

Las concepciones de científico en una colección de textos escolares de ciencias naturales de la educación básica secundaria colombiana

Néstor Cardoso Erlam¹
Edna Eliana Morales Oliveros²

Resumen. El artículo corresponde a los resultados de investigación sobre las concepciones de científicos, incluidas en una colección de textos de enseñanza de la ciencia en los grados de sexto a noveno en la escuela colombiana. El estudio se realiza mediante la técnica del análisis de contenido, para lo cual se aíslan las unidades de análisis explícitas e implícitas de la categoría de estudio (los científicos). Se concluye que los textos poseen una concepción empírico-positivista, a-cultural, a-histórica y acumulativa de la ciencia. Sobre los científicos no se evidencia una adecuada relación entre la actividad individual y grupal, propia de las comunidades científicas, y que el trabajo científico es propio de hombres excepcionales, de los siglos XVI al XIX especialmente, todos de origen europeo, que se basan en el método científico, a partir de lo cual tales textos difícilmente podrían aportar a una adecuada y actualizada visión de la actividad de los científicos de manera que puedan servir de modelos imitables para la juventud actual.

Palabras clave: Concepciones de naturaleza de la ciencia. Concepciones de científico. Análisis de Textos.

Abstract. The Article study was done by content analysis technique, for which they are isolated units of analysis explicit and implicit category of study (the scientists). We conclude that the texts have an empirical-positivist conception, a-cultural-historical and cumulative science. On scientific evidence is not a proper relationship between individual and group activity characteristic of the scientific and scientific work is typical of exceptional men of the sixteenth and nineteenth centuries especially, all of European origin, based on the method science from which such texts could hardly contribute to an adequate and updated vision of the activity of scientists so that they can serve as imitable models for today's youth.

Keys Words: Scientific, Science Education, Conception of NoS and Textbook.

¹ Doctor en Ciencias de la Educación. Profesor Titular, Facultad de Ciencias de la Educación, Director del Grupo de Investigación en “Didáctica de las Ciencias”, Universidad del Tolima, Colombia. ncardoz@ut.edu.co

² Magíster en Educación. Investigadora Asociada del Grupo de Investigación en “Didáctica de las Ciencias”, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad del Tolima, Colombia. ednaelianamorales@gmail.com

Introducción

La investigación acerca de los componentes científicos, ideológicos y pedagógicos en textos escolares, ha tenido un interés sostenido en el campo de la didáctica de las ciencias. En el plano de los componentes científicos, los textos ofrecen una imagen del mundo elaborada mediante estructuras de palabra y gráficos, las cuales no pueden entregar directamente la vivencia de los hechos y los fenómenos sino tan sólo una interpretación por parte del autor. De este modo, comprender un texto escolar consiste en captar la imagen del mundo y la experiencia real que está comunicando.

En este marco, el grupo de didáctica de las ciencias de la Universidad del Tolima, ha centrado uno de sus objetivos en la indagación de las concepciones implícitas y explícitas de naturaleza de ciencia, científicos y relaciones ciencia, tecnología y sociedad, en diferentes textos escolares de ciencias naturales, que hacen parte del uso regular y común de varias instituciones educativas del Departamento del Tolima. Este informe de investigación presenta los resultados de una de las colecciones de textos “Entorno. Ciencias y Educación Ambiental”. 6º, 7º, 8º y 9º, editada en el año 2000, en la categoría *científicos*, donde se indaga por ¿Quiénes son y qué hacen los científicos?

Se recurrió a un enfoque cualitativo, de tipo interpretativo o hermenéutico, a partir de la sistematización de la información mediante análisis de contenido, para dar cuenta implícita y explícita de las concepciones evidenciadas a partir de la expresión lingüística de los textos (Bardin, 1986).

Referentes Teóricos y antecedentes

Se entiende por currículo al contenido de la transmisión cultural y a la selección de la cultura que se pone a disposición de los alumnos y alumnas, donde una fuente de ello es el libro de texto (Hodson, 2003). Éstos contienen visiones precisas y definidas del mundo, de la sociedad y de las parcelas de realidad que merecen la pena destacar. Su sentido revierte en tratar de mostrar cómo es el mundo, cómo podemos conocerlo, cómo ha evolucionado, quién ha contribuido a su avance, desde qué lugares y mediante qué tipo de actividades, ofreciendo los elementos culturales necesarios. Por tanto, cuando se utiliza un libro de texto no se está enseñando tan sólo las disciplinas, sino que se está enseñando y aprendiendo cómo es el mundo, cómo ha llegado a ser así, quién ha contribuido a ello y de qué manera, y qué es o no significativo.

En este sentido, desde hace décadas se identifica un interés sostenido por la investigación del componente científico, ideológico y pedagógico de los textos escolares. En el plano de lo científico se establece que los textos escolares ofrecen un conocimiento simple, estático, que no refleja su naturaleza histórica y contextual; un conocimiento especulativo y alejado a la realidad, no utilizable como herramienta de comprensión de la misma. Se ha documentado sobre la parcialidad, la presentación de información descontextualizada, sin referentes suficiente para facilitar la comprensión de los numerosos errores y sesgos que distorsionan u ocultan facetas de la realidad (Cutrera, 2005; Del Carmen y Jiménez, 1997).

Los libros de textos, como material curricular, son mediadores en los procesos de enseñanza y aprendizaje, y su utilización se enmarca en el concepto de recurso y no como única guía. Los libros de texto siguen teniendo una gran influencia a la hora de tomar decisiones sobre qué y cómo enseñar, e influyen en qué y cómo aprenden los alumnos y alumnas, sin exponer el papel que le asigna el docente en el desarrollo de un curso o en la evaluación y en el cambio de un plan de estudio.

No obstante, en el proceso de justificación del estudio de los textos de ciencia como objeto de conocimiento, es vital comprender que la utilización de este recurso es una de las principales fuentes de transmisión de la ciencia escolar, por su papel comunicativo y descriptivo, por un lado, y por otro, por su estructura materializada del conocimiento eminentemente objetivo. Estas dos características aportan mediante el estudio las singularidades de su desarrollo conceptual y, a la vez, de su concepción didáctica y educativa.

Los textos escolares y las concepciones de Naturaleza de Ciencia. (NdC)

A la luz de la revisión de los trabajos de investigación, cuyo objeto de estudio son los textos escolares y su intención es inferir la naturaleza de ciencia que existe detrás de ellos, se plantean varios estudios. Sin embargo, no son tan abundantes como las investigaciones que, a través del análisis de un concepto científico y su transposición didáctica, tienen como objetivo identificar ciertos componentes de la naturaleza de la ciencia.

Guisasola (1997) en su investigación sobre la concepción del trabajo científico y las tareas de la electrostática en textos de bachilleratos, expresa que un interés por estudiar las concepciones de ciencia y de trabajo científico, gira en torno a la orientación constructivista del aprendizaje de la ciencia y sus aplicaciones en la enseñanza de la ciencia; además del interés por la incorporación de los aportes de la historia y la filosofía de la ciencia en el currículo escolar. Se alude que la concepción inadecuada de NdC se debe a la promoción de un método científico como un conjunto de reglas definidas, con precisión, aplicables mecánicamente e independiente del dominio de la investigación. Un enfoque empirista de la naturaleza de la ciencia, donde los conocimientos son el resultado de una inferencia inductiva, a partir de datos puros.

Algunas de las conclusiones prescritas se relacionan con los resultados del estudio que realizan Malaver, Pujol y D'alessandro (2007) en una muestra de cinco textos de química, donde se estudiaron los estilos de prosa científica y el enfoque de ciencia, tecnología y sociedad. Esta investigación rescata la importancia de los libros de textos en los procesos de enseñanza y aprendizaje, y conforme a esa influencia se han producido investigaciones sobre las características que debe tener un libro de texto y las variables que, a partir del tratamiento conceptual y su organización, influyen en su comprensión. Es así como se plantea que estos libros de textos muestran una imagen de ciencia totalmente desconectada de aspectos culturales y humanísticos, lo que impide conocer qué es la ciencia y cómo trabajan los científicos.

Profundizando en la categoría de historia de la ciencia, el estudio que desarrolla Cornejo (2006) alrededor de la enseñanza de la ciencia y la tecnología en la escuela Argentina (1800-2000) y a través del análisis de textos de ciencias, encuentra resultados

que justifican de manera más rigurosa la inclusión de la historia o el desarrollo histórico de la ciencia en los textos escolares, porque potencializa habilidades de razonamiento y pensamiento crítico, comprensión adecuada del conocimiento científico, visión del conocimiento científico como resultado de un largo proceso donde se interrelacionan teoría- empírica y que se afecta por factores filosóficos, culturales y tecnológicos.

Por su parte, Cutrera (2005) indaga por la génesis del conocimiento científico y la actividad científica en 75 textos de Ciencias Naturales; establece tres categorías de análisis que no han sido abordadas en los anteriores estudios, ampliando el espectro de análisis en cuanto a naturaleza de ciencia se refiere: conocimiento de los contenidos y métodos de la ciencia, cómo los científicos desarrollan y utilizan el conocimiento científico, qué investigan, cómo se obtienen e interpretan datos científicos y cómo deciden la aceptación de los resultados. En este sentido, se plantean dos niveles de análisis: conocimiento en ciencia y conocimiento sobre la ciencia. Es así como el diseño curricular de los textos escolares se enfrenta a estos dos elementos.

Una tendencia complementaria, en relación con los textos con numerosas investigaciones, son los estudio de evaluación conceptual de un tema de las ciencias experimentales y, a partir de ello, la derivación de las concepciones de ciencia que presentan (Chiappetta, Fillman y Sethna, 1991; Cuellar, Pérez y Quintanilla, 2005; Garritz, Gasque y Martínez, 2005; Guisasola, 1997; Malaver, et al., 2007; Páez y Níaz, 2008; Pérez, 2003; Perales y Jiménez, 2002; Salarte, 2000).

Finalmente, los libros de textos de ciencia del siglo XXI deben incluir más cuestionamientos acerca de los orígenes del conocimiento, su fiabilidad, preguntarse acerca de su origen, de cómo se obtuvieron, en qué momento histórico, si ello ocurrió con cooperación y colaboración, para qué se utilizan comúnmente, qué beneficios reportan para la sociedad y otras preguntas relacionadas con las concepciones de NdC. Otro aspecto crucial para enfocar la educación científica del futuro es la indagación y el fomento del escepticismo.

La NdC es un concepto que en su interior integra una variedad de componentes relacionados con la filosofía, la historia, la sociología y la psicología de la ciencia (Adúriz, 2001; Duschl, 1997). Su conceptualización, igualmente, es relativa, dependiendo del enfoque, y es determinada por los elementos que los investigadores creen que la integran. Para otros está definida tan sólo en función de sus componentes epistemológicos; otros la conciben en sus factores históricos, sociológicos y psicológicos (Acevedo, 2008; Vázquez, Acevedo, Mannassero y Acevedo, 2007).

En este trabajo asumimos la NdC como un metaconocimiento sobre la ciencia, producto de la integración de la epistemología, la historia y la sociología de la ciencia, pero con valor netamente educativo. Esto implica tomar distancia de la discusión meramente epistemológica, la cual aún no se ha finiquitado. Aún así, se han logrado consensos alrededor de cuáles serían los contenidos que sobre la ciencia deberían incorporarse en los procesos de formación de los profesores en ciencias.

Los consensos con mayor acuerdo son los presentados por Abd-El- Khalick y Lederman (2000) sobre la naturaleza tentativa y empírica del conocimiento científico, la relación entre observación e inferencia, el papel de la creatividad e invención en el proceso

de creación del conocimiento científico, la relación ciencia, contexto y cultura, la relación y la diferencia entre hipótesis, ley y teoría, y el carácter subjetivo de la ciencia.

Se comprende como concepciones de NdC a las representaciones explícitas e implícitas que presentan los textos escolares sobre los componentes epistemológicos, históricos y sociológicos de la ciencia, a través de su discurso escrito; representaciones que reflejan una imagen determinada de ciencia, que en el plano de los textos escolares, sin duda, influyen en la comprensión de imagen de ciencia de los estudiantes.

Metodología

El objeto de estudio hace parte de la colección de textos escolares, graduada de sexto a noveno de la básica secundaria colombiana, “Entorno. Ciencias y Medio Ambiente”, colección que circula en las instituciones educativas de Ibagué. La serie tiene tres autores principales y tres colaboradores. De los principales, dos son licenciados, uno de ellos especialista en biología y el otro magíster en educación. El tercero es un médico. La serie editorial, según el prólogo, expresa que dos de los colaboradores son posgraduados en educación y el tercero es un analista de revisión sobre diversidad cultural, étnica y equidad de género.

El texto está estructurado en función de las disciplinas de Biología, Física, Química y Ecología, establecidas según sus procesos y contenidos. Lo anterior, en correspondencia con lo estipulado en los lineamientos curriculares establecidos por el Ministerio de Educación Nacional colombiano. A cada proceso, los textos asocian una unidad explícita en forma de pregunta, seguido de una indagación acerca de los conceptos previos, denominada “Exploremos nuestros conocimientos”. Continúa con un “Relato fundamental”. Al final de cada unidad se incorpora una sección llamada “Hitos de la historia”, enfocada a describir a científicos antiguos con sus respectivos aportes. Algunas unidades están acompañadas por lecturas complementarias que amplían los conceptos o los integran a una problemática específica.

El estudio se realizó mediante el análisis de contenido (Bardin, 1996; Klipendorf, 1997) para dar cuenta de las concepciones explícitas e implícitas en los textos analizados. “Esta técnica se convierte en una empresa de des-ocultación o re-velación de la expresión, donde ante todo interesa indagar sobre lo escondido, lo latente, lo no aparente, lo potencial, lo inédito (lo no dicho) de todo mensaje” (Pág.7). Tal intensión provee soluciones a la naturaleza implícita que llevan cargadas las concepciones como expresión de sistemas de ideas, que no se evidencian fácilmente a partir de la expresión lingüística. Para tales efectos, se realiza un vaciado de la información, consistente en aislar frases con sentido completo referidas a las categorías y subcategorías, las que se denominan unidades de análisis. Estas se definen como afirmaciones, ideas o expresiones del texto (a manera de citas) y que se constituyen en evidencias. Una vez efectuado el vaciado, se procede a la cuantificación y al análisis de tipo comprensivo e inferencial.

El universo documental está conformado por las secciones denominadas “Relatos Fundamentales”, “Hitos de la Historia” y las partes que desarrollan los contenidos de los

cuatro textos, objetos de análisis. Para la conformación de las unidades de análisis se cumplió con las reglas propuestas por Bardin (1986) así: exhaustividad, representatividad y homogeneidad.

Categoría y subcategoría para la determinación de las unidades de contenido:

La categoría de análisis se denomina *los científicos*. Las subcategorías se relacionan con ¿Quiénes son científicos? y ¿Qué hacen los científicos? La primera describe las principales actividades que realizan, cómo y a través de qué medios. La segunda examina las características generales de los científicos, sus orígenes, procedencias, cualidades, género y rasgos más representativos.

De esta manera, la pregunta orientadora del estudio es: ¿Cuáles son las concepciones de científicos, incluidas en los textos escolares de ciencia de formación básica secundaria colombiana de los grados sexto, séptimo, octavo y noveno titulados “Entorno”?

El análisis inicia enseñando en qué lugar de la estructura de los textos son generalmente presentados los científicos; luego se analiza su naturaleza, lo que incluye la fecha de su nacimiento, su nacionalidad y su ocupación. Se continúa con la presentación de científicos que los textos formulan explícitamente como relevantes para el desarrollo de la ciencia, especificando su aporte y determinando su relevancia y las implicaciones que conllevó en diferentes ámbitos. Además, se establecen sus características individuales y contextuales. Finalmente, se exponen las actividades que los científicos realizan y lo que se puede inferir, en términos de concepciones implícitas de ciencia, a través de ellas.

Resultados cualitativos:

Un texto de ciencias, no hay duda, necesariamente tiene que aludir a quienes hacen ciencia, es decir, a los científicos; el asunto es que de esta imagen se deriva, quiérase o no, algún grado de motivación hacia la comprensión y deseo de identificación con tal actividad. Tales aspectos se encuentran en las biografías y explicaciones sobre el origen de los conceptos científicos. Estas explicaciones están especialmente referidas a la física y la biología, aunque también en menor proporción se presentan contribuciones a la química y la ecología. Las temáticas que agrupan más científicos se relacionan con los aportes de la electricidad en los procesos de almacenamiento de cargas eléctricas en diferentes dispositivos, como los condensadores, las pilas y las baterías. Asimismo, la formulación de las leyes fundamentales de la corriente eléctrica y el magnetismo, determinando su importancia para los desarrollos tecnológicos. En el campo de la biología, se asocian con la evolución de los seres vivos, los hallazgos en genética, ligados a la información hereditaria y el estudio del ADN. En tal sentido, estas disciplinas resultan con presencia más significativa que el resto de disciplinas. