cantidad de posibles compradores (del Carmen y Jiménez Aleixandre, 1997). A su vez, los libros de texto se diferencian de otro tipo de publicaciones en que no se definen como elementos comerciales en función de sus verdaderos lectores, sino del maestro o profesor, quien será el medio a través del cual el libro se venderá o no (Apple, 1989). Por lo tanto, el desafío para las editoriales es responder a los principios didáctico-pedagógicos de diferentes contextos educativos a través de un soporte atractivo que les permita una amplia inserción en el mercado.

En función de las ideas antes expuestas, se puede resumir que los libros de texto constituyen recursos de gran impacto, que no solo responden a principios educativos, sino también comerciales. Esta situación muchas veces produce tensiones que se ven reflejadas en textos inadecuados, los cuales pueden presentar visiones distorsionadas del conocimiento científico como producto de malas interpretaciones en los procesos de traducción, por transposiciones didácticas deformantes del conocimiento científico o por la falta de control por parte de revisores estatales o privados que los examinan antes de que ingresen en el «mercado» (Apple, 1989). En consecuencia, libros con errores conceptuales pueden llegar a las instituciones escolares, a las aulas y a las clases (Gil Pérez, 1994a). A su vez, en el interior del aula, los libros de texto pueden ser utilizados de múltiples maneras, cubriendo un espectro que va desde su incorporación como fuente de información complementaria, hasta convertirse en el esquema conceptual de la clase (Chiappetta *et al.*, 1993). De esta manera, los libros de texto participan de una u otra forma en el proceso de enseñanza-aprendizaje y por ello han sido objeto de investigaciones desde múltiples perspectivas. Para ilustrar cómo estos materiales pueden considerarse expresiones interpretables desde diferentes ángulos, Egil Johnsen (1993) utiliza la analogía del caleidoscopio. A través de este recurso lingüístico, el autor muestra que los libros de texto pueden analizarse como documentos históricos para estudiar los procesos de pensamiento y los conocimientos predominantes

en una determinada época, la historia de una disciplina en el sistema educativo o también los contenidos desarrollados en diferentes periodos temporales. A su vez, pueden utilizarse en investigaciones de educación comparada, de carácter ideológico, sociológico, antropológico, psicológico, lingüístico, de política cultural y economía, epistemológico-disciplinar, pedagógico, entre otros. Esta multiplicidad de enfoques se refleja en las investigaciones llevadas a cabo con libros de texto en el ámbito de la didáctica de las ciencias experimentales. Por ello resulta difícil asociar estos trabajos con alguna de las líneas de investigación del área (Gil Pérez, 1994b; Tsai y Wen, 2005). Por la misma razón, se observa una dispersión de los artículos enfocados en los libros de texto, lo cual impide visualizar su estado del arte. A fin de contribuir a este campo, notamos la necesidad de sistematizar las principales aportaciones de estas investigaciones y nos preguntamos qué conocimiento se ha producido al respecto a los libros de texto y cuáles son las principales metodologías utilizadas en estas investigaciones.

El presente artículo tiene como objetivos ofrecer una revisión de las diversas investigaciones llevadas a cabo en libros de texto, destacando sus principales aportaciones, e identificar las metodologías utilizadas en estos trabajos. Una síntesis de esta naturaleza puede brindar información para el diseño y la producción de los libros de texto y poner en evidencia qué aspectos requieren nuevas investigaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se enmarca en una metodología de carácter cualitativo con algunas expresiones cuantitativas que utilizan elementos adaptados del metaanálisis, no pudiendo aplicar todas sus técnicas, ya que su metodología es esencialmente estadística (Glass *et al.*, 1981). Nuestra propuesta va más allá de una mera revisión bibliográfica tal como lo señala Shulman (1989), «actúan como una transinvestigación». La selección de la muestra se realizó a partir del universo de revistas del campo de la Enseñanza de las Ciencias, a la cual accede la comunidad de investigadores iberoamericanos, dejando de lado aquellas publicaciones particulares referidas a las disciplinas que la integran, tales como por ejemplo *Journal of Biological Education* o la *Revista de Enseñanza de la Química*. De esta manera, no se pretende cubrir la totalidad de las revistas que se publican, sino se persigue que sean ilustrativas dentro del terreno al que pertenece esta línea de investigación. En términos generales, se ha tratado de cubrir las publicaciones que de alguna manera muestran revistas de esta comunidad, y por ello se incluyeron revistas en español, en portugués (editadas en Brasil) y en inglés, siendo estas últimas consideradas relevantes dentro del ámbito internacional de las publicaciones científicas.

Otro criterio de selección de las revistas fue la inclusión de estas publicaciones en sistemas de indexación nacionales o internacionales que están directamente vinculados a la categorización de las revistas. El factor de impacto más importante mediante el que se miden los artículos fue ideado por la empresa Thomson Reuters y se denomina Journal Citation Reports (JCR). Este indicador fue tomado para la elección de seis de las revistas analizadas en nuestro trabajo. Las publicaciones brasileñas seleccionadas, al igual que la revista colombiana, responden a otros parámetros formulados por Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nivel Superior (CAPES) a través del sistema Qualis (Brazilian Evaluation Standards). Para poder abarcar otras revistas españolas y ampliar la muestra, se seleccionaron tres revistas del área específica, con el índice IN-RECS (índice de impacto de revistas españolas de Ciencias Sociales). De esta manera se diferenciaron las revistas en tres grupos.

Grupo A: integrado por las seis publicaciones con factor de impacto en el JCR, cinco de ellas de origen anglosajón y una revista española, que es en la que se publica este artículo.

Grupo B: constituido por tres revistas españolas con índice de impacto IN-RECS que han sido seleccionadas por ser exclusivamente del campo de la Enseñanza de las Ciencias y pertenecen a cuartiles diferentes.

Grupo C: en las que se encuentran las tres revistas brasileñas y la revista de Colombia indexadas a través del sistema Qualis.

En cada una de las revistas se examinaron aquellos artículos publicados en el periodo 2000-2010. Se incluye como excepción el monográfico específico referido a los libros de texto del año 1997 de la revista *Alambique*. Algunas de las publicaciones estudiadas se iniciaron con fecha posterior al año 2000, en esos casos, el análisis se llevó a cabo desde el comienzo de la revista (tabla 1). La elección de los artículos se realizó en función de palabras clave presentes en el título de los trabajos y de la información proporcionada en el resumen. Así, se incluyeron todos los trabajos que se centraran en el estudio de los libros de texto, a excepción de aquellos artículos de tipo histórico. Por lo tanto, no se realizó una discriminación previa por otros criterios como su calidad, metodología, instrumentos aplicados, diversidad de autores, etc. En función de ello, se seleccionaron 127 trabajos.

Es necesario destacar que la metodología utilizada en este artículo posee limitaciones o sesgos; el primero de ellos se encuentra vinculado a los criterios de selección de la muestra analizada, ya que la restricción se centró en la selección de revistas de calidad en función de tres sistemas de indexación; sin embargo, como no analizamos luego la calidad de cada artículo, corremos el riesgo de establecer comparaciones entre resultados de calidades diferentes. Por otra parte, en relación con las metodologías de investigación utilizadas en cada artículo, aun cuando coincidan en tipologías cualitativas o cuantitativas, difícilmente utilizan los mismos instrumentos para analizar la misma cuestión, por lo tanto este es otro sesgo que asumimos.

Tabla 1.
Listado y características de las revistas analizadas.

| <i>Revista</i> | <i>Periodo consultado</i> | <i>Idioma de publicación</i> | <i>Grupo</i> | <i>Índice y factores de impacto</i> |
|---|---------------------------|------------------------------|--------------|-------------------------------------|
| Journal of Science Education and Technology. ISSN 1098-2736 | 2000-2010 | Inglés | A | ISI.JCR 2.728 |
| Science Education. ISSN 1098-237X | 2000-2010 | Inglés | | ISI.JCR 1.9 |
| International Journal of Science Education. ISSN 1464-5289 | 2000-2010 | Inglés | | ISI.JCR 1.063 |
| Journal of Research in Science Teaching. ISSN 1098-2736 | 2000-2010 | Inglés | | ISI.JCR 0.804 |
| Research in Science Education. ISSN 0157-244X | 2000-2010 | Inglés | | ISI.JCR 0.853 |
| Enseñanza de las Ciencias. ISSN 0212-4521 | 2000-2010 | Español | | ISI. JCR 0.131 |
| Alambique. ISSN 1133-9837 | 1997-2010 | Español | B | IN-RECS 0.196 |
| Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. ISSN 1579-1513 | 2002-2010 | Español | | IN-RECS 0.081 |
| Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. ISSN 1697011X | 2004-2010 | Español | | IN-RECS 0.027 |
| Ciência&Educação. ISSN 1980-8631 | 2000-2010 | Portugués | C | Qualis-CapesA1 |
| Journal of Science Education. ISSN 1516-7313 | 2000-2010 | Inglés y español | | Qualis-Capes A2 |
| Investigações em Ensino de Ciências. ISSN 1518-8795 | 2000-2010 | Portugués | | Qualis-Capes A2 |
| Ensaio-Pesquisa Educação em Ciências. ISSN 1415-2150 | 2000-2010 | Portugués | | Qualis-Capes B2 |

A) ISI,JCR: International Science Information-Institute of Scientific Information. Journal Citation Reports. B) IN-RECS: Índice de impacto de revistas españolas de Ciencias Sociales. C) Qualis-Capes: Brazilian Evaluation Standards.

Una vez seleccionados los 127 artículos, en cada uno de ellos se analizaron sus objetivos, el marco teórico y metodológico, los resultados y las conclusiones. A partir de este análisis preliminar y de las categorías propuestas por Perales (2006), surgieron categorías emergentes que, sin ánimo de ser taxativas, fueron utilizadas para clasificar los artículos (Hammersley y Atkinson, 2007). Las categorías definidas permiten diferenciar tipos de artículos de acuerdo con su estructura, con lo que se sistematizaron en:

- *Artículos centrados en el contenido científico*: son aquellos que analizan el contenido científico que se presenta. Se diferencian dos grupos, el primero lo integran los artículos referidos a diferentes aspectos que tienen que ver con el contenido de la ciencia, el análisis de la naturaleza de la ciencia, la presencia de temáticas transversales, la inclusión de la historia de la ciencia, el análisis de calidad del propio contenido y la detección de errores conceptuales. En un segundo grupo se incluyen los estudios de contenido comparativo en los cuales se contrastan los libros de texto con otro tipo de libros que pueden ser científicos, periodísticos o de divulgación.
- *Artículos centrados en el contenido didáctico*: dentro de este grupo se incluyen los trabajos que se focalizan en el análisis de las actividades, en conocer qué uso didáctico hacen los profesores de los libros de texto y en estudios comparativos entre el contenido de los libros de texto y el conocimiento de estudiantes o docentes, formulados en función de determinadas propuestas didácticas. También se incluyen aquí los artículos que estudian el tratamiento didáctico de las imágenes. Si bien Perales (2006) los agrupa dentro de otra categoría (formato del contenido), en nuestro caso los hemos incluido en este grupo debido a que el análisis se ha realizado desde una perspectiva didáctica. Por último, se añaden las propuestas didácticas de corte teórico para el uso de los libros de texto en el aula, como así también las recomendaciones para su producción editorial.
- *Artículos de validaciones metodológicas*: abarcan aquellos trabajos en los cuales el objetivo principal es la descripción de una metodología de investigación o la validación de instrumentos utilizados para la búsqueda de datos, tales como las encuestas, cuestionarios, grillas de preguntas, etc.
- *Artículos de revisiones teóricas*: son aquellos trabajos que presentan un desarrollo exclusivamente teórico sobre algún aspecto relacionado con los libros de texto.

Otro objetivo que plantea nuestra propuesta es identificar los métodos de investigación que ha utilizado cada uno de los artículos estudiados. Para ello se categorizaron los trabajos enfocados hacia un tratamiento de los datos de tipo cuantitativo o cualitativo, los que usan una combinación de ambos métodos y aquellos centrados exclusivamente en el análisis del discurso.

RESULTADOS

Nos parece importante comenzar la presentación de los resultados contabilizando el número de trabajos presentes en cada una de las revistas estudiadas y la distribución de sus artículos. En primer lugar, se calculó su porcentaje en función del número total de artículos publicados por cada revista en el periodo analizado (tabla 2). Este dato proporciona una visión acerca de la distribución de los artículos y si hay alguna correspondencia particular entre la producción de conocimiento sobre libros de texto y el idioma en que se editan las revistas. El análisis de los porcentajes indica que la mayor producción relativa de artículos referidos a libros de texto se encuentra en las revistas en portugués y que le siguen algunas revistas en español. Por lo tanto, se observa que, a pesar de que el número de revistas en inglés analizadas es mayor, la cantidad de artículos publicados referidos a libros de texto no es superior en este idioma.

Tabla 2.
Porcentaje de artículos en función del total publicado en el periodo analizado

| <i>Revista</i> | <i>Periodo consultado</i> | <i>Número de artículos</i> | <i>Porcentaje de artículos</i> |
|--|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| Journal of Science Education and Technology | 2000-2010 | 4 | 0,85% |
| Science Education | 2000-2010 | 8 | 1,60% |
| International Journal of Science Education | 2000-2010 | 10 | 0,98% |
| Journal of Research in Science Teaching | 2000-2010 | 11 | 1,89% |
| Research in Science Education | 2000-2010 | 4 | 1,22% |
| Enseñanza de las Ciencias | 2000-2010 | 26 | 7,28% |
| Alambique | 1997-2010 | 9 | 1,56% |
| Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias | 2002-2010 | 9 | 3,16% |
| Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias | 2004-2010 | 1 | 0,41% |
| Ciência & Educação | 2000-2010 | 17 | 5,31% |
| Journal of Science Education | 2000-2010 | 5 | 1,30% |
| Ensaio-Pesquisa Educação em Ciências | 2000-2010 | 13 | 8,18% |
| Investigações em Ensino de Ciências | 2000-2010 | 10 | 5,40% |
| Total | | 127 | |

Otro aspecto interesante que hemos considerado inicialmente se refiere a la *distribución de los artículos* en función del grupo de revistas (A, B o C). En relación con la presencia de artículos *centrados en el contenido científico*, se destaca que, si bien en los tres grupos de revistas se encuentran tanto artículos focalizados en el contenido propiamente dicho como también estudios comparativos, las mayores frecuencias se observan en el grupo A (tabla 3). Los artículos *centrados en el contenido didáctico* presentan una distribución relativamente uniforme entre los tres grupos de revistas, a excepción de aquellos focalizados en el tratamiento didáctico de las imágenes, los cuales se presentan en su mayoría en el grupo de revistas A. Por último, los estudios de *validaciones metodológicas* solo se encuentran en el grupo de revistas C, mientras que las *revisiones teóricas* se presentan en los grupos B y C. Esta distribución de artículos puede indicarnos en qué revistas se concentra cada tipo de estudio, lo cual puede ser de utilidad en la búsqueda de información específica. En la tabla 3 se indica, para cada tipo de artículo, el número de publicaciones encontrado según el grupo de revistas y sus totales.

Tabla 3.
Número de artículos en función de las categorías y los grupos de revistas

| Tipo de Artículo | Categoría | Grupo de Revistas | | | Total |
|---|---------------------------------------|-------------------|----|----|-------|
| | | A | B | C | |
| Artículos centrados en el conocimiento científico | Estudio de los contenidos | 30 | 10 | 29 | 69 |
| | Estudios comparativos | 11 | 2 | 3 | 16 |
| Artículos centrados en el conocimiento didáctico | Análisis de las actividades | 3 | 1 | 1 | 5 |
| | Tratamiento didáctico de las imágenes | 11 | 1 | 1 | 13 |
| | Uso didáctico | 1 | 1 | 4 | 6 |
| | Estudios comparativos | 5 | 1 | 1 | 7 |
| | Propuestas didácticas teóricas | 2 | 1 | 1 | 4 |
| Artículos de validación metodológica | | 0 | 0 | 3 | 3 |
| Artículos de revisión teórica | | 1 | 1 | 2 | 4 |
| Total | | 64 | 18 | 45 | 127 |

A partir de estos datos se observa una gran dispersión de los artículos; sin embargo, han podido ser ordenados en función de las categorías construidas, cuyos resultados se presentan a continuación.

Artículos centrados en el contenido científico

Se encontraron 85 trabajos dentro de este grupo, de los cuales 69 se concentraron en el estudio de los contenidos propiamente dicho y 16 desarrollaron estudios comparativos entre los libros de texto y otras publicaciones. Las principales aportaciones se desglosan en cada una de las categorías que se han tenido en cuenta para su selección.

Estudio de los contenidos

La mayoría de los artículos indican que en los libros de texto los contenidos se presentan de manera desactualizada, con numerosas inexactitudes o errores conceptuales, o exponen miradas reduccionistas de los temas (Martins y Avelar Guimarães, 2002; Martínez-Gracia *et al.*, 2003; Ferreira y Justi, 2004; Ibáñez y Ramos, 2004; Korfiatis *et al.*, 2004; Snyder y Broadway, 2004; Alomá y Malaver, 2007; dos Santos *et al.*, 2007; Malaver *et al.*, 2007; Oliveira de Freitas y Martins, 2008; Schussler, 2008; Sullivan, 2008; Pérez Rodríguez *et al.*, 2009; Quílez, 2009; Bonotto y Semprebone, 2010; Chris y Henry, 2010; Cohen y Yarden, 2010). Otro aspecto que se destaca es la inclusión de una gran cantidad de terminología científica específica, que solo es acompañada de un tratamiento superficial de los conceptos básicos, con definiciones operativas sin explicaciones conceptuales o con deficientes explicaciones de las ideas clave que permiten comprender los fenómenos expuestos (Guisasola, 1997; Barrow, 2000; Stern y Roseman, 2004; Ferreira y Ocelli, 2008; Kahveci, 2010). La línea de trabajo acerca de las ideas previas también se incorpora al análisis de los textos, pero se tienen en cuenta de escasa manera (Stern y Roseman, 2004; Aragão Batista *et al.*, 2010). Algunas investigaciones presentan los contenidos a través de modelos, los cuales no son desarrollados de manera explícita o no se los contextualiza, lo cual implica que el lector tendrá que inferir qué relación hay entre la realidad y la propuesta del modelo (Custódio y Pietrocola, 2004; Marbà y Márquez, 2005; Gericke y Hagberg, 2010).

Otra línea de trabajo está concentrada en la selección de los contenidos, ya sea tanto para su adecuación al currículo prescripto, como para el tratamiento de contenidos procedimentales y actitudinales (Calvo Pascual y Martín Sánchez, 2005; De Pro Bueno *et al.*, 2008; Fernandes Xavier *et al.*, 2006).

La introducción de temas transversales vinculados con las relaciones de ciencia, tecnología, sociedad y ambiente abarca otro grupo de artículos. Hay trabajos relativos a los libros de texto destinados a la escuela primaria y secundaria que presentan este enfoque, pero no se observa esta preocupación en los libros destinados al nivel universitario (Malaver *et al.*, 2004). En cuanto a la inclusión de estos temas, en general solo se ciñen a aquellos que son de impacto social, como por ejemplo la clonación y el efecto invernadero (Calvo Pascual y Martín Sánchez, 2005; Martínez-Gracia *et al.*, 2003). A su vez, estos temas se presentan en apartados fuera del texto principal mediante subtítulos como «para saber más» o «curiosidades» (Furió *et al.*, 2005b; Gomes de Abreu *et al.*, 2005; Fernandes Xavier *et al.*, 2006; de Melo Ferreira y Alves Soares, 2008).

Respecto al análisis de aspectos que tienen que ver con la naturaleza del conocimiento científico, como lo son sus formas discursivas o, en palabras de Gross (1990), «la retórica de la ciencia», se encontraron investigaciones centradas en la presencia de analogías o argumentaciones. Las analogías se incluyen en los textos, pero no se explican sus limitaciones ni cómo deben comprenderse y, generalmente, se disponen de manera secundaria en sus márgenes (García Monteiro y Justi, 2000; Orgill y Bodner, 2006; Seiffert Santos *et al.*, 2010; Fernández González *et al.*, 2005). Con respecto a las argumentaciones, se observa que el contenido se plantea como hechos acabados sin posibilidades de discusión y, en muchos casos, se utilizan fundamentaciones sencillas (Álvarez Pérez, 1997). Estos estudios nos hacen pensar que, a través del discurso, el libro se posiciona como autoridad suficiente sin necesidad de persuadir al lector con una línea argumentativa, por lo tanto sería interesante conocer qué estrategias utilizan los docentes en sus aulas para trabajar con estos materiales y presentar contenidos científicos flexibles y producto de un sistema de argumentos debidamente fundamentados.

Otro aspecto que se debe destacar son los estudios que muestran la «imagen de ciencia» en los libros de texto. En general, la ciencia se presenta como una acumulación de conocimientos, sin desarrollar los conflictos que producen los cambios de conceptos o modelos, ni el contexto histórico y social del que forman parte las teorías científicas. Se enfocan principalmente al producto y no al proceso de la actividad científica, de tal manera que la ciencia pasa a ser una recolección de hechos, no un proceso dinámico de generación y prueba de explicaciones alternativas. El «método experimental» es prácticamente la única vía para elaborar conocimiento científico válido (Knain, 2001; Malaver *et al.*, 2004; Brito *et al.*, 2005; van Eijck y Roth, 2008; Páez y Niaz, 2008; Serhat, 2009). Se priorizan detalles sin las reconstrucciones históricas de los datos, se omite el contexto, el marco teórico que orienta al científico y las posibles interpretaciones alternativas que pueden dar lugar a conflictos y controversias (Rodríguez y Niaz, 2004a). De esta manera, se promueve una visión positivista de la ciencia, puesto que no se establece cuál fue la consistencia que tuvo determinado modelo para que los miembros de la comunidad científica se interesaran en su corroboración, y se deja de lado cómo estos investigadores aportaron nuevas formulaciones e hipótesis que orientaron la investigación científica para consolidar dicho modelo. Por lo tanto, no se presenta la ciencia como una forma de pensar, sino que más bien se muestra como una actividad rígida en la que no se consideran la creatividad, la invención y la duda propias de todo proceso investigativo (Ramírez Moreno *et al.*, 2010).

A su vez, se excluyen la historia de la ciencia y los aspectos filosóficos y epistemológicos (Rodríguez y Niaz, 2004b; Niaz *et al.*, 2010). Cuando algunas de estas cuestiones son incluidas, su desarrollo se presenta de manera descontextualizada (Niaz, 2001; Neves Sandrin *et al.*, 2005) y se consolida la percepción de la actividad científica como una empresa individual, cuyo avance procede de momentos «geniales» de inspiración. El papel de la historia queda así limitado a identificar al «descubridor», es decir, al primer científico que describió algo correctamente; de esta manera la ciencia es presentada de forma individua-

lista, un ámbito del saber en el que científicos aislados están descubriendo verdades a través de experimentos, excluyendo así por completo los debates dentro de las comunidades científicas (Muñoz Bello y Bertomeu Sánchez, 2003; van Eijck y Roth, 2008). Por otra parte, son pocos los textos que incluyen el papel de la mujer en el desarrollo del conocimiento científico, y se observa la ausencia de actividades que promuevan la reflexión sobre las causas de la escasa participación de este género en la historia de la ciencia y sus consecuencias sociales, mostrando una imagen neutra e independiente de las personas que construyen la ciencia (García-Carmona y Criado, 2008). Asimismo, se produce una despersonificación, descontextualización y naturalización del conocimiento científico (Belotto Batisteti *et al.*, 2010).

Estudios comparativos

Se analizaron artículos que comparan el contenido de los libros de texto con otros tipos de texto, como pueden ser los periodístico o de divulgación, observando que los libros de texto utilizan más imágenes con el fin de familiarizar a sus lectores con el contenido técnico-científico y sus códigos. Tienden a crear un mayor sentido de autonomía para sus lectores usando el modo visual y presentan referentes en el lenguaje coloquial para la comprensión de términos científicos (Kostas *et al.*, 2003).

