

LA FUNCIÓN RETÓRICA DE LAS NARRACIONES EXPERIMENTALES EN LOS LIBROS DE CIENCIAS. PRESENTACIÓN DE UNA PAUTA DE ANÁLISIS

(A função retórica das narrativas experimentais nos livros de ciências: apresentação de um roteiro de análise)

Mercè Izquierdo

merce.izquierdo@uab.es

Conxita Márquez

conxita.marquez@uab.es

Departament de Didàctica de les Matemàtiques i de les Ciències
Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)

Guaracira Gouvêa

guaracirag@uol.com.br

UNIRIO e Programa de Pós-graduação Educação em Ciências e Saúde, NUTES-UFRJ

Resumen

En este artículo se propone una pauta de análisis que puede resultar útil para el estudio de los aspectos retóricos de algunos libros de texto de ciencias publicados en los últimos años, puesto que proporciona nuevos criterios para valorar la idoneidad de un determinado libro en función de los objetivos del profesor y la dinámica de la clase. La pauta de análisis puede aplicarse tanto a los libros de texto en su conjunto, considerados como una narración o historia, como a textos más reducidos que se refieren a algún fenómeno científico y que han recibido el nombre de narrativas experimentales. El análisis intenta caracterizar las estructuras lingüísticas que son especialmente responsables de proporcionar coherencia al conjunto de un texto, haciendo que sus afirmaciones aparezcan bien fundamentadas en relación a las intenciones del autor.

Palabras-clave: retorica, libros de texto de ciencias, narraciones.

Abstract

In this article we propose an analysis guideline that can be useful for the study of the rhetorical aspects from some text books of sciences published in the last years, since it provides new criteria to value the suitability of a certain book based on the objectives of the teacher and the dynamics of the class. The analysis guideline can be applied to text books as a whole, considered like a narration or history, as well as to shorter texts that are related to a given scientific phenomenon and that have received the name of experimental narratives. The analysis tries to characterize the linguistic structures that are especially responsible to provide coherence to the the text as whole, and which make claims to appear well founded in relation to the intentions of the author.

Key words: rhetoric, text books of sciences, narrations.

Introducción

Este trabajo forma parte de las numerosas investigaciones en Didáctica de las Ciencias que se interesan por la función de los diferentes sistemas de signos o modos semióticos que constituyen las interacciones comunicativas en las aulas de ciencias (Márquez et al, 2006).

Partimos de la constatación de que toda práctica educativa requiere el uso de distintos modos comunicativos, tanto el lingüístico como el visual y/o gestual, que se dan simultáneamente, cada uno de ellos con sus propias características y que cooperan para que se produzca comunicación. Estos lenguajes están constituidos por estructuras que son 'retóricas', puesto que con ellas se materializa y concreta la intención de convencer que les es propia.

La investigación se centra en el análisis de los libros de texto; ha sido llevada a cabo por 20 profesores del grupo de investigación LIEC (Lenguaje y Enseñanza de las Ciencias) de la UAB. La finalidad última del trabajo es disponer de criterios para analizar la adecuación de los textos a la intervención docente, lo que permitirá, en investigaciones posteriores del grupo, mejorar el uso de estrategias docentes basadas en la lectura del libro de texto y la redacción de textos más apropiados a la actividad científica escolar.

El libro didáctico, un objeto cultural

El lenguaje, según Bakhtin (2002) es una producción humana, siendo por ello la enunciación la sustancia de la lengua y la interacción, su categoría básica. Así, el estudio del lenguaje tendrá como objeto las diferentes formas de producción de enunciados.

La verdadera sustancia de la lengua no está constituida por un sistema abstracto de formas lingüísticas ni por la enunciación monológica aislada, ni por el acto fisiológico de su producción, sino por el fenómeno social de la interacción verbal realizada a través de la enunciación o enunciaciones. Así, la interacción verbal constituye la realidad fundamental de la lengua. (BAKHTIN, 1986, p. 123).

Nuestra investigación se dedica al lenguaje en el libro de texto de ciencias porque este soporte es aún, en estos momentos, el mediador didáctico usado preferentemente en las interacciones discursivas realizadas en el aula de ciencias (BITTENCOURT, 2004) y, en este sentido, constituye un objeto de estudio relevante para la educación científica. Así, Martins (2006) considera al libro didáctico como un objeto cultural en el que pueden identificarse diversas formaciones discursivas que materializan el discurso que sobre la ciencia se enseña en la escuela y que promueve unas determinadas interacciones entre los autores y sus lectores; son, por ello, híbridos semióticos. Y argumenta que esta manera de considerar el libro de texto permite avanzar en el proceso de establecer relaciones entre el lenguaje y la enseñanza de las ciencias.

Así pues, el libro de texto (o libro didáctico), como objeto cultural, expresa en el conjunto de sus enunciados, las expectativas de interacción que sus autores consideran apropiada para la práctica docente en las aulas de ciencias en un tiempo y en un lugar determinado. Por esto el libro de texto, analizado desde esta perspectiva, pone en evidencia la orientación que el autor (y las escuelas o profesores que lo utilizan) quieren dar a la enseñanza.

La retórica de los libros de ciencias

Uno de los aspectos más representativos del libro de texto de ciencias es “*mostrar que el mundo es de una determinada manera*” para lo cual desarrolla una “retórica” que ha sido poco estudiada hasta ahora (IZQUIERDO, 2005; MARTINS, 2000). En efecto, los libros de texto de ciencia tienen la pretensión de explicar como funciona el mundo, pero no el mundo real, sino el mundo ya interpretado, tal y como se presenta en el mismo libro, que se construye mediante recursos literarios que dan lugar a narraciones y a narrativas experimentales. En

definitiva, el libro de texto de ciencias nos narra de manera justificada como es el mundo, como podemos pensar en él y como podemos transformarlo.

La ciencia occidental es *ciencia escrita* y se puede considerar que las entidades científicas son el resultado del cambio de formato que se produce al pasar los resultados de la actividad científica (que es intervención experimental en el mundo) a texto. (MARTIN y HALLIDAY, 1993) (LATOURE, *apud* ASTOLFI 1988). Los libros de ciencias han desarrollado a lo largo de su historia diferentes mecanismos retóricos para convencer a sus audiencias, basados en gran parte en la experimentación y la resolución de problemas. Así, se ha desarrollado un “lenguaje del experimento” que corresponde a la intención educativa del libro: destacar el carácter justificativo de los experimentos, que pasan a ser los hechos reales del mundo que explican las ciencias (DOLAN, 2000; GROSS, 1996).

Igualmente, la ciencia se enseña en la escuela de tal manera que convenza a los estudiantes de su importancia y validez, mediante estrategias docentes tales como a) las explicaciones que se ofrecen al alumnado en clase que según Ogborn *et al* (1996) son historias sobre el mundo en el que intervienen determinadas entidades, que de esta manera se hacen 'reales' y adquieren credibilidad, b) el discurso multimodal del profesor (MÁRQUEZ *et al*, 2006), es decir, los distintos modos comunicativos (el habla, el gesto, el lenguaje visual, el texto escrito en la pizarra,...) que utiliza el profesorado para conseguir crear interés, hacer necesaria la explicación, la creación de nuevas entidades, etc.. Por tanto, la ciencia escolar es, por su propia naturaleza, retórica, puesto que ha de convencer al alumnado de que la naturaleza funciona gracias a unas entidades que han surgido, en gran parte, como consecuencia del trabajo en laboratorios muy especializados pero que se supone que han pasado a configurar explicaciones de los fenómenos en el mundo.

Hasta hace poco tiempo era frecuente en las escuelas la clase magistral, que proporciona explicaciones sin haber suscitado preguntas. Sin embargo, en la actualidad se van introduciendo nuevos estilos de clase que pueden calificarse como discursivos, en los cuales se procura establecer un diálogo convincente entre profesores y alumnos. (OGBORN *et al*, 1996). A pesar de que el libro de texto tradicional es especialmente adecuado para la clase magistral, continúa siendo utilizado como principal recurso didáctico en las nuevas aulas discursivas. Creemos que esto es así porque en ambos casos contribuye a convencer a los estudiantes de que el mundo funciona de una determinada manera: la que corresponde a los fenómenos científicos y esto sería difícil de conseguir sin libros. Pero es de esperar que, en el futuro, el libro didáctico se vaya adaptando a la nueva función discursiva que ahora se va introduciendo en las aulas y por ello es necesario analizarlo desde nuevos puntos de vista, que permitan caracterizar los recursos retóricos, adecuados a nuevos estilos docentes. (JIMÉNEZ y PERALES, 2002).

Objetivo del trabajo

Todos los libros de texto de ciencias incluyen “narraciones experimentales”, es decir, situaciones o “hechos” (fenómenos del mundo) que son interpretados mediante las teorías científicas de las que trata el libro. Una mirada atenta a estos 'hechos' permite evidenciar la función retórica de esta manera de presentar fenómenos del mundo que se han escogido y se han narrado de la manera adecuada para que tengan una explicación científica. Los hechos no se presentan de manera neutra sino que se adaptan a la concepción que el autor del libro tiene del conocimiento que se ha de enseñar y, con ellos, se muestra al lector que la ciencia elabora buenas explicaciones sobre el funcionamiento de mundo.

El objetivo de esta investigación es identificar los mecanismos literarios que se utilizan en los libros de ciencias para transformar los hechos experimentales o fenómenos del mundo en texto escrito; y caracterizar, con ello, la función retórica específica que adquieren en el texto. En consecuencia se tratará de identificar los elementos que hacen que las narraciones de los distintos libros de texto sean diferentes unas de las otras y, a la vez, las hacen encajar a todas en el plan de conjunto del libro, que es convencer al lector que las entidades y teorías científicas son creíbles.

En nuestro análisis vamos a centrarnos en los “hechos” a los que se refiere el libro de texto para ver cómo se presentan las intervenciones experimentales y se construye la evidencia de que hay determinadas entidades en relación a cómo se presentan las teorías y modelos científicos (GILL *et al.*, 1997).

Desarrollo de la investigación

Se ha procedido al análisis de 20 libros de texto de ciencias actuales correspondientes a ESO y Bachillerato, tanto extranjeros como de diferentes comunidades autónomas del estado español y que se han publicado en los últimos diez años. Cada libro fue analizado por tres investigadores, con lo cual los resultados pudieron contrastarse de manera rigurosa.

Se realizaron tres tipos de análisis, uno de las estructuras textuales (macro, micro y superestructura), otro del contenido factual de los distintos libros de texto y el tercero orientado a unificar los dos primeros al considerar que todos los textos narran una historia determinada que puede caracterizarse mediante *indicadores* y que se pueden reordenar los resultados de cualquier análisis textual desde esta perspectiva. Este último análisis es el que se presenta en este artículo.

