

La naturaleza de la ciencia en los libros de texto: una mirada epistemológica, retórica y didáctica

REVISTA
DE
ENSEÑANZA
DE LA
FÍSICA

Silvia Andrea Lanzillotta¹, Carina Kandel¹

¹Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Avellaneda-Centro de vinculación con Secundario y Superior – Ciclo de Licenciaturas. Ramón Franco 5050 (1874) Villa Domínico, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

E-mail: sal26267@yahoo.com.ar

Resumen

En la enseñanza de la ciencia, trabajar aspectos referidos a la naturaleza de la ciencia, implica abordar cuestiones como: determinar a qué se denomina ciencia, cómo funciona interna y externamente, cómo construye y desarrolla el conocimiento y qué métodos se emplean para validarlo y difundirlo. Resulta interesante, además, discutir cuestiones referidas a los valores y características de la comunidad científica, y las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, entre otras.

Uno de los recursos más utilizados para enseñar ciencia en el nivel secundario, es el libro de texto. Trabajar un texto en las clases de Física implica la aceptación de una determinada imagen del mundo y de las características de la ciencia, que el autor desea transmitir, ya que hace su interpretación de los hechos y de los fenómenos naturales.

En este artículo, se presentan los resultados de una investigación sobre algunos textos de Física. A través del análisis de contenido, como técnica de investigación elegida, se abordan los textos seleccionados desde tres dimensiones de análisis: la epistemológica, la retórica y la didáctica.

Palabras clave: Naturaleza de la ciencia, Retórica, Didáctica, Libros de texto.

Abstract

When teaching science, working on the aspects of nature of science involves dealing with issues such as: determining what is defined as science, how it works both internally and externally, how it builds and develops knowledge and what methods are used to validate and spread it. It is also interesting to discuss matters referred to values and the scientific community features, and the relationship within science, technology and society, among others.

One of the most used resources to communicate science within the school environment is the textbook. Dealing with a text in physics classes implies accepting a determined image of the world and the features of science which the author wants to transmit based on their own interpretation of the facts and natural phenomena.

This article shows the results of research in problems with some physics texts. Through content analysis, as a chosen research technique, the texts are focused from three different analysis dimensions: epistemological, rhetorical and didactic.

This multidimensional analysis allows building a view on the object of study: how physics texts deal with the nature of science.

Keywords: Nature of science, Rhetoric, Didactics, Textbooks.

I. INTRODUCCIÓN

El libro de texto es el material curricular (Gimeno Sacristán, 2001) más difundido dentro el ámbito escolar y en la actualidad es considerado un recurso valioso para ser utilizado en las clases de ciencias (Jiménez Valladares y otros, 2001). Es por ello que su elección es una de las decisiones de mayor importancia en la práctica docente.

La influencia del libro de texto en el aprendizaje es notable. No sólo orienta y dirige actividades tanto de docentes como de estudiantes, sino que también muchas veces es utilizado como guía de exposición

1 del contenido científico a desarrollar y como fuente de diversas situaciones problemáticas y cuestiones a
 2 resolver.

3 En el campo de la Didáctica de las Ciencias, el análisis de los libros de texto se constituye como un
 4 instrumento pedagógico sumamente interesante. Durante mucho tiempo, en el análisis de los libros de
 5 texto, primaron los de contenido en los que se tenían en cuenta atributos tales como: su estructura
 6 sintáctica, donde se trabaja sobre conceptos presentes, secuencia de contenidos, etc. (Perales, 1987); la
 7 estructura semántica, que incluye comprensión de textos, argumentaciones utilizadas, etc. (Otero, 1990;
 8 Eltinge y Roberts, 1993; Izquierdo y Rivera, 1997); el contenido simbólico referido a las ilustraciones
 9 presentes (Martínez Peña y Gil Quílez, 2001); los tipos de actividades incluidas (Perales, 1995; García
 10 Barros y Martínez Losada, 2001), la evolución y las variaciones temporales, etc.

11 Poco a poco el tipo de análisis fue girando hacia el papel del alumno en el aprendizaje de las ciencias,
 12 reconociendo la importancia de las concepciones alternativas y los procesos cognitivos y metacognitivos
 13 involucrados en dicho aprendizaje. En este sentido pueden mencionarse estudios sobre el contenido
 14 presentado (Jiménez Aleixandre, 1994, Martínez Gracia, 2003); las habilidades cognitivas que se exige de
 15 los alumnos; la función retórica de la narración (Izquierdo, 2005); el tipo de preguntas, las explicaciones
 16 y el uso de la jerga científica (Benson, 1991); entre otros.

17 El tipo de análisis adoptado en este trabajo intenta interrelacionar varios de los aspectos mencionados,
 18 a través de un abordaje múltiple, ya que la adopción de un libro de texto implica la aceptación de algunas
 19 de sus características tales como: los supuestos epistemológicos y didácticos implícitos o explícitos en él
 20 y el tipo de narrativa utilizada por el autor para presentar los fenómenos del mundo natural. A través de
 21 esta interrelación, se intenta dar cuenta de que tipo de concepciones sobre naturaleza de la ciencia y su
 22 enseñanza aparecen en los libros de texto elegidos.

23 Para facilitar el análisis, dentro de las tres dimensiones: la epistemológica, la retórica y la didáctica, se
 24 han definido diferentes categorías. Para la dimensión epistemológica, y teniendo en cuenta resultados de
 25 estudios realizados y a modo de sintetizarlos (Porlán, 1997), se plantean cuatro categorías que en líneas
 26 generales, pueden resumirse como: *empirismo radical*, *empirismo moderado*, *racionalismo* y *relativismo*
 27 (Porlán, 1998).

28 En concordancia con la evolución de las ideas acerca de la ciencia y su naturaleza, han surgido y
 29 evolucionado diversos enfoques didácticos que parten de supuestos y teorías acerca de cómo se aprende y
 30 qué tipo de ciencia se aprende.

31 En su libro *Aprender y enseñar Ciencia*, Pozo Muncio, (1998) analiza seis enfoques diferentes de
 32 enseñanza: el tradicional, aprendizaje por descubrimiento, expositivo, por conflicto cognitivo,
 33 investigación dirigida y contrastación de modelos.

34 Las categorías de análisis elegidas para simplificar el análisis de la dimensión didáctica, centrándonos
 35 en los enfoques de enseñanza y a partir del trabajo de Pozo Muncio, son: *el tradicional*, *el aprendizaje*
 36 *por descubrimiento*, *el cambio conceptual por conflicto cognitivo*, *la investigación dirigida* y *el*
 37 *expositivo*.

38 La actividad comunicativa de un libro de texto está mediada por el uso de estructuras retóricas
 39 (Izquierdo, 1992). La estructura retórica es la herramienta de la que dispone el autor para convencer al
 40 lector, por medio del discurso. A través de ella construirá la imagen del mundo que sea coherente con su
 41 intención comunicativa. Con respecto a la imagen de ciencia que presentan, se pueden diferenciar la que
 42 considera a la ciencia como la forma de explicar por medio de leyes los fenómenos del mundo, forma
 43 apodíctica; la que muestra los fenómenos del mundo como resultado de relaciones causa-efecto, forma
 44 magistral o como actividad que consiste en encontrar la respuesta a dudas, enigmas o problemas surgidos,
 45 forma de duda real o duda retórica (Izquierdo y Rivera, 1997).

46 Las categorías de análisis elegidas para la dimensión retórica pueden resumirse entonces en: *retórica*
 47 *apodíctica*, *retórica magistral* y *retórica de duda*. En estas narrativas, el lector es una especie de
 48 discípulo al que debe enseñarse la ciencia a través de la comprensión de los fenómenos del mundo, ya sea
 49 por persuasión (en el caso de la retórica magistral o duda retórica) u obligada aceptación (en el caso de la
 50 retórica apodíctica).

51 El siguiente esquema resume lo dicho hasta el momento:

52
 53 **TABLA I:** Abordajes elegidos para el estudio que determinan las dimensiones de análisis

NATURALEZA DE LA CIENCIA EN LOS LIBROS DE TEXTO DE FÍSICA		
Abordaje Epistemológico <i>¿Qué concepción se tiene de?</i>	Abordaje Retórico <i>¿Cómo se transmite?</i>	Abordaje Didáctico <i>¿Con qué estrategias?</i>
Imagen de la Ciencia Imagen del Método Científico Evolución de la Ciencia Relación Ciencia-Sociedad.	El tipo de Ciencia que se presenta El tipo de hechos que se muestran El modelo de lector	Teorías de Aprendizaje Enfoques de Enseñanza

II. LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y LOS LIBROS DE TEXTO DE FÍSICA

Si bien no existe un consenso acerca de la naturaleza de la ciencia (Acevedo Díaz, J.A., Vázquez Alonso, A. y otros, 2007), pueden mencionarse algunas características acordadas acerca de la misma, (Lederman, Abd-El-Khalick y otros, 2002):