Artículos centrados en el contenido didáctico

En esta categoría se clasificaron 35 trabajos, de los cuales 5 se dedican al análisis de las actividades, 13 al tratamiento de las imágenes y 17 incluyen estudios del uso didáctico que hacen los docentes de estos materiales en sus aulas, trabajos comparativos entre el contenido de los libros de texto y el conocimiento de estudiantes o docentes, así como propuestas de corte teórico tanto para el uso didáctico de los libros como para su producción editorial.

Análisis de las actividades

En los artículos enfocados al análisis de las actividades que desarrollan los textos, predominan aquellos que proponen distintas alternativas ligadas a situaciones problemáticas. El planteamiento de los problemas se realiza a través del lenguaje formal y no incluyen el trabajo con las concepciones alternativas o requieren determinados prerrequisitos conceptuales en situaciones en las que los alumnos no están acostumbrados a trabajar, lo cual dificulta su resolución. Estas situaciones problemáticas se encuentran, casi siempre, desvinculadas de la vida cotidiana, y se observa desconexión entre las actividades propuestas para trabajar los contenidos de una unidad, o entre estas y los contenidos de otras unidades. A su vez, se presentan estrategias de resolución muy pautadas, cerradas o de solución inmediata; tanto para las actividades de lápiz y papel como para las experimentales. Tampoco se requiere, para resolver los problemas, un alto compromiso cognitivo de parte del lector, sino que se orientan a la repetición de las ideas del texto y a la aplicación de la teoría (Concari y Giorgi, 2002; García-Rodeja Gayoso, 1997; Quílez, 2006; Ferreiro y Occelli, 2008; Costa Amaral *et al.*, 2009).

Se destaca la falta de actividades dirigidas a la indagación, a la selección y organización de la información, a la interpretación de situaciones y a la comunicación de resultados (García-Rodeja Gayoso, 1997). A su vez, el análisis de resultados es prácticamente anecdótico, la interpretación se circunscribe solo a fenómenos y no a datos de carácter numérico o gráfico (Martínez Losada y García Barros, 2003). Asimismo, se observa escasez de experimentos para ser realizados por los alumnos y ausencia de actividades grupales o que atiendan a la diversidad del aula (Calvo Pascual y Martín Sánchez, 2005). Estos artículos centran sus conclusiones en las debilidades más que en las fortalezas, e indican que las actividades darían poco espacio a la iniciativa del alumno y a su creatividad.

Tratamiento didáctico de las imágenes

Las investigaciones dirigidas al estudio de las imágenes abarcan distintos aspectos desde el punto de vista didáctico. Están los trabajos que destacan que el diseño gráfico de los libros es muy atractivo, con un elevado número de imágenes, en algunos casos presentes en todas las páginas analizadas y, a su vez, ocupando gran parte de su superficie. Sin embargo, muchas de ellas solo tienen una función decorativa o incluyen elementos distractores que aumentan el riesgo de interpretaciones erróneas (Perales y Jiménez, 2002). También se plantea que, en general, las imágenes se utilizan como argumentos visuales para convencer a los lectores de la veracidad de lo expuesto en el texto o para describir situaciones que sirven de ejemplo de conceptos ya definidos (Jiménez y Perales, 2001; Pozzer y Roth, 2003). Se incluyen representaciones gráficas como objetos o productos acabados, más que como el fruto de una actividad científica en la cual no se separan la teoría, las prácticas intelectuales, las prácticas de laboratorio y la resolución de problemas, lo cual no ofrece posibilidades para que los estudiantes puedan realizar prácticas de interpretación y construcción de conceptos (García García, 2005). En relación con los conceptos complejos, se presenta una tendencia a simplificarlos a través de las imágenes y se observan numerosos errores conceptuales (Jiménez *et al.*, 1997; Perales y Jiménez, 2002). Por otro lado, se destaca una débil conexión entre las imágenes y los textos, con escasa presencia de rótulos y etiquetas verbales en las ilustraciones (Otero *et al.*, 2002; Perales y Jiménez, 2002; Matus Leites *et al.*, 2008; Coutinho y Goncalves Soares, 2010; Link Pérez *et al.*, 2010) y sin un texto que acompañe a la ilustración de manera explicativa o problematizante (Silva *et al.*, 2006).

Uso didáctico

Con respecto a las investigaciones centradas en el uso de estos materiales por parte de los docentes, algunos estudios registran que el 99% de los profesores utilizan los libros de texto en sus aulas, convirtiéndose así en la principal fuente de información disponible para el alumno (Caixeta de Castro Lima y de Souza Silva, 2010). En relación con el lugar que le dan los docentes a estos materiales, se observa que son utilizados para la preparación de clases y la planificación anual, como apoyo para las actividades de enseñanza-aprendizaje, para completar sus propios conocimientos, para el aprendizaje de los alumnos y, en especial, para realizar las llamadas «investigaciones» bibliográficas escolares (Neto y Fracalanza, 2003; Arriasecq y Greca, 2004). Los docentes justifican el uso frecuente del libro de texto en el aula por el imaginario de trabajar con alumnos carentes de determinadas habilidades y competencias necesarias en el proceso de aprendizaje o por ser el único recurso con el que cuentan. Sin embargo, algunos indican que utilizan el libro de texto para presentar una pluralidad de sentidos más que como único protagonista (Cassab y Martins, 2008).

Estudios comparativos

Las investigaciones de corte comparativo brindan información en cuanto al rol del libro de texto en los procesos educativos. Aquellas investigaciones que comparan el conocimiento de los estudiantes o los docentes con el contenido de los libros de texto concluyen que los textos presentan deficiencias que podrían explicar las ideas de los estudiantes o los docentes, o destacan la ausencia del tratamiento de determinados temas que podrían evitar o revertir errores conceptuales (Furió *et al.*, 2005a; García García y Perales, 2007; Naughton *et al.*, 2008; Martínez Losada *et al.*, 2009). Sin embargo, se registran pocos estudios comparativos entre las actividades propuestas en los libros de texto y su utilización en el aula, y conocer esta relación podría brindar datos interesantes al campo de la didáctica de las ciencias.

Propuestas didácticas

Por último, algunas propuestas didácticas enfocadas a cuestiones más teóricas presentan estrategias para el aprendizaje de textos científicos, como por ejemplo las estrategias metacognitivas, las cuales permiten controlar el proceso de comprensión y tomar las medidas correctoras adecuadas (Otero, 1997). Otras sugieren actividades para alumnos y profesores con el objetivo de fomentar el procesamiento en profundidad de la información de los libros de texto por parte de los alumnos o que estos aprendan sobre sus propios procesos de aprendizaje (Campanario, 2001). A su vez, también se registran artículos que proponen aprovechar los errores y las imprecisiones conceptuales presentes en los libros de texto como recursos para el análisis en procesos de aprendizaje (Campanario, 2003). Por otro lado, se registran trabajos que realizan recomendaciones para la producción editorial de estos materiales. Al respecto, Rudzitis (2003) señala la importancia de que los materiales contengan tablas, gráficos y algoritmos que ayuden a resumir la información y que, a su vez, permitan al docente plantear actividades de comparación y contrastación. Incluir elementos que favorezcan la motivación de la lectura, tales como comentarios, ejercicios especiales, tareas y resolución de problemas. Presentar descripciones de experimentos, demostraciones de interés, historias y elementos humorísticos que hagan más amigable el aprendizaje.

Artículos de validación metodológica

Dentro de este grupo, se encontraron solo tres trabajos, los cuales presentaban instrumentos con categorías para el análisis de diversos aspectos del texto. Al respecto, Mohr (2000) desarrolla la validación de una tabla con diferentes categorías para el análisis del contenido en libros de texto a través de su aplicación al análisis del tema de la salud. De manera similar, da Silva y De Caro Martins (2009) validan categorías para el estudio de la naturaleza epistemológica de la visión de ciencia presente en libros de texto de Química. Para ello, proponen categorías para la visión de ciencia explícita e implícita, el tratamiento de la historia de la ciencia y las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. Por otra parte, a fin de colaborar en la tarea de los docentes a la hora de escoger los libros de texto que se deben utilizar, Vasconcelos y Souto (2003) presentan un listado de criterios para evaluar la calidad de estos materiales, analizando aspectos de los contenidos, las ilustraciones, las actividades y los recursos complementarios presentes en los textos.

Artículos de revisión teórica

Se identificaron cuatro estudios para esta categoría, los cuales presentaban diversas estructuras. Por un lado, encontramos publicaciones que desarrollan un posicionamiento teórico en relación con los libros de texto como materiales de trabajo (del Carmen y Jiménez Aleixandre, 1997). Desde otra perspectiva, se presentan revisiones teóricas de investigaciones, encontrando dos artículos de este tipo. En el primero, se ejemplifican la influencia y las posibilidades didácticas que tienen las imágenes en sus distintos formatos sobre la educación científica, y se incluye el papel de las imágenes presentes en los libros de texto (Perales Palacios, 2006). En el segundo, observamos una recopilación teórica que sintetiza el abordaje de la educación ambiental por parte de los libros de texto, a partir de la cual se explora el conocimiento producido en el campo y los principales desafíos (Marpica y Logarezzi, 2010). Por último, se halló una argumentación teórica de una metodología para la investigación en libros de texto, llamada «análisis cualitativo textual», basada en una mezcla entre el análisis de contenido y el estudio del discurso (Moraes, 2003).

Metodologías de investigación utilizadas

En cuanto a los tipos de metodologías utilizadas en estas investigaciones, observamos que la mayor parte de los trabajos (42,5%) emplean una combinación de técnicas y métodos de tipo cuantitativo y cualitativo. En estos estudios, un aspecto recurrente para la validación de instrumentos fue la búsqueda de acuerdos entre codificadores. Desde la perspectiva cualitativa, se indica que los codificadores se reúnen y unifican criterios, mientras que, desde la perspectiva cuantitativa, se busca un arreglo significativo a través de un índice, y el más utilizado fue el índice de kappa. En orden decreciente le siguen los trabajos con metodología cualitativa (34,6%) y, en tercer lugar, aquellos de metodología cuantitativa (8,7%) que indican de manera pormenorizada las categorías de análisis utilizadas y los instrumentos construidos para la realización del estudio. A su vez, estos estudios suelen presentar un detalle de las unidades de análisis y la metodología de identificación, mientras que este aspecto no siempre se hace explícito en los estudios cualitativos.

Por otro lado, encontramos de manera minoritaria un conjunto de artículos que responden a otros tipos de metodologías. Así, se observaron trabajos que utilizan el análisis del discurso (5,5%), los cuales centran su estudio en la presencia/ausencia o la frecuencia de determinadas palabras o recursos lingüísticos. También se identificaron artículos en los cuales se incluyen tanto aquellos que presentan revisiones de otras publicaciones como trabajos que plantean propuestas didácticas referidas a cómo utilizar estos materiales en el aula o cómo producirlos desde el punto de vista editorial (6,3%). Por último, están los artículos que, si bien muestran resultados y conclusiones, no detallan la metodología utilizada (2,4%).

Por último, un dato interesante que se debe remarcar es el número de libros que son utilizados como materiales en las investigaciones, ya que este varía entre 1 y 103 libros, con una media estimada de 17 libros.

CONCLUSIONES

Dentro de la literatura sobre enseñanza de las ciencias, existen artículos que reportan diversas investigaciones acerca de libros de texto usados en la enseñanza. Estos trabajos aportan información muy valiosa, pero se encuentran dispersos en diferentes revistas y años, por lo que es difícil reconocer de manera inmediata las líneas de investigación que existen en esta área. En ese sentido, nuestro trabajo ha analizado y sistematizado las diversas investigaciones, destacando sus principales aportaciones e identificando las metodologías utilizadas. A partir de este, encontramos cuatro tipos de artículos en función de la perspectiva utilizada para investigar sobre los libros de texto. Estas perspectivas están asociadas a los intereses de los autores, y se pueden distinguir los artículos centrados en el contenido científico, los centrados en el contenido didáctico, las revisiones teóricas y, por último, los estudios de validaciones metodológicas.

En la línea de investigación referida al estudio del *contenido científico*, el foco se concentra en la calidad del contenido, la presencia de errores conceptuales, la terminología utilizada y la contextualización de la información que se presenta. En general, estos trabajos coinciden en remarcar la presencia de inexactitudes o errores conceptuales y la inclusión de gran cantidad de terminología científica específica con deficientes explicaciones de las ideas clave que permiten comprender los fenómenos expuestos. Los modelos se presentan de manera descontextualizada y se incluyen pocas argumentaciones, lo cual implica, por un lado, que el lector tendrá que inferir qué relación hay entre la realidad y la propuesta del modelo y, por otro, que el libro se posiciona como autoridad suficiente y acabada. Tomando en consideración esta situación, sería interesante conocer qué estrategias utilizan los docentes en sus aulas para trabajar con estos materiales y, al mismo tiempo, presentar contenidos científicos flexibles y producto de un sistema de argumentos debidamente fundamentado.

Dentro de esta línea, también se estudia la inclusión de temas transversales vinculados con las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente. Los artículos que abordan esta temática resaltan que, en general, solo se incluyen temáticas de impacto social, pero se los presenta en apartados fuera del texto principal. Al respecto surgen varias preguntas a partir de las cuales se podrían realizar nuevas investigaciones, algunas de ellas son ¿cuáles son los temas que serían necesarios de incluir? y ¿por qué?, ¿qué factores influyen en el cambio de jerarquía textual que se le asigna a los contenidos?, es decir, ¿cuál es el criterio que se toma para que una temática deje de ser abordada solo en paratextos y se incorpore al texto principal?

Otro aspecto estudiado con frecuencia es la «imagen de ciencia» que se presenta en los libros de texto. Estos artículos destacan diversas cuestiones que convergen en algunas conclusiones tales como: la idea de acumulación lineal de conocimientos, el énfasis en el producto y no en el proceso de la actividad científica, la omisión del contexto y del marco teórico que orientan a los científicos y la promoción de una visión positivista de la ciencia y de la percepción de la actividad científica como una empresa individual. Nuevamente, la situación descrita motiva a investigar y reflexionar acerca de cómo trabajan los docentes con estos materiales, si también promueven las concepciones que vienen en los textos o si elaboran actividades fuera del texto para presentar visiones de la ciencia y de la actividad científica acordes a las tendencias epistemológicas vigentes.

En los artículos centrados en el *contenido didáctico*, se distinguen trabajos en los que se analizan las actividades que proponen los libros de texto, los cuales se enfocan en examinar las situaciones problemáticas formuladas y el tipo de consiga presente en los textos. La mayoría de estos estudios destacan las debilidades de las propuestas editoriales y se remarca que son pocos los estudios que comparen las actividades propuestas en los libros de texto con su utilización en el aula. A partir de estas conclusiones se puede inferir que los libros de texto difícilmente puedan constituirse como único recurso didáctico o como única fuente de información en el aula, quedando bajo responsabilidad del docente el desafío de seleccionar porciones «utilizables» de estos materiales para cada temática que deba ser abordada.

Las investigaciones dirigidas al estudio de las imágenes estudian su funcionalidad, su relación con el texto y con los conceptos científicos que se representan. Al respecto, los artículos registran diversas dificultades, por ejemplo, el desarrollo conceptual se acompaña con numerosas imágenes que se encuentran desconectadas del texto y solo cumplen funciones de tipo decorativa. Así, parecería que los libros de texto no han superado la tensión entre producir un material atractivo y comercializable y desarrollar una propuesta de calidad didáctica, científica y epistemológica.

Otra categoría que se pone en evidencia a través del análisis realizado son los trabajos de *revisiones teóricas*, los cuales son escasos y están concentrados en presentar lo que se conoce como estado del arte.

Finalmente, en la mayoría de estos trabajos predomina el análisis de contenido como *metodología de investigación* y, en general, a través de una combinación de técnicas cuali-cuantitativas.