En relación al análisis de las estructuras textuales (macro, micro y superestructura)

Del análisis de las estructuras textuales se seleccionaron aquellos resultados que permitían establecer diferencias entre los textos y se obviaron aquéllos que eran comunes a todos los libros de texto y que corresponden a características que permiten identificarlos como tales. Algunos de los aspectos comunes que se evidenciaron y que no se tuvieron en cuenta fueron: que la distribución en capítulos corresponde a 'lecciones'; que los temas de las lecciones corresponden a un determinado temario preceptivo; que en todos los libros hay ejercicios para la evaluación de conocimientos; que el estilo es apropiado para la memorización.

Los aspectos que permitieron establecer diferencias entre los textos fueron:

I- comentarios sobre la ciencia y el conocimiento científico, que permitía identificar diferentes “modelos de ciencia”- dogmática (afirmativa o magistral); problemática (duda retórica o duda real);

II- referencias a la actividad requerida al lector, que permitían identificar diferentes “modelos de tipos de lector”: distante (discípulo) o próximo (colega, colaborador, aprendiz activo);

III- indicaciones sobre cómo se desarrolla la clase, que permitía apreciar diferentes “modelos de aula” o de intervenciones docentes asociadas al supuesto uso del libro en clase: coherente (descubrimiento, transmisiva, constructivista) o incoherente (se utilizan diferentes orientaciones según los capítulos o las actividades).

Estos tres aspectos identifican lo que hemos denominado la *comunicabilidad del texto*, siguiendo a Potter (1996).

En relación al análisis de los 'hechos del mundo' de los que habla el libro

Dos aspectos permitieron establecer analizar el *contenido factual* del libro:

a) referencias a los fenómenos que presentan el libro de texto (reales, laboratorio, simbólicos), es decir como es el mundo que se presenta y b) la manera como se habla y se construye, lo que denominamos hechos de habla (definiciones, comparaciones, deducciones) (AUSTIN, 1982, POTTER, 1996). El primero permite poner en evidencia que hay diferentes maneras de seleccionar los ejemplos 'en el mundo' y el segundo nos muestra su aspecto literario, puesto que se trata de hechos 'escritos' y que se han 'recreado' en el libro mediante diferentes estrategias lingüísticas que les proporcionan orientaciones diferentes. En efecto, no es lo mismo presentar la disolución de la sal en el agua (por ejemplo) describiendo el proceso a nivel macroscópico, que presentarla argumentando los factores que influyen en el proceso o bien definiendo las entidades sal y agua con la ayuda de un esquema.

La historia que narra el libro de texto

A partir de ambos análisis, que nos informan sobre la comunicabilidad del libro y sobre los hechos a los que se refiere, se procedió a identificar la estructura retórica global del texto. Para ello debíamos analizar el conjunto de texto como 'narración', lo cual iba a ser posible siempre y cuando se establecieran relaciones significativas entre la comunicabilidad del texto y su contenido factual. Es decir, podemos considerar que el libro es una narración sobre el mundo cuando los hechos del mundo están siendo comunicados con una intención que incluye una determinada manera de considerar lo que es la ciencia, el profesor y el alumno.

La pregunta que da lugar a este tercer análisis es ¿Cuál es la historia que se explica en el libro?

Para responderla (es decir, para caracterizar la historia) era necesario identificar:

1. Narrador y audiencia que se supone ¿Quién narra y a quien se dirige?
2. Elementos de autoridad ¿Quién garantiza que lo que se dice es importante?
3. Elementos factuales y conceptuales que intervienen ¿Cuáles son los hechos que se narran?
4. Recursos utilizados para presentarlos como 'científicos' ¿Cómo se construye el conocimiento científico en esta historia?

Para establecer las relaciones que buscábamos entre los dos análisis anteriores y el tercero, los resultados se presentaron mediante una red sistémica (Fig. 1) en la que aparecen 18 subcategorías agrupadas en las cuatro categorías principales a las que ya nos hemos referido; las tres primeras nos informan sobre la estrategia comunicativa global del texto en el marco de la intervención docente que supuestamente se va a llevar a cabo (*la comunicabilidad del texto*) y la cuarta categoría nos informa sobre el *contenido factual*. Todos los puntos que permiten analizar el libro como 'narración' pudieron acoplarse a las categorías de la red sistémica. En efecto, las categorías I y II corresponden al 'Modelo de Ciencia' y al 'Modelo de lector' y, como que libros analizados son exclusivamente libros de texto de ciencias, en todos ellos el narrador es la Ciencia y la audiencia son los lectores - alumnos (1), aunque pueden aparecer también, como narradores, los profesores o incluso los alumnos. Quienes median entre la ciencia y los lectores-alumnos son los profesores; por ello los elementos de autoridad (2) vinieron dados por la categoría III, que corresponde al Modelo de aula o estilo docente, dando más o menos énfasis a los narradores o a la audiencia. Finalmente, la categoría IV de la red, 'Hechos de los que se habla' indica si éstos son más o menos 'reales' o si han sido

idealizados (3) y qué recursos se utilizan para presentarlos como científicos de manera que formen parte de la narración global (4).

Las cuatro categorías y los 18 paradigmas de esta red final se proponen pues como *indicadores* del tipo de historia que se explica es lo que finalmente debíamos identificar que permiten caracterizar los libros como 'narraciones' con una función retórica específica que puede ser compartida por grupos de ellos.

| | | | | | |
|-----------------------------|--------------------------------|-------------------|-----------------|----|--|
| Comunicabilidad del texto | I. Modelo de ciencia | Dogmática | Afirmativa | 1 | Narrador y Audiencia ¿Quién narra y a quién se dirige? (1) |
| | | | Magistral | 2 | |
| | | Problemática | Duda retórica | 3 | |
| | | | Duda real | 4 | |
| | II. Modelo de lector | Distante | Discípulo | 5 | |
| | | | Próximo | 6 | |
| | | Próximo | Colega | 7 | |
| | | | Colaborador | 8 | |
| | III. Modelo de aula | Coherente | Descubrimiento | 9 | Elementos de autoridad. ¿Quién garantiza que lo que se dice es importante? (2) |
| | | | Transmisiva | 10 | |
| | | | Constructivista | 11 | |
| | | Incoherente | 12 | | |
| Contenido factual del texto | IV. Hechos de los que se habla | Fenómenos | Reales | 13 | Elementos factuales y conceptuales que intervienen. ¿Cuáles son los hechos que se narran? (3) |
| | | | Laboratorio | 14 | |
| | | | Simbólicos | 15 | |
| | 'Hechos de habla' | 'Hechos de habla' | Definiciones | 16 | Recursos utilizados para presentarlos. ¿cómo se construye el conocimiento científico en esta historia? (4) |
| | | | Comparaciones | 17 | |
| | | | Deducciones | 18 | |

Figura 1 - Indicadores que permiten caracterizar los diferentes libros como narraciones orientadas por una retórica específica.

Siendo el factor más importante en esta narración la manera de presentar los 'hechos' (lo que pasa en la historia que se narra), se pueden aplicar también los mismos indicadores a cada una de las partes del libro en las cuales se razona a partir de un experimento o fenómeno. Se identifican así 'narrativas experimentales' que no siempre corresponden a las intenciones manifestadas por el autor del libro o a la historia que éste, en conjunto, narra.

Ejemplos de aplicación de los indicadores

Una vez consensuados los paradigmas de la red, se procedió a releer los textos y a revisar el análisis efectuado. Todos los libros pudieron ser considerados 'narraciones' de acuerdo con el patrón acordado; todas ellas presentaban aspectos en común (se ajustaban a los indicadores de la red) pero con matices, según fueran las diferentes combinaciones de indicadores que se

obtuvieron. Así, si bien los actores fueron siempre los mismos: la ciencia, los profesores, los alumnos, sus 'papeles' en la historia variaban de acuerdo con los indicadores de la red sistémica, que quedaron así validados para el tipo de análisis que estamos proponiendo.

No nos interesaba proceder a la clasificación de los libros a partir de la historia que explicaban, sino sólo poner en evidencia que cada libro presenta unos determinados temas científicos dando un énfasis mayor a unos aspectos que a otros, con lo cual los valores que subyacen en la propuesta son también diferentes. Por esto hemos dado nombre a las narraciones identificadas procurando destacar lo que le proporciona coherencia y que, a la vez, caracteriza el enfoque que el autor escogió, sin emitir ningún juicio sobre ello. Esto no significa que, nuestro trabajo no tenga como finalidad desarrollar criterios sobre lo que sería una buena retórica, que será aquella que contribuya a que el alumnado establezca relaciones de coherencia entre sus conocimientos (lo que piensa), su intervención en los fenómenos (lo que hace) y su lenguaje (lo que puede comunicar) (GUIDONI, 1985); pero no la relacionamos, en este artículo, con el análisis de libros de texto propuesto.

Presentamos primeramente dos ejemplos de aplicación de la red para identificar dos narraciones diferentes a las que hemos puesto por título *“Todos pueden comprender cómo funciona el mundo si aprenden a pensar a la manera de los químicos”* y *“La ciencia: una verdad que se ha ido desarrollando a lo largo de la historia y que se ha de aprender porque es útil”*.

A continuación hemos seleccionado un ejemplo de 'narrativa experimental' que nos ha parecido característica de cada uno de los textos y adecuada para ser comparadas y destacar así sus principales rasgos diferenciales.

Libro A.' Todos pueden comprender cómo funciona el mundo si aprenden a pensar a la manera de los químicos'.

Esta “historia” la explica un libro de bachillerato español, que se ajusta al programa oficial de química. Está estructurado por capítulos lecciones que se agrupan en tres créditos. Las lecciones desarrollan el contenido de los créditos, manteniendo la idea central que les da título: La materia, Energía y cambio, Equilibrio químico.

En la presentación los autores se dirigen al lector-alumno y le dicen:

La finalidad del libro es ayudarte a aprender química...te queremos hacer el camino más fácil (aunque, naturalmente, el esfuerzo por aprender no te lo puede ahorrar nadie). Por esto, además de explicarte las teorías básicas de la química y como se utilizan encontrarás algunas ayudas para estudiarlas. Así, en cada concepto o teoría importante encontrarás....empezar por plantearte preguntas: ...los esfuerzos que hagas para precisar o detallar la respuesta serán muy importantes para, después, entender y madurar el tema; las repuestas de la química:...en algún momento te parecerá que la dificultad es gratuita, pero si te fijas bien te darás cuenta de que cada elemento teórico tiene su razón de ser; utilizando lo que has aprendido: ...las teorías son para utilizarlas, para resolver problemas y para responder preguntas...te propondremos unos ejercicios...hemos clasificado la dificultad utilizando los signos siguientes...

El narrador es el químico, que habla al lector de la química:

Actualmente es una ciencia madura y potente. Mirando a tu alrededor puedes darte cuenta de la cantidad de productos que nos ha proporcionado y de cómo ha contribuido a hacer

nuestro mundo tal y como es: tanto para bien como para mal....Estos descubrimientos han sido posibles gracias al esfuerzo sistemático y imaginativo de muchas generaciones de personas...Si los químicos llegan a obtener resultados interesantes es porque utilizan unas teorías que han ido creando y mejorando durante los últimos siglos

Y la química tiene sus propios procedimientos, que se exponen al alumno en apartados que llevan el título “*Piensa en ello*” y que se introducen mediante una pregunta *retórica*, por ejemplo: *¿Qué etapas se siguen para identificar un compuesto?* Esta pregunta tiene que ver con la química que se ha de aprender, no con las inquietudes o necesidades que pueda tener el alumno en aquel momento.