- El conocimiento científico nunca es absolutamente cierto, sino que está sujeto a cambios con nuevas observaciones y reinterpretaciones de las observaciones existentes, además, es provisorio.
- El conocimiento científico proviene de la imaginación y la creatividad humanas, al menos parcialmente. Se genera mediante la imaginación humana y el razonamiento lógico. Esta creación se basa en observaciones del mundo natural y en las inferencias que se hacen.
- Como empresa humana, la ciencia se practica en un amplio contexto cultural y los científicos son un producto de esa cultura. De aquí se sigue que la ciencia está influida por diversos elementos y ámbitos de la sociedad y la cultura donde se inserta y desarrolla.
- El conocimiento científico es subjetivo en parte y nunca puede ser totalmente objetivo. La ciencia está influida y guiada por las teorías científicas y las leyes aceptadas. Además, hay una subjetividad personal que también es inevitable. Los valores personales, las prioridades y experiencias anteriores dictan cómo y hacia dónde los científicos dirigen su trabajo.
- Las teorías y las leyes son diferentes tipos de conocimiento científico. Las leyes describen las relaciones, observadas o percibidas, de los fenómenos de la naturaleza. Las teorías son explicaciones inferidas de los fenómenos naturales y los mecanismos de las relaciones entre estos fenómenos naturales. Las hipótesis científicas pueden conducir a teorías o a leyes mediante la acumulación de apoyo sustancial con pruebas y la aceptación por la comunidad científica.

Pero estos acuerdos, en la mayoría de los casos, discrepan con la imagen que predomina en docentes y estudiantes sobre la ciencia y la actividad científica; con la forma en que los docentes trabajan en las clases de física (Mellado Jiménez, 1996; Fernández, Gil y otros, 2002) y con la visión de ciencia que se encuentra en los libros de texto.

En general, los libros de texto tradicionales desarrollan los conocimientos científicos regidos por la lógica interna de la ciencia. En muy escasas ocasiones se preguntan acerca de qué es la ciencia, cómo funciona internamente, cómo se desarrolla, cómo se originan los conocimientos, cuál su grado de fiabilidad, qué implicaciones tiene el juicio de los pares y para qué se utilizan los conocimientos alcanzados, entre otras cuestiones. Es decir no abordan aspectos relacionados con el concepto de "naturaleza de la ciencia". La imagen de la ciencia transmitida resulta antigua y deformada y no se relaciona con la ciencia contemporánea, la que se hace hoy en día en los laboratorios de universidades, hospitales, fundaciones, ejército, industrias, corporaciones farmacéuticas, etc. (Vázquez, Acevedo y Manassero, 2004).

El autor de un texto de ciencias siempre se vale de la retórica para transmitir sus ideas. Tradicionalmente, ciencia y retórica, fueron consideradas malas compañeras. Ya que mientras la ciencia representaría la racionalidad objetiva, la retórica representaría la subjetividad, a través de la persuasión. Sin embargo, en los últimos tiempos, la ciencia no se considera como un diálogo entre sujetos objetivos y la naturaleza, sino como un diálogo entre sujetos intencionales y hechos, que son contruidos y aceptados retóricamente. La elaboración del conocimiento científico es más un asunto de negociación, disputas y consenso, que de demostraciones concluyentes.

A partir de las propuestas epistemológicas de Thomas Kuhn, Imre Lakatos, Stephen Toulmin, Larry Laudan o Paul Feyerabend, autores comúnmente vinculados con la nueva filosofía de la ciencia, se asume que tanto el método científico como la imagen de ciencia, son construcciones retóricas extremadamente eficaces y enormemente persuasivas.

Los libros de texto de ciencias muestran al mundo de una determinada manera para que el lector pueda comprender su funcionamiento (Izquierdo, 2005). A pesar de que se los considera, en su gran mayoría, expositivos y teóricos, pueden presentar narraciones acerca de cosas que pasan en el mundo. Estas narraciones, conocidas como narrativas experimentales, tienen como finalidad involucrar al lector en el tema conectando hechos y términos científicos, con hechos y términos cotidianos (Izquierdo, 1992). A través de ellas se intenta convencer al lector que el mundo funciona tal como lo propone la ciencia.

Según Izquierdo y Rivera (1997), en un texto narrado en forma apodíctica el marco teórico está implícito en todo el texto, y los experimentos presentados se interpretan a través de él. No se presentan dudas, todo aparece definido con claridad, concreta y simplemente y de manera lógica. Se presentan las expresiones matemáticas correspondientes al tema a desarrollar y se enuncian las propiedades y relaciones existentes entre las diversas magnitudes intervinientes. Es la narrativa predominante en los libros de texto más clásicos, que facilitan un tipo de aprendizaje memorístico.

La narrativa apodíctica, podría decirse, que está teñida con un tinte racionalista y que ha sido superada en la actualidad

En el texto narrado en forma magistral, en cambio, el autor selecciona un fenómeno o grupo de fenómenos convenientes para él y destaca los aspectos de los mismos que necesite para desarrollar el texto en función de ellos. De este modo, introduce un marco teórico y hace razonable la estructuración del conocimiento y los lenguajes abstractos que presenta: expresiones matemáticas, nuevas entidades físicas, nuevas clasificaciones, etc., de modo de dejar en claro relaciones de tipo causa-efecto.

En la narrativa magistral se deben mostrar fenómenos encadenados de manera natural y que preparan al lector para la explicación científica que se va a facilitar. Muestra un mundo que no genera ninguna pregunta y que se adapta perfectamente a la explicación del autor porque proporciona una razón, una causa para el funcionamiento del mundo tal como lo presenta.

En los textos narrados en forma de duda retórica, se presenta un problema concreto cuya solución el autor conoce, y quiere comunicar la explicación que es desconocida para el lector. A lo largo del mismo se proporcionan los instrumentos necesarios, tales como tablas, símbolos, clasificaciones, gráficos, etc., y las indicaciones de cómo utilizarlos. A través de ellos, los estudiantes pueden resolver la duda inicial y apreciar el valor de la ciencia como una actividad útil a la hora de resolver enigmas.

Por último podríamos decir que todos los textos de ciencias transmiten una imagen de ciencia que implica determinados supuestos epistemológicos y están dirigidos a un tipo de lector. Si consideramos las didácticas tradicionales es muy habitual considerar al lector como un discípulo al que se explica la ciencia, es decir se le muestra la ciencia y el lector la ve, o un colega que comparte un problema que se resuelve. En los modelos didácticos de tipo constructivistas, el libro se hace polifónico: el autor aparece algunas veces como maestro y otras como colega del lector, y el lector, como alumno, toma también la palabra de vez en cuando. Es decir, el lector lee y actúa (Izquierdo, 1992).

III. ASPECTOS METODOLÓGICOS

El procedimiento elegido para llevar adelante este estudio es el *análisis de contenido* (Piñuel Raigada, J., 2002), que implica la consecución de los siguientes pasos:

a) Selección del tipo de estudio a realizar: El tipo de estudio realizado es de carácter descriptivo y diagnóstico. Se realiza una identificación y catalogación de la realidad empírica del material de estudio elegido, en nuestro caso, los libros de texto de Física, mediante la definición de categorías o dimensiones.

Además, se describe, si se observa, la relación entre las dimensiones definidas. Este carácter relacional tiene, en alguna medida, un valor explicativo parcial. Y esa explicación parcial se debe a que no han sido tomados en cuenta innumerables factores que intervienen en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Tampoco se establece el tipo de relación, solo se la señala, en casos de que exista.

El análisis del contenido de los diferentes textos se realiza en forma transversal, de modo de seleccionar muestras del mismo contenido, abordado por diferentes autores, en el marco de un mismo contexto educativo. Esto iguala las condiciones de los contenidos elegidos, para apreciar fácilmente las diferencias entre ellos.

b) Selección del tipo de comunicación a estudiar: El objeto de análisis son los libros de texto de Física correspondientes al 5° año de la Orientación Ciencias Naturales.

Es fundamental aclarar que las editoriales no hay editados nuevos textos, desde que está en vigencia la nueva ley de Educación, para Física de 5° año. Es por ello que en este estudio se trabaja con una selección de libros de más de 10 años de antigüedad, con un importante nivel de implantación en el nivel. La muestra definitiva está compuesta por los libros de texto que se indican en la siguiente tabla:

TABLA II: Muestra de libros estudiados

Código	Autores	Año	Título	Editorial
L1	González, N.A.; Muñoz, J.C.; Iuliani, L.	2007	Física ES 4	Dirección General de Cultura y Educación de la Pcia. de Buenos Aires
L2	Aristegui, R.; Baredes, C.; Fernández, D.; Silva, A.; Sobico, C.; Dasso, J; Delmonte, J.L.	2000	Física I: Energía. Mecánica. Termodinámica. Electricidad. Ondas. Nuclear	Ediciones Santillana S.A.
L3	Rela, A.; Strajman, J.	1999	Física II: Óptica. Electricidad. Magnetismo.	Aique Grupo Editor S.A.
L4	Lemarchand, G.A.; Naso, C.A.; Navas, D.R.; Negroiti, P.F.; Rodríguez Usé, M.G.; Vázquez, S.M.	2001	Física Activa	Puerto de Palos S.A.

- 1 e) Elaboración del protocolo de análisis: consiste en la aplicación de la ficha de análisis y recolección
2 de registros. La ficha de análisis es un cuestionario confeccionado específicamente para este trabajo.
3 Cada dimensión cuenta con un cuestionario y la recolección queda plasmada en tres matrices distintas.
4 Por razones de espacio, sólo se presentan algunos ejemplos correspondientes a cada ficha de análisis:
- 5 ➤ Para el abordaje Epistemológico:
- 6 • *¿Cómo se muestra al conocimiento?*
7 ○ Como producto de la mente pensante
8 ○ Como un producto al que se accede a través de los sentidos
9 ○ Como una construcción social y colectiva
- 10 • *¿Cómo se muestra a la ciencia?*
11 ○ Como un saber estático, único, objetivo y válido
12 ○ Como un saber provisorio, perfectible e incompleto
13 ○ Como una actividad social y humana que busca lograr conocimientos del mundo.
- 14 • *¿Cómo presenta al método científico?*
15 ○ Como un camino único, universal y verdadero
16 ○ Como uno de los muchos caminos para llegar a un determinado tipo de saber
17 ○ No la menciona pero lleva implícita la primera opción.
18 ○ No la menciona pero lleva implícita la segunda opción.
- 19 • *¿Se muestra el progreso de la ciencia? ¿Cómo?*
20 ○ Si. La ciencia progresa si una teoría puede predecir y explicar más que la anterior,
21 conteniéndola y corrigiendo sus errores.
22 ○ Si. Contextualizado, es un proceso con pérdidas y ganancias al cambiar de paradigma o al elegir
23 entre teorías rivales.
24 ○ No se muestra
- 25 ➤ Para el abordaje Retórico:
- 26 • *¿Qué tipo de fenómenos se presentan en el texto?*
27 ○ Experiencias y o hechos de la vida cotidiana
28 ○ Experiencias de laboratorio o simulaciones
29 ○ Aplicaciones de la ciencia
30 ○ Elementos de la teoría que se constituyen como elementos reales o hechos
- 31 • *¿Cómo se presentan los fenómenos del mundo?*
32 ○ Como misterios de la naturaleza a resolver
33 ○ Como hechos explicables a través de teorías científicas
34 ○ Como hechos reconstruibles a través de la experimentación científica
35 ○ Como hechos conocidos, relacionados causalmente y verosímiles.
- 36 • *¿Cómo se explican los fenómenos?*
37 ○ Estableciendo regularidades entre fenómenos que inducen a una explicación
38 ○ Como explicaciones a través de la secuencia causa-efecto
39 ○ A través de definiciones impuestas
- 40 • *¿Qué papel se le asigna al lector?*
41 ○ Discípulo
42 ○ Aprendiz activo
43 ○ Colega
- 44 ➤ Para el abordaje Didáctico:
- 45 • *¿Se propone algún tipo de actividad para activar los conocimientos previos sobre conceptos*
46 *básicos de óptica? ¿Qué tipo de actividad?*
47 ○ Si. A través de preguntas y/o técnicas de discusión grupal
48 ○ Si. Con el desarrollo de prácticas y/o demostraciones
49 ○ Si. A través de la resolución de problemas
50 ○ No se presentan actividades para tal fin
- 51 • *¿Hay algún comentario o reflexión sobre el interés de los problemas a lo largo de los temas de*
52 *óptica, explicitando las posibles implicaciones CTS? ¿Cómo se tratan las implicaciones CTS?*
53 ○ Si, se mencionan aplicaciones tecnológicas
54 ○ Si, se plantean actividades, lecturas, información, etc.
55 ○ Si, se trabaja desde esa postura.
56 ○ No se mencionan.
- 57 • *¿Se proponen prácticas de laboratorio? ¿Qué características tienen?*
58 ○ Si, tipo "receta"
59 ○ Si, diseñadas por los alumnos
60 ○ No se proponen

- 1 • ¿Cómo se consolidan los nuevos conocimientos adquiridos?
- 2 ○ A través de actividades que favorezcan el desarrollo de cambios conceptuales, metodológicos y
- 3 actitudinales
- 4 ○ A través de actividades que requieran la aplicación de conocimientos adquiridos a nuevas
- 5 situaciones y comprobando su eficacia.
- 6 ○ No se plantean ese tipo de actividades