A partir del análisis realizado en este trabajo, presentamos una caracterización de las investigaciones referidas a los libros de texto identificando sus principales líneas de trabajo. Estas muestran algunas debilidades y desafíos que pueden brindar información para la producción de libros de texto y ponen en evidencia aspectos que requieren nuevas investigaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- ALOMÁ, E. y MALAVER, M. (2007). Análisis de los conceptos de energía, calor, trabajo y el teorema de Carnot en textos universitarios de termodinámica. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), pp. 387-399.
- ÁLVAREZ MÉNDEZ, J. M. (2001). *Entender la Didáctica, entender el Curriculum*. Madrid: Miño y Dávila.

- ÁLVAREZ PÉREZ, V. M. (1997). Argumentación y razonamiento en los textos de física de secundaria. *Alambique*, 11, pp. 65-74.
- APPLE, M. W. (1989). *Maestros y Textos. Una economía política de las relaciones de clase y de sexo en educación*. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Educación y Ciencia.
- ARAGÃO BATISTA, M. V.; DA SILVA CUNHA, M. M. y CÂNDIDO A. L. (2010). Análise do tema Virologia em livros didáticos de biologia do ensino médio. *Ensaio – Pesquisa Educação em Ciências*, 12(1), pp. 145-158.
- ARRIASSECQ, I. y GRECA, I. (2004). Enseñanza de la teoría de la relatividad especial en el ciclo poli-modal: dificultades manifestadas por los docentes y textos de uso habitual. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(2), pp. 211-227.
- BARROW, L. H. (2000). Do Elementary Science Methods Textbooks Facilitate the Understanding of Magnet Concepts? *Journal of Science Education and Technology*, 9(3), pp. 199-205.
- BELOTTO BATISTETI, C.; NICIOLINI NABUCO DE ARAÚJO, E. S. y CALUZI, J. J. (2010). Os experimentos de Griffith no ensino de biologia: a transposição didática do conceito de transformação nos livros didáticos. *Ensaio – Pesquisa Educação em Ciências*, 12(1), pp. 83-100.
- BLANCO, N. (2001). La dimensión ideológica de los libros de texto. *Kikiriki. Cooperación educativa*, 61, pp. 50-56.
- BONOTTO, D. M. B. y SEMPREBONE, A. (2010). Educação ambiental e educação em valores em livros didáticos de ciências naturais. *Ciência & Educação*, 16(1), pp. 131-148.
- BRITO, A.; RODRÍGUEZ, M. A. y NIAZ, M. (2005). A reconstruction of development of the periodic table based on history and philosophy of science and its implications for general chemistry textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), pp. 84-111.
- CAIXETA DE CASTRO LIMA, M. E. y DE SOUZA SILVA, P. (2010). Critérios que professores de química apontam como orientadores da escolha do livro didático. *Ensaio – Pesquisa Educação em Ciências*, 12(2), pp. 121-135.
- CALVO PASCUAL, M. A. y MARTÍN SÁNCHEZ, M. (2005). Análisis de la adaptación de los libros de texto de ESO al currículo oficial, en el campo de la Química. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), pp. 17-32.
- CAMPANARIO, J. M. (2001). ¿Qué puede hacer un profesor como tú o un alumno como el tuyo con un libro de texto como éste? Una relación de actividades poco convencionales. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), pp. 351-364.
- CAMPANARIO, J. M. (2003). De la necesidad, virtud: cómo aprovechar los errores y las imprecisiones de los libros de texto para enseñar física. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), pp. 161-172.
- CASSAB, M. y MARTINS, I. (2008). Significações de professores de ciências a respeito do livro didático. *Ensaio – Pesquisa Educação em Ciências*, 10(1), pp. 97-116.
- CHIAPPETTA, E. L., SETHNA, G. H. y FILLMAN, D. A. (1993). Do middle school life science textbooks provide a balance of scientific literacy themes? *Journal of Research in Science Teaching*, 30(7), pp. 787-797.
- CHOPPIN, A. (1980). L'histoire des manuels scolaires. Un bilan bibliométrique de la recherche française. *Histoire de l'Éducation*, 58, pp. 165-185. En línea: <http://www.inrp.fr/edition-electronique/archives/histoire-education/web/fascicule.php?num_fas=180>.
- CHOPPIN, A. (1993). Manuels scolaires, États et sociétés, XIX^e-XX^e siècles: introduction. *Histoire de l'Éducation*, 58, pp. 5-7.
- CHRIS, K. y HENRY, J. (2010). An Analysis of Misconceptions in Science Textbooks: Earth science in England and Wales. *International Journal of Science Education*, 32(5), pp. 565-601.

- COHEN, R. y YARDEN, A. (2010). How the Curriculum Guideline «The Cell Is to Be Studied Longitudinally» is Expressed in Six Israeli Junior-High-School Textbooks. *Journal of Science Education and Technology*, 19(3), pp. 276-292.
- CONCARI, S. B. y GIORGI, S. M. (2000). Los Problemas Resueltos en Textos Universitarios de Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), pp. 381-390.
- COSTA AMARAL, C. L.; DA SILVA XAVIER, E. y MACIEL, M. D. (2009). Abordagem das relações Científica/Tecnologia/Sociedade nos conteúdos e funções orgânicas em livros didáticos de Química do ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, 4(1), pp. 101-114.
- COUTINHO, F. A. y GONCALVES SOARES, A. (2010). Restrições cognitivas no livro didático de biologia: um estudo a partir do tema «ciclo do nitrogênio». *Ensaio – Pesquisa Educação em Ciências*, 12(2), pp. 136-150.
- CUSTÓDIO, J. F. y PIETROCOLA, M. (2004). Princípios nas ciências empíricas e o seu tratamento em livros didáticos. *Ciência & Educação*, 10(3), pp. 383-399.
- DA SILVA, G. J. y DE CARO MARTINS, C. M. (2009). A confiabilidade e a validação na investigação epistemológica do livro didático de química: um desenho metodológico. *Ensaio – Pesquisa Educação em Ciências*, 11(2), pp. 177-196.
- DE MELO FERREIRA, A. y ALVES SOARES, C. A. A. (2008). Aracnídeos Peçonhentos: Análise das informações nos livros didáticos de ciências. *Ciência & Educação*, 14(2), pp. 307-314.
- DE PRO BUENO, A.; SÁNCHEZ BLANCO, G. y VALCÁRCEL PÉREZ, M. V. (2008). Análisis de los libros de texto de física y química en el contexto de la Reforma LOGSE. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), pp. 193-209.
- DEL CARMEN, L. y JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (1997). Los libros de texto: un recurso flexible. *Alambique*, 11, pp. 7-14.
- DOS SANTOS, J. C.; ANGELI ALVES, L. F.; CORRÊA, J. J. y LOZANO SILVA, E. R. (2007). Análise comparativa do conteúdo Filo Mollusca em livro didático e apostilas do ensino médio de Cascavel, Paraná. *Ciência & Educação*, 13(3), pp. 311-322.
- FERNANDES XAVIER, M. C.; DE SÁ FREIRE, A. y OZÓRIO MORAES, M. (2006). A nova (moderna) Biologia e a Genética nos livros didáticos de Biologia no. *Ciência & Educação*, 12(3), pp. 275-289.
- FERNÁNDEZ GONZÁLEZ, J.; GONZÁLEZ GONZÁLEZ, B. M. y MORENO JIMÉNEZ, T. (2005). La modelización con analogías en los textos de ciencias de secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), pp. 430-439.
- FERREIRA, P. F. M. y JUSTI, R. S. (2004). A abordagem do DNA nos livros de biologia e química do ensino médio: uma análise crítica. *Ensaio – Pesquisa Educação em Ciências*, 6(1), pp. 35-48.
- FERREIRO, G. y OCCELLI, M. (2008). Análisis del abordaje de la respiración celular en textos escolares para el Ciclo Básico Unificado. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7(2), pp. 387-398.
- FURIÓ, C., CALATAYUD, M. L., GUIASOLA, J. y FURIÓ-GÓMEZ, C. (2005a). How are the Concepts and Theories of Acid-Base Reactions Presented? Chemistry in textbooks and as Presented by Teachers. *International Journal of Science Education*, 27(11), pp. 1337-1358.
- FURIÓ, C.; SOLBES, J. y FURIÓ, C. (2005b). ¿Cómo se presentan los conceptos y modelos en la enseñanza de la termoquímica? Visiones distorsionadas de la ciencia en libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VII Congreso.
- GARCÍA GARCÍA, J. J. (2005). El uso y el volumen de información en las representaciones gráficas cartesianas presentadas en los libros de texto de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(2), pp. 181-199.
- GARCÍA GARCÍA, J. J. y PERALES, F. J. (2007). ¿Comprenden los estudiantes las gráficas cartesianas usadas en los textos de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), pp. 107-132.

- GARCIA MONTEIRO, I. y JUSTI, R. (2000). Analogias em livros didáticos de Química brasileiros destinados ao ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5(2), pp. 67-91.
- GARCÍA-CARMONA, A. y CRIADO, A. M. (2008). Enfoque CTS en la enseñanza de la Energía Nuclear: análisis de su tratamiento en textos de física y química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(1), pp. 107-123.
- GARCÍA-RODEJA GAYOSO, I. (1997). ¿Qué propuestas de actividades hacen los libros de primaria? *Alambique* 11, pp. 35-43.
- GERICKE, N. M. y HAGBERG, M. (2010). Conceptual Incoherence as a Result of the use of Multiple Historical Models in School Textbooks. *Research in Science Education*, 40(4), pp. 605-623.
- GIL PÉREZ, D. (1994a). Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. *Investigación en la Escuela*, 23, pp. 17-32.
- GIL PÉREZ, D. (1994b). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las ciencias*, 12(2), pp. 154-164.
- GIMENO SACRISTÁN, J. (2005). El currículum: ¿Los contenidos de la enseñanza o un análisis de la práctica? En: J. Gimeno Sacristán, y A. I. Pérez Gómez. *Comprender y transformar la enseñanza*. Madrid: Morata.
- GLASS, G. V.; MCGAW, B. y SMITH, A. B. (1981). *Meta-analysis in social research*. Beverly Hills, CA: Sage.
- GOMES DE ABREU, R.; GOMES, M. M. y LOPES, A. C. (2005). Contextualização e tecnologias em livros didáticos de Biología e Química. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(3), pp. 405-417.
- GROSS, A. G. (1990). *The Rhetoric of Science*. Cambridge: Harvard University Press.
- GUISASOLA, J. (1997). El trabajo científico y las tareas en la electrostática en textos de bachillerato. *Alambique* 11, pp. 45-54.
- HAMMERSLEY, M. y ATKINSON, P. (2007). *Ethnography. Principles in practices*. Nueva York: Taylor & Francis.
- IBÁÑEZ, M. y RAMOS, M. C. (2004). Physics Textbooks Presentation of the Energy-Conservation Principle in Hydrodynamics. *Journal of Science Education and Technology*, 13(2), pp. 267-276.
- JIMÉNEZ VALLADARES, J. D. y PERALES PALACIOS, F. J. (2001). Aplicación del análisis secuencial al estudio del texto escrito e ilustraciones de los libros de física y química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), pp. 3-19.
- JIMÉNEZ, J. D.; PRIETO, R. y PERALES, F. J. (1997). Análisis de los modelos y los grafismos utilizados en los libros de texto. *Alambique*, 11, pp. 75-85.
- JOHNSON, E. B. (1993). *Textbooks in the Kaleidoscope. A Critical Survey of Literature and Research on Educational Texts*. Oslo: Scandinavian University Press. Extraído el 12 de noviembre de 2009 desde: <<http://www-bib.hive.no/tekster/pedtekt/kaleidoscope/forside.html>>.
- KAHVECI, A. (2010). Quantitative Analysis of Science and Chemistry Textbooks for Indicators of Reform: A complementary perspective. *International Journal of Science Education*, 32(11), pp. 1495-1519.
- KNAIN, E. (2001). Ideologies in school science textbooks. *International Journal of Science Education*, 23 (3), pp. 319-329.
- KORFIATIS, K. J.; STAMOU, A. G. y PARASKEVOPOULOS, S. (2004). Images of nature in greek primary school textbooks. *Science Education*, 88(1), pp. 72-89.
- KOSTAS, D.; VASILIS K. y SPYRIDOULA S. (2003). Towards an Analysis of Visual Images in School Science Textbooks and Press Articles about Science and Technology. *Research in Science Education*, 33(2), pp. 189-216.

- LINK PÉREZ, M. A.; DOLLO, V. H.; WEBER, K. M. y SCHUSSLER, E. E. (2010). What's in a Name: Differential labelling of plant and animal photographs in two nationally syndicated elementary science textbook series. *International Journal of Science Education*, 32(9), pp. 1227-1242.
- MALAVAR, M.; PUJOL, R. y D'ALESSANDRO MARTÍNEZ, A. (2004). Los estilos de prosa y el enfoque ciencia-tecnología-sociedad en textos universitarios de química general. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(3), pp. 441-453.
- MALAVAR, M.; PUJOL, R. y D'ALESSANDRO MARTÍNEZ, A. (2007). La calidad científica del contenido sobre el tema de la estructura de la materia en textos universitarios de química general. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(2), pp. 229-240.
- MARBÀ, A. y MÁRQUEZ, C. (2005). El conocimiento científico, los textos de ciencias y la lectura en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, Número extra. VII congreso.
- MARPICA, N. S. y LOGAREZZI, A. J. M. (2010). Um panorama das pesquisas sobre livro didático e educação ambiental. *Ciência & Educação*, 16(1), pp. 115-130.
- MARTÍNEZ BONAFÉ, J. (2002). *Políticas del libro escolar*. Madrid: Ediciones Morata.
- MARTÍNEZ LOSADA, C. y GARCÍA BARROS, S. (2003). Las actividades de primaria y ESO incluidas en libros escolares. ¿Qué objetivo persiguen? ¿Qué procedimientos enseñan? *Enseñanza de las Ciencias*, 21(2), pp. 243-264.
- MARTÍNEZ LOSADA, C.; GARCÍA BARROS, S. y RIVADULLA LÓPEZ, J. C. (2009). Qué saben los/as alumnos/as de Primaria y Secundaria sobre los sistemas materiales. Cómo lo tratan los textos escolares. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), pp. 137-155.
- MARTÍNEZ-GRACIA, M. V.; GIL-QUILEZ, M. J. y OSADA, J. (2003). Genetic engineering: a matter that requires further refinement in Spanish secondary school textbooks. *International Journal of Science Education*, 25(9), pp. 1148-1168.
- MARTINS, E. y AVELAR GUIMARÃES, G. M. (2002). As concepções de natureza nos livros didáticos de ciências. *Ensaio – Pesquisa Educação em Ciências*, 4(2), pp. 93-106.
- MATUS LEITES, L.; BENARROCH BENARROCH, A. y PERALES PALACIOS, F. J. (2008). Las imágenes sobre enlace químico usadas en los libros de texto de educación secundaria. Análisis desde los resultados de la investigación educativa. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(2), pp. 153-175.
- MOHR, A. (2000). Análise do conteúdo de 'saúde' em livros didáticos. *Ciência & Educação*, 6(2), pp. 89-106.
- MORAES, R. (2003). Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, 9 (2), pp. 191-211.
- MORALES, P. (1993). Líneas actuales de investigación en métodos cuantitativos: El meta-análisis o la síntesis integradora. *Revista de Educación*, 300, pp. 191-221.
- MUÑOZ BELLO, R. y BERTOMEU SÁNCHEZ, J. R. (2003). La historia de la ciencia en los libros de texto: la(s) hipótesis de Avogadro. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), pp. 147-159.
- NAUGHTON, W.; SCHRECK, J. y HEIKKINEN, H. (2008). Seeking evidence for curricular relevancy within undergraduate, liberal arts chemistry textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(2), pp. 174-196.
- NETO, J. M. y FRACALANZA, H. (2003). O livro didático de ciências: problemas e soluções. *Ciência & Educação*, 9 (2), pp. 147-157.
- NEVES SANDRIN, M.; PUORTO, G. y NARDI, R. (2005). Serpentes e acidentes ofídicos: um estudo sobre erros conceituais em livros didáticos. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(3), pp. 281-298.
- NIJAZ, M. (2001). A rational reconstruction of the origin of the covalent bond and its implications for general chemistry textbooks. *International Journal of Science Education*, 23(6), pp. 623-641.

- NIJAZ, M.; KLASSEN, S.; MCMILLAN, B. y METZ, D. (2010). Reconstruction of the history of the photoelectric effect and its implications for general physics textbooks. *Science Education*, 94(5), pp. 903-931.
- OLIVEIRA DE FREITAS, E. y MARTINS, I. (2008). Concepções de saúde no livro didático de ciências. *Ensaio – Pesquisa Educação em Ciências*, 10(2), pp. 222-248.
- ORGILL, M. y BODNER, G. M. (2006). An Analysis of the Effectiveness of Analogy Use in College-Level Biochemistry Textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(10), pp. 1040-1060.
- OTERO, J. (1997). El conocimiento de la falta de conocimiento de un texto científico. *Alambique*, 11, pp. 15-22.
- OTERO, M. R.; MOREIRA, M. A. y GRECA, I. M. (2002). El uso de imágenes en textos de Física. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(2), pp. 127-154.
- PÁEZ, Y. y NIJAZ, M. (2008). Naturaleza, historia y filosofía de la ciencia: un análisis de la imagen reflejada por los textos de química de noveno grado de Venezuela. *Journal of Science Education*, 9(1), pp. 28-31.
- PERALES PALACIOS, F. J. (2006). Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), pp. 13-30.
- PERALES PALACIOS, F. J. (2006). Pasado, presente y ¿futuro? de los libros de texto. *Alambique*, 48, pp. 57-63.
- PERALES, F. J. y JIMÉNEZ, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), pp. 369-386.
- PÉREZ RODRÍGUEZ, U.; ÁLVAREZ LIRES, M. y SERRALLÉ MARZOA, J. F. (2009). Los errores de los libros de texto de primer curso de ESO sobre la evolución histórica del conocimiento del universo. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), pp. 109-120.
- POZZER, L. L. y ROTH, W. M. (2003). Prevalence, function and structure of photographs in high school biology textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), pp. 1089-1114.
- QUÍLEZ, J. (2006). Análisis de problemas de selectividad de equilibrio químico: errores y dificultades correspondientes a libros de texto, alumnos y profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), pp. 219-240.
- QUÍLEZ, J. (2009). Análisis de los errores que presentan los libros de texto universitarios de química general al tratar la energía libre de Gibbs. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(3), pp. 317-330.
- RAMÍREZ MORENO, J. E.; BADILLO GALLEGO, R. y MIRANDA PÉREZ, R. (2010). El modelo semi-cuántico de Bohr en los libros de texto. *Ciência & Educação*, 16(3), pp. 611-629.
- RODRÍGUEZ, M. A. y NIJAZ, M. (2004a). A Reconstruction of Structure of the Atom and its Implications for General Physics Textbooks: A History and Philosophy of Science Perspective. *Journal of Science Education and Technology*, 13(3), pp. 409-424.
- RODRÍGUEZ, M. A. y NIJAZ, M. (2004b). La teoría cinético molecular de los gases en libros de física: un perspectiva basada en la historia y filosofía de la ciencia. *Journal of Science Education*, 5(2), pp. 68-72.
- RUDZITIS, G. (2003). Basic principles of the secondary school science textbooks development. *Journal of Science Education*, 4(2) pp. 89-92.
- SCHUSSLER, E. (2008). From Flowers to Fruits: How children's books represent plant Reproduction. *International Journal of Science Education*, 30(12), pp. 1677-1696.
- SEIFFERT SANTOS, S. C.; FACHÍN TERÁN, A. y SILVA-FORSBERG, M. C. (2010). Analogias em livros didáticos de Biologia no ensino de Zoologia. *Investigações em Ensino de Ciências*, 15(3), pp. 591-603.
- SERHAT, I. (2009). Nature of science as depicted in Turkish biology textbooks. *Science Education*, 93(3), pp. 422-447.

- SILVA, E.; MARINHO da, K. y COMPIANI, M. (2006). Las imágenes geológicas y geocientíficas en libros didácticos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), pp. 207-217.
- SHULMAN, L. S. (1989). Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza: una perspectiva contemporánea. En: Wittrock, M.C. *La Investigación de la Enseñanza I. Enfoques, teorías y métodos*. Barcelona: Paidós.
- SNYDER, V. L. y BROADWAY, F. S. (2004). Queering High School Biology Textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(6), pp. 617-636.
- STERN, L. y ROSEMAN, J. E. (2004). Can Middle-School Science Textbooks Help Students Learn Important Ideas? Findings from Project 2061's Curriculum Evaluation Study: Life Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(6), pp. 538-568.
- SULLIVAN, J. P. (2008). The use of photographs to portray urban ecosystems in six introductory environmental science textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(9), pp. 1003-1020.
- TSAI, C.-Ch. y WEN, M. L. (2005). Research and trends in science education from 1998 to 2002: a content analysis of publication in selected journals. *International Journal of Science Education*, 27(1), pp. 3-14.
- VAN EIJCK, M. y ROTH, W. (2008). Representations of scientists in Canadian high school and college textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(9), pp. 1059-1082.
- VASCONCELOS, S. D. y SOUTO, E. (2003). O livro didático de ciências no ensino fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo Zoológico. *Ciência & Educação*, 9(1), pp. 93-104.

SCIENCE TEXTBOOKS AS RESEARCH OBJECTS: A LITERATURE REVIEW

Maricel Occelli
(Becaria de CONICET)
moccelli@efn.uncor.edu

Nora Valeiras

Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología.
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
nvaleiras@efn.uncor.edu

Textbooks are utilized as research objects from various perspectives; consequently, there has been extensive research on the characteristics of textbooks and their impact on science education. In order to contribute to this field, the main contributions of textbook research have been systematized, with an enquiry into the types of knowledge produced, and the main methodologies used in textbook research. Based on a qualitative methodology with meta-analysis elements, 13 journals have been selected. The sample was selected from journals that concentrate on Science Education and which are frequent sources for Latin American researchers, including journals in English, Spanish and Portuguese. Other criteria were also employed: the study considered journals included in national or international index systems (JCR, Journal Citation Reports; Qualis, Brazilian Evaluation Standards; IN-RECS, Impact index of Social Science Spanish Journals), published between 2000 and 2010. 127 papers were selected through assessing title relevance, abstracts and keywords. For each paper, the objective, theoretical background, methodology, results and conclusion were analyzed. This preliminary study provided information on the article contents. Papers were categorized using definitions proposed by previous authors, with four categories used to classify papers: Papers focusing on Science Content; Papers focusing on Didactic Content; Methodology Validation Papers; and Theory Review Papers. Papers focusing on content address topics including quality of content, misconceptions, science terminology and the contextualization of information. This category of papers focuses on highlighting inaccurate information in textbooks or misconceptions and includes a large amount of scientific terms with an analysis of deficient explanations of key concepts, which allows accurate understanding of the phenomena under discussion. Models presented in textbooks often lack context and argumentation. In addition, transverse topics i.e. Science, Technology and Society (STS), are not included in the main text. The «image of science» is another aspect frequently presented in textbooks. Prior research concludes that textbooks emphasize a linear accumulation of knowledge, the product instead of the process of scientific activity, a positivist perspective and an individualistic image of science. Papers that address didactic content include an analysis of activities proposed by textbooks, which focus on examining problematic situations and the roles assigned to the reader. These studies commonly highlight the low quality of editorial proposals and remark that there are limited comparative studies on the activities proposed by textbooks and their use in class. Based on these conclusions it is possible to infer that textbooks are unlikely to be the only didactic resource or only source of information in class. The teacher has the responsibility and challenge of selecting usable parts of textbooks.

Research on the images in textbooks investigates the functionality of images, their relation to the text and the scientific concepts they represent. These papers investigate several deficiencies, including large amounts of images not connected to the text and their role being mostly decorative. This paper concludes that textbooks have been unsuccessful in overcoming the tension of producing an attractive material with commercial value and presenting quality scientific, didactic and epistemological information. The few papers that have reviewed textbook theory are often limited to assessing the aesthetic quality of textbooks. Finally, the research methodology in the majority of the papers considered employ content analysis as their methodology of research together with a combination of quantitative and qualitative techniques.