Respecto a la ciencia en general, no se duda de que es capaz de explicar los fenómenos, pero, al hacerlo mediante modelos, la explicación puede variar a lo largo del tiempo:

Explicar teóricamente un fenómeno (real) significa 'verlo' mediante un modelo (mental)...Según el modelo cinético un sólido está formado por partículas juntas, las cuales vibran en una posición fija con una energía que aumenta con la temperatura. El modelo que utilizas en cada caso ha de resultarte útil para resolver lo que te interesa en este momento ..no siempre se ha de tomar el modelo más profundo, más detallado...

El lector es el alumno, y constantemente el libro lo tiene en cuenta dando por supuesto que el alumno va siguiendo los pasos experimentales y mentales que se le van indicando y que sus conocimientos aumentan a medida que el libro avanza:

Te invitamos a conocer las teorías de la química y a utilizarlas a lo largo de este curso y del siguiente... Imagínate que pudieras ver y tocar los átomos...Tienes dos balanzas. En la primera pones un átomo de carbono y en la segunda un átomo de magnesio.... En el apartado anterior has visto... ¿Y si ahora hablamos de moléculas?

Sin embargo, en los ejercicios a final del capítulo los verbos están en imperativo y se piden al alumno resultados numéricos concretos y no explicaciones:

Di ahora cual es la fórmula empírica de un compuesto.

Por lo que se ha dicho hasta aquí, intervienen en el libro muchas “voces”: la de la ciencia, de la cual la química es un ejemplo y de la cual hablan los químicos; la del alumno, aunque sólo sea por las muchas referencias que dan a suponer que está participando activamente en la historia que se explica; y la del profesor, supuestamente identificada con la de los químicos pero que, al estar comprometida con la “historia de aprender química” que se está desarrollando, toma una función que ya no es del químico que “hace química”. Esto es coherente con un modelo de clase, constructivista, según la cual el elemento de autoridad corresponde a la interacción entre el conocimiento, el profesor y el alumnado:

En esta unidad revisaremos algunos conceptos que ya has visto en los cursos anteriores...Recordaremos...Estudiaremos las propiedades de estos sistemas, y veremos...Prepararemos...y calcularemos.... Finalmente, estudiaremos algunas propiedades.... Por esto, lo que justifica las propuestas del libro es que la finalidad de “aprender química” se alcanza mediante una colaboración activa entre el profesor- químico y el alumno y siguiendo unos pasos que, como puede verse fácilmente, se ajustan al “ciclo de aprendizaje” constructivista y al proceso de modelización o de “enseñar razonar” que le es propio.

Los hechos se construyen a la vez que se explican mediante un modelo. El Modelo se presenta dando por supuesto que, ya que es 'científico', existe una analogía entre el y los hechos, lo cual permite pasar del hecho al modelo y del modelo al hecho de manera deductiva:

Primero se ha de precisar el hecho que se ha de explicar. Después se ha de encontrar el modelo científico adecuado. A continuación lo hemos de utilizar para traducir a teoría o modelo los objetos y acciones que forman los hechos hasta imaginárnoslo. Seguidamente hemos de razonar utilizando el modelo y finalmente volver a traducir las conclusiones teóricas a nivel de los hechos.

Las explicaciones deberían convencer al alumno, cosa que no siempre parece posible, porque algunas veces el acoplamiento entre los “hechos” y el “modelo” parece algo forzado, cosa por otra parte comprensible por la gran distancia entre los hechos que explica la química y sus modelos.

Tienes un saco con balas grandes y otro con balas pequeñas. Sabes el peso de cada uno de ellos pero no el número de balas que contienen....Lo mismo que hacemos con las balas se puede hacer con los átomos.

La historia se la explica al alumno el profesor- químico.

Te explicaremos los conceptos y teorías más importantes que utilizamos los químicos...., Te invitamos a mejorar tus conocimientos de química ..., ¡Es un mundo apasionante!, ¡Te deseamos que la disfrutes tanto como nosotros!.

La estructura del libro se acopla a una determinada manera de trabajar en clase, que podría ser constructivista si el alumno llevara a cabo con éxito todas las propuestas que se le van haciendo; lo que es más evidente es la voluntad de que el *alumno se sienta invitado a participar a la oferta concreta* que se le hace, *apasionante*, y que le va a permitir razonar sobre el mundo.... pero tal como la ciencia lo permite, puesto que ésta es el resultado de haber pensado (bien) sobre el mundo. Así, la ciencia se presenta como algo indiscutible, pero de manera magistral, desde el punto de vista de un 'maestro' que enseña su significado en el mundo y en la vida de las personas. Los hechos que se explican son fácilmente identificables para el alumno: son hechos paradigmáticos de la química, reales (algunos de ellos en la vida cotidiana, otros en el laboratorio, pero tratados de la misma manera, desde la perspectiva de algún modelo científico) ...pero no siempre se acoplan a un Modelo completo, que se pueda aplicar a todos los fenómenos de manera razonable, puesto que en realidad, el libro ha de cubrir un programa determinado y esto no siempre es compatible con dar a conocer una ciencia racional de manera que el alumno pueda razonar con ella.

Los indicadores con los cuales se caracteriza esta narración se presentan en la Figura 2.

| | | | | |
|-------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|----|
| Comunicabilidad | I. Modelo de ciencia | Dogmática | Magistral | 2 |
| | II. Modelo de lector | Próximo | Apren. activo | 8 |
| | III. Modelo de aula | Coherente | Constructivista | 11 |
| Contenido factual | IV. Hechos de los que se habla | Fenómenos | Reales | 13 |
| | | 'Hechos de habla' | (Comparaciones) Deducciones | 18 |

Figura 2 - Indicadores que permiten caracterizar las narraciones.

Libro B. 'La ciencia: una verdad que se ha ido desarrollando a lo largo de la historia y que se ha de aprender porque es útil'.

La "historia" la explica otro libro español, también de bachillerato. Su formato es más austero, sin fotografías en color. Está estructurado en cuatro Unidades cuyos títulos se refieren a entidades científicas y se ordenan desde lo abstracto (Teoría atómico molecular, El átomo y sus enlaces) a lo más concreto (cambios materiales y energéticos, Química del Carbono).

El libro no presenta un estilo dialogante como el anterior, sino que expone lo que es la ciencia mediante definiciones y razonamientos a partir de ellas. Lo que explica es una historia de final feliz: lo que ahora sabemos, permite gestionar los fenómenos para vivir mejor:

A lo largo del libro iremos conociendo tan sugestiva historia...porque forma parte de los objetivos del bachillerato donde, además de la formación científica...interesa la formación cultural y ciudadana: conociendo cómo fueron y cómo son las diferentes facetas de la actividad humana se contribuye a la adquisición del espíritu crítico y constructivo que la sociedad exige. Incluye en cada capítulo, una lectura sobre "Ciencia, Técnica y Sociedad", que pone en evidencia algunos de los problemas en el medio ambiente pero sin hacer de ello un "problema" central ni poner en duda el modelo de sociedad occidental:

Las últimas décadas del siglo XX, donde un mayor nivel de desarrollo, legítimo deseo y derecho de todo ciudadano, lleva inexorablemente a un mayor consumo de productos industriales y por tanto del agua necesaria para su producción, se están empezando a caracterizar por lo que se conoce como "el problema del agua".

El protagonista de la narración es el crecimiento imparable de la ciencia, que va dando explicaciones cada vez más completas de un mundo que se estudia de manera objetiva. La historia (que se desarrolla al margen de la historia social, hasta el punto de que las diferencias entre las épocas y contextos de Faraday y Stones ni tan sólo se comentan) se explica a un lector - estudiante que la aprende sin participar para nada en ella:

Stones estudió cuidadosamente los trabajos de Faraday y pensó que los átomos estaban asociados con unidades de carga eléctrica, a las que en 1874 propuso llamar electrones.

El alumno aparece en los ejercicios, en los cuales el autor del texto- profesor se le dirige en imperativo:

Haz el dibujo del modelo de Thomson para el átomo de hidrógeno. Si lanzas partículas positivas más pequeñas que el átomo ¿qué esperas que ocurra? ¿Pasarán a través del átomo?

La autoridad que da credibilidad a la narración la comparten 'la ciencia' (lo que se ha de aprender) y la importancia (indiscutible) de saber lo que se expone en el texto tal como se demuestra al resolver los ejercicios:

Conviene que recordemos...Sabemos que hay una cierta cantidad de energía asociada a cada tipo de enlace...

Los hechos que se narran son experimentos de laboratorio, que se presentan según una pauta fija y que son descriptivos (del método, de los resultados que se han de obtener) - *Comprobación de la ley de Lavoisier...(se desarrolla según los apartados: Objetivo, Material, Modo operativo, Cuestiones...como todas las otras prácticas)* - o bien hechos simbólicos, que se construyen mediante definiciones que permiten referirse a los resultados utilizando entidades científicas o que se presentan como problemas numéricos. - *Propiedades de las substancias metálicas 1. Formadas por átomos metálicos. 2. Son sólidos de elevado punto de fusión, puesto que resulta difícil liberar los iones metálicos de los electrones que los*

bañan. 3. Son excelentes conductores del calor y la electricidad, por la abundancia de electrones casi libres... - Por ello se dedica un capítulo a explicar en qué consiste el método científico y cómo se toman los datos experimentales.

El tipo de intervención docente más coherente con el enfoque del libro es la clase transmisiva, en la cual el alumno aprende definiciones y el profesor las explica.

Los indicadores que asignamos a esta 'historia' se presentan en la Figura 3.

| | | | | |
|-------------------|--------------------------------|-------------------|--------------|----|
| Comunicabilidad | I. Modelo de ciencia | Dogmática | Afirmativa | 1 |
| | II. Modelo de lector | Distante | Discípulo | 5 |
| | III. Modelo de aula | Coherente | Transmisiva | 10 |
| Contenido factual | IV. Hechos de los que se habla | Fenómenos | Laboratorio | 14 |
| | | 'Hechos de habla' | Definiciones | 16 |

Figura 3 - Indicadores que permiten caracterizar la 'historia' de los libros.

Comparación de dos narrativas experimentales

En cada uno de los dos libros anteriores pueden identificarse narrativas experimentales representativas que ilustran sus diferencias. Las narrativas experimentales tienen por misión destacar una intervención posible en el mundo (un experimento) cuyo resultado se explica perfectamente mediante las entidades científicas. Los historiadores de la ciencia llaman así a la descripción de experimentos que apareció como género literario en los libros científicos a partir del siglo XVII y que ha sido estudiada en sus aspectos retóricos por algunos de ellos (GOLINSKI, 1998; IZQUIERDO, 2000).

Compararemos a continuación una 'narrativa experimental' representativa del libro A con una representativa del libro B.

En el libro A

A menudo te habrán dicho que no manipules un aparato eléctrico...si vas descalzo y el suelo está húmedo. ¿Por qué crees que puede ser muy peligroso que te pase la corriente? Decimos que una disolución es conductora cuando deja pasar la corriente eléctrica. Ya debes saber que los metales son los mejores conductores, mientras que ...el vidrio es aislante. El agua pura es un mal conductor, pero si tiene alguna sal disuelta su conductividad aumenta considerablemente...La conductividad se puede medir mediante unos aparatos que se llaman conductímetros...(Más adelante, al referirse a ácidos y bases, introduce el concepto de ion para explicar la conductividad)

Esta narrativa experimental no establece diferencia entre los fenómenos del mundo y los del laboratorio (la ciencia es para razonar sobre todos los fenómenos) y se sustenta en el supuesto de que todos ellos pueden explicarse mediante modelos racionales que permite al alumno razonar por su cuenta. Los hechos tienen importancia en relación al alumno, considerado una persona capaz de comprender su entorno, aunque sean hechos ejemplares propios de química.

En el libro B

En 1807, Davy hizo circular una corriente eléctrica, primero por disoluciones de substancias que sospechaba llevaban combinados metales , y luego por estas mismas substancias puras y fundidas. La corriente que atravesaba la potasa fundida liberó un metal que Davy llamó potasio. Un poco después aisló el potasio de la sosa cáustica, En esta experiencia los elementos de un compuesto químico se podían separa por la electricidad, lo que indicaba que estaban unidos por fuerzas eléctricas. Faraday llamó electrólitos a estas reacciones, electrólitos a las disoluciones, electrodos a las placas metálicas que se introducen en la cuba electrolítica, ánodo (camino ascendente) al electrodo positivo,y cátodo (camino descendente) al electrodo negativo. Afirmó que la corriente es transportada a través del material fundido o de la disolución por entidades a las que llamó iones (viajeros)...

Esta narrativa experimental muestra los hechos como algo que se ha ido descubriendo paulatinamente y que corresponden a etapas sucesivas en la construcción de la disciplina. Los alumnos no se tienen en cuenta, aparentemente; en efecto, algunos de los ejemplos no llegan a entenderse sino que se han de aceptar a ciegas, confiando en la ciencia, que nos dice lo que pasa; el razonamiento, si lo hay, empieza a partir de este acto de confianza.

Conclusiones

En general, todos los textos analizados son complejos y heterogéneos; aunque no hemos profundizado este aspecto, creemos que ésta es una característica general de los libros de texto que facilita su participación en los diversos discursos que se van a generar en el aula durante el curso escolar. Sin embargo, constatamos que en la mayoría de ello los autores muestran una preferencia por una determinada 'retórica', es decir, se presentan como una "narración" que correlaciona con un modelo de ciencia, de lector y de intervención docente y que se valida por un cierto "estilo didáctico". Parece ser, por lo tanto, que la heterogeneidad del texto no es incompatible con un "estilo" propio.

Así, este trabajo nos ha permitido considerar con fundamento que los libros de texto son una construcción literaria que tiene por objetivo proporcionar credibilidad a las entidades de la ciencia. Hemos identificado la '*narración de una historia sobre cómo es el mundo*' como una estructura retórica que construye a partir de enunciados sobre la ciencia, la relación entre alumnos y profesores y que requiere una presentar los hechos del mundo de una manera que resulte interesante, motivadora y que conecte con la orientación que el autor quiere dar a su libro. Hemos puesto en evidencia que las estrategias que utilizan los autores para comunicarse con sus lectores son diversas pero que en todas ellas tienen un papel central los *hechos del mundo* (fenómenos interpretados) que se seleccionan y que se presentan de la manera que consideran más conveniente a sus propósitos y a los valores que lo sustentan. Con ello, hemos identificado la función retórica que adquieren los *hechos del mundo* en los libros de ciencias

Así, el libro, en su conjunto, puede ser considerado como una narración en la que el docente, o la ciencia, o el científico, muestra a los alumnos como se enlazan los hechos unos con otros según diferentes 'historias' creadas por los autores de los libros. En consecuencia, hemos podido constatar que los fenómenos se transforman en *hechos científicos* según diferentes procedimientos dando lugar a diferentes tipos de *narrativas experimentales*.

Este resultado nos parece especialmente interesante porque coincide con los resultados obtenidos por Ogborn *et al* (1996) al estudiar las estrategias de los profesores al explicar

ciencias en clase: una de las principales consistía en 'narrar historias de ciencias' en las cuales intervenían, como protagonistas, las entidades científicas. Nos sugiere, además, la necesidad de profundizar más en las características que pueden tener en común las historias en clase y las que proporcionan a los libros capacidad de convencer.

La mayoría de libros de textos se refieren a unos mismos hechos, aunque narrados de manera diferente, lo cual muestra el carácter tradicional y normativo, consensuado por la práctica docente, de los libros de texto. Muy pocas veces aparecen "hechos" nuevos, pero cuando lo hacen tienen gran importancia puesto que pueden llegar a adquirir la función de un nuevo hecho ejemplar apropiado para los nuevos temas de interés que van surgiendo como resultado de la investigación científica actual. Por ejemplo, en estos momentos la pila de Daniel, 'hecho' obligado en los capítulos sobre energía química, va siendo substituida por la pila de hidrógeno, más compleja desde un punto de vista químico pero vinculado a un tema tan interesante como la posible utilización del agua como fuente de hidrógeno gracias a la energía solar.