9 IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11 **Dimensión Epistemológica:** El análisis de los textos a partir de la aplicación de las fichas de análisis en
12 su forma completa (en el apartado anterior solo hemos presentado algunos ejemplos), permite traslucir un
13 trasfondo absolutista presente en las visiones empiristas de la ciencia. Este trasfondo implica una visión
14 del conocimiento científico como algo absoluto, objetivo, acabado, descontextualizado y neutral, que
15 reproduce de manera enciclopédica, fragmentada y simplificada los contenidos abordados. Este
16 conocimiento se presenta a los alumnos formando una estructura lógica enmarcada en la disciplina, pero
17 sin ningún tipo de referencias a las circunstancias que motivaron su origen. Tampoco se mencionan
18 influencias sociales y económicas que influyeron directa o indirectamente en el planteamiento de tales
19 problemas.

20 La introducción del concepto de rayo luminoso o de los fenómenos luminosos como la refracción o la
21 reflexión, en la mayoría de los libros de texto seleccionados, se realiza desde un punto de vista
22 inductivista. Es decir, plantea la observación de las consecuencias de la propagación rectilínea de la luz o
23 de la desviación de las trayectorias de los rayos incidentes.

24 En los fragmentos seleccionados se muestra un ejemplo de ello:

25 *“La observación de eclipses y de sombras de objetos comunes, también puede explicarse con este*
26 *concepto “corpuscular” de la luz. Por otro lado, enviando un haz de luz muy débil a una pantalla puede*
27 *detectarse el impacto de cada fotón individual (por supuesto que con técnicas muy complejas).”* L2, pág.
28 284.

29 *“Para poder leer la información contenida en esta página es necesario que el papel reciba luz desde*
30 *alguna fuente luminosa, por ejemplo, el Sol o una lámpara, y que se refleje de modo de llegar hasta los*
31 *ojos de quien la lee.”* L1, pág. 274.

32 No se menciona el conjunto de instrumentos e instituciones que le permiten a la ciencia obtener
33 resultados, ni la comunidad científica que los obtiene.

34 En ninguno de los textos seleccionados se promueve el tratamiento de los contenidos de óptica desde
35 un enfoque histórico. Esto priva al lector de la posibilidad de conocer el desarrollo que han tenido los
36 conceptos, las crisis y las revoluciones en la ciencia, así como los enfrentamientos entre teorías científicas
37 rivales.

38 No se propician reflexiones y debates en torno del trabajo del científico, ni del papel de la ciencia en
39 la vida de las personas, o las transformaciones que realiza el hombre sobre el ambiente.

40 No se tratan los conceptos científicos como contenidos de interés social ni se expresan como un
41 conocimiento activo, que puede aplicarse tanto a situaciones prácticas como al contexto de la resolución
42 de problemas.

43 No se aborda la historia de la ciencia y por consiguiente no se transmite la idea de que la ciencia es
44 una construcción de conocimientos útil para resolver problemas.

45 Muy superficialmente se abordan las relaciones CTS, es decir, las relaciones de la ciencia con
46 subsistemas sociales como el estado, la industria, la salud, etc.

47 No se considera el impacto ideológico de la ciencia como fuente de ideas y de cambios en las
48 creencias y opiniones tanto de científicos como de personas no vinculadas directamente con la ciencia.

49 Las características descritas anteriormente, hacen que se dejen traslucir posturas epistemológicas
50 cercanas a los empirismos (radical y moderado) y al racionalismo.

51 **Dimensión Retórica:** Todos los libros analizados comparten la visión dogmática de la ciencia, lo que
52 podría corresponderse con narrativas apodícticas y dan cuenta de fenómenos reales. El siguiente
53 fragmento es un ejemplo de lo dicho:

54 *“Si en día soleado se abre un poco la persiana, se podrá observar en la habitación un haz delgado,*
55 *un rayo de luz”.* L4. pág. 254.

56 Las diferencias entre los textos podría radicar en el tipo de lector al que están dirigidos y al tipo de
57 intervención que hace el docente como mediador entre el texto y el aprendizaje.

58 Todos ellos comparten prácticamente la misma estructura, ya que mediante experiencias narradas
59 claramente, se presentan los fenómenos luminosos de reflexión y refracción y se introducen las
60 expresiones matemáticas de las leyes.

1 Una tendencia de casi todos los textos analizados es que el contenido experimental y gráfico es
2 utilizado para ejemplificar situaciones o hacer más atractivo el libro. Los problemas cotidianos se
3 conectan con la ciencia del texto solo a manera de aplicaciones científicas y no como el problema que da
4 origen a ese conocimiento.

5 En casi todos los textos se considera al alumno como discípulo, aunque en algún tipo de actividad
6 planteada puede ser considerado como aprendiz activo.

7 También, en la mayoría de los casos, la intervención del docente es para transmitir el conocimiento y
8 no para construirlo. Este tipo de discurso es probablemente responsable de lo que puede considerarse un
9 obstáculo en el momento de diseñar actividades docentes acordes a un aprendizaje constructivista de la
10 ciencia.

11 **Dimensión Didáctica:** Si bien en la mayoría de los textos elegidos, los contenidos analizados se
12 desarrollan con amplitud, son tratados de manera superficial, provocando el consecuente reduccionismo
13 conceptual, procedimental y actitudinal en los lectores.

14 Con respecto al tratamiento de los conocimientos previos y las concepciones alternativas que los
15 alumnos traen al acto de lectura, puede mencionarse que no son objeto de trabajo específico. Si bien se
16 plantean actividades para detectar qué sabe el alumno sobre el tema, no se trabaja sobre dichos
17 conocimientos y no se discute ni acerca del estatus científico ni sobre las inconsistencias de los mismos.

18 Los siguientes fragmentos seleccionados muestran qué tipo de actividades de sondeo de
19 conocimientos previos se plantean:

20 "1. ¿Por qué un lápiz sumergido en agua parece quebrado?

21 2. El color de la luz blanca, ¿es realmente blanco?

22 3. ¿Para qué sirven los espejos curvos?

23 4. ¿Se pueden fotografiar los espejismos o sería tan absurdo como pretender hacerlo con las
24 alucinaciones?

25 5. Los anteojos ¿se usan para agrandar las imágenes? "L3, pág.14.

26 No se tiene en cuenta ni se trabaja sobre el conocimiento alternativo de los alumnos. Tampoco se
27 abordan los aspectos contraintuitivos de la ciencia. Como consecuencia, los lectores pierden la ocasión de
28 profundizar en el aprendizaje.

29 En la mayoría de los textos aparece separado el aprendizaje de los procedimientos científicos del de
30 los conceptos. Es por ello que en muchas de las actividades planteadas se pretende que el alumno
31 recupere contenidos desarrollados o aplique procedimientos para resolverlas. Se plantean muy pocas
32 actividades donde se proponga la interpretación de fenómenos naturales con aplicaciones directas, etc.

33 Con respecto a los enfoques de enseñanza, y teniendo en cuenta lo dicho anteriormente se puede
34 concluir que en todos los textos se ve ampliamente favorecido el enfoque de enseñanza tradicional, que
35 supone que los procesos de enseñanza y aprendizaje consisten en una transmisión y recepción de
36 conocimientos ya elaborados y verdaderos.

37 38 39 V. CONCLUSIONES

40
41 A partir de la discusión anterior se infiere que ninguno de los textos trabaja con los consensos acerca de
42 qué es la naturaleza de la ciencia, ni con sus criterios de enseñanza.

43 Esta exclusión de la naturaleza de la ciencia en los textos analizados obra como obstáculo para que los
44 estudiantes puedan elaborar su propio conocimiento acerca de la ciencia. Es decir, no pueden
45 apreciarla como un elemento importante de la cultura contemporánea, no conocen acerca de las normas y
46 valores de la comunidad científica y sus compromisos éticos, y no pueden participar críticamente en el
47 análisis y la toma de decisiones en cuestiones tecnocientíficas de interés social.

48 Quedaría, entonces, a cargo de los docentes, la planificación de algunas actividades complementarias
49 que permitan el aprovechamiento de los libros con los que frecuentemente trabajan, de modo de poder
50 abordar algunos aspectos de la naturaleza de la ciencia.

51 Algunas de las actividades podrían incluir:

- 52 • la discusión profunda sobre algunas de las afirmaciones presentadas por los libros de texto;
- 53 • la desmitificación de la actividad científica a través del estudio de algunos casos en los que la
54 imaginación o la creatividad fueron fundamentales en el proceso de investigación;
- 55 • la presentación de ejemplos acerca de la pérdida de la neutralidad científica de modo de mostrar
56 que la ciencia, muchas veces, responde a intereses sociales o económicos;
- 57 • el acercamiento a textos históricos en los que se descubra la sistemática de la investigación, o la
58 consulta de los antecedentes acerca de una investigación;

- 1 • incorporación de textos autobiográficos de científicos, correspondencia, notas de laboratorio,
2 etc., que permita a los alumnos vivenciar que es esa actividad llamada ciencia y como es su proceso de
3 construcción;
 - 4 • la presentación de proyectos de investigación para el alumno que permitan la aplicación de los
5 contenidos desarrollados en los textos, a nuevas situaciones;
 - 6 • etc.
- 7 En síntesis, uno de los desafíos del docente en la actualidad consistiría en desarrollar y trabajar sobre
8 la naturaleza de la ciencia y accionar de acuerdo con ella.

11 REFERENCIAS

- 12 Acevedo Díaz, J.A., Vázquez Alonso, A. y otros. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia:
13 Fundamentos de una investigación empírica. *Rev. Eureka. Enseñ. Divulg. Cien.*, 4(1), pp. 42-66.
- 14 Eltinge, E.M. y Roberts, C.W. (1993). Linguistic content analysis: A method to measure science as
15 inquiry in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(1), pp. 65-83.
- 16 Fernández, I.; Gil, D.; Carrascosa, J. y otros. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por
17 la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 2002, 20 (3), pp. 477-488.
- 18 Gimeno Sacristán, J. (2001). Los Materiales y las condiciones de enseñanza. *En Docencia y Cultura*
19 *escolar*. Buenos aires: Lugar Editorial.
- 20 Izquierdo, M. (2005). Estructuras retóricas en los libros de ciencias. *Tarbiya N° 36*. Pp.11-35
- 21 Izquierdo, M. y Rivera, L. (1997). La estructura y la comprensión de los textos de ciencias. *Alambique*,
22 11, pp. 24-33.
- 23 Izquierdo, M.(1997). La narración del mundo en los textos de ciencias. En Mari A. Lires y Marisé P.
24 Mariño (eds.). *O Ensino da Química* pp. 143-170.
- 25 Jimenez-Aleixandre, M. P. (1994). Teaching evolution and natural selection: A look at textbooks and
26 teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 519-535.
- 27 Jiménez Valladares y otros. (2001). Aplicación del análisis secuencial al estudio del texto escrito e
28 ilustraciones de los libros de Física y Química de la ESO. *Enseñanza de las ciencias*, 19 (1), 3-19.
- 29 Kuhn, T. (1962). Progreso a través de Revoluciones en *La Estructura de las Revoluciones Científicas*.
30 (pp. 247-267) México: FCE. Primera edición en español, 1971.
- 31 Lederman, N. Abd-El-Khalick, F. y otros. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Toward
32 Valid and Meaningful Assessment of Learners' Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in*
33 *Science Teaching*. Vol. 39, N°. 6, PP. 497-521.
- 34 Martínez Gracia, M.V. (2003). Análisis del contenido de genética en textos de educación no universitaria.
35 *Revista Universitaria de Formación de Profesorado*, 17 (1). pp. 195-208.
- 36 Martínez Peña, B. Y Gil Quílez M.J. (2001). The importance of images in astronomy education.
37 *International Journal of Science Education*, 23 (11), 1125-1135.
- 38 Mellado Jiménez, (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación
39 inicial de primaria y secundaria. *Enseñanza de las ciencias*, 14 (3), 289-302
- 40 Otero, J. (1990). Variables cognitivas y metacognitivas en la comprensión de textos científicos: el papel
41 de los esquemas y el control de la propia comprensión. *Enseñanza de las Ciencias*, (8) 17-22.
- 42 Perales, F.J. (1987). Análisis de contenidos en óptica geométrica. *Enseñanza de las Ciencias*, 5(3),
43 pp.221-219.

- 1 Perales, F.J. (1995). Los trabajos prácticos de óptica geométrica en libros de texto de EGB. *Alambique*, 6,
2 pp. 119-123.
3
- 4 Piñuel Raigada, J. L. (2002). Epistemología, metodología y técnicas del análisis de contenido. *Estudios*
5 *sociolingüísticos*, 3 (1), pp.1-42.
6
- 7 Porlán Ariza, R., Rivero García, A. Y Martín del Pozo, R. (1997). Conocimiento profesional y
8 epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos, *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2) pp.
9 155-171.
10
- 11 Porlán Ariza, R., Rivero García, A. Y Martín del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y
12 epistemología de los profesores II: Estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2),
13 pp 155-171.
14
- 15 Pozo Muncio, J.M. y Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar Ciencia: del conocimiento*
16 *cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Ediciones Morata.
17
- 18 Vázquez Alonso, A.; Acevedo Díaz, J. A., y Manassero Mas, M. A. (2004). Consensos sobre la
19 naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza. *Revista Iberoamericana de*
20 *Educación*. pp. 1-37.