Hemos visto también que algunas narraciones muestran la influencia de un estilo didáctico, discursivo, que en algunos casos es superficial y/o incoherente pero que, en otros, da lugar a nuevas retóricas (nuevas narrativas experimentales, en las que destaca la razonabilidad / accesibilidad de la ciencia a través de fenómenos del mundo) que no aparecían en los libros de texto tradicionales

Del trabajo realizado se desprende el interés en caracterizar de manera más exhaustiva las narrativas experimentales que contienen los libros de texto para destacar la función retórica de los "hechos del mundo". Por ello seguiremos esta línea de análisis en el futuro, a la vez que intentaremos identificar los valores que se transmiten al alumnado a través de ella.

Consideración final

La principal implicación de la investigación, en su momento actual, es la posibilidad de relacionar las retóricas identificadas con los resultados que se obtienen al utilizar el libro en el aula: facilidad de lectura para los alumnos, ideas que proporciona a un buen lector, necesidad de que haya un mediador entre el libro y el alumno (no sólo para facilitar la lectura sino también para proporcionar informaciones imprescindibles que forman parte de la dinámica de la clase) y sistema de valores implícito. Para conseguir todo esto es esencial que el alumnado no confunda "el mundo real" con el "mundo en los libros", hemos de enseñar, por lo tanto, cómo se escribe ciencia y cómo ha de leerse, poniendo en evidencia las estrategias literarias que utilizan sus autores y su relación con la finalidad que persiguen.

Los libros más innovadores incluyen propuestas docentes interactivas en la propia estructura del libro; éste presenta secciones en las cuales se analizan ideas previas y que configuran un 'ciclo de aprendizaje'. No está claro que esta sea una buena estrategia. Creemos que, en el futuro, la didáctica discursiva a la que nos adherimos va a requerir textos que puedan ser leídos de manera autónoma por los estudiantes, así como textos para impulsar el proceso de modelización que se desarrolla en clase, de manera más abierta y que favorezca la reflexión del alumno sobre su propio proceso de aprendizaje. El análisis que presentamos nos indica cómo avanzar en esta dirección y nos invita a potenciar la escritura de nuevos textos, adecuados a diferentes momentos didácticos.

***Agradecimientos:** al Ministerio de Ciencia y Tecnología por el proyecto SEJE006-15589-C02-02 parcialmente financiado con fondos FEDER; al DURSI por el proyecto ARIE 2006-140285; al Ministério de Educação do Brasil por el proyecto BEX3049/05-1, financiado con fondos CAPES/BRASIL.

Referencias bibliográficas

ASTOLFI, J.P. **El aprendizaje de los conceptos científicos: aspectos epistemológicos, cognitivos y lingüísticos.** *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), p. 147- 155, 1988.

AUSTIN, J.I.. *Como hacer cosas con las palabras.* Barcelona: Paidós, 1982.

BAKHTIN, M. **Marxismo e Filosofia da Linguagem.** São Paulo: Hucitec, 1986.

BITTENCOURT, C. M. F. **Apresentação da seção Em foco: história, produção e memória do livro didático.** *Educação e Pesquisa* 30 (3), p. 471-473, 2004.

DOLAN, B. **The language of experiment in Chemical Textbooks.** In *Communicating Chemistry*, Bensaude-Vincent y Lundgren eds., 2000, p. 141-164. USA: Science History Publications.

GILL, A. M., WHEDBEE, K. **Rethoric.** In DIJK, T.A., *Discourse as structure and process: a multidisciplinary introduction.* Vol 1. London: SAGE, 1997.

GOLINSKI, J. **Making Natural Knowledge. Constructivism and the History of Science.** Cambridge University Press, 1998.

GROSS, A. *The rethoric of Science.* Cambridge, MA: University of Harvard Press, 1996.

GUIDONI, P. **On natural thinking.** *European Journal of Science Education*, 7 (2), p. 133-140, 1985.

IZQUIERDO, M. **Three Rethorical Constructions of the Chemistry of Water.** In *Communicating Chemistry. Textbooks and their audiences, 1789-1939.* Ed. B. Bensaude-Vincent y A. Lunders, 2000, p. 255-272. London: Neale Watson.

----- **Estructuras retóricas de los libros de ciencias.** *Tarbiya*, 36, pp. 11-35, 2005.

JIMENEZ, J, y PERALES, J. **El análisis secuencial del contenido. Su aplicación al estudio de libros de texto de Química y Física.** *Enseñanza de las Ciencias*, 19, p. 3-19, 2002.

MÁRQUEZ, C., IZQUIERDO, M., ESPINET, M. **Multimodal science teachers discourse in modelling the water cycle.** *Science Education* 90(2), p. 202-226, 2006.

MARTIN, J.R., HALLIDAY, M.A.K, **Writing Science.** University of Pittsburg Press, 1993.

MARTINS, I. **Rethorics of School Science Textbooks.** In MOREIRA M.A. (org) *Proceedings of the VII International Conference on Physics Education*, Canela RS, Brasil, 2000.

----- **Analisando livros didáticos na perspectiva dos Estudos do discurso: compartilhando reflexões e sugerindo una agenda para a pesquisa.** *Pro-posições*, 17 1 (19), 117-136, 2006.

OGBORN, J., KRESS, G., MARTINS, I., MCGILLICUDDY, K. **Explaining Science in the classroom.** Buckingham: Open University Press, 1996.

POTTER, J. **Representing Reality.** London: Sage, 1996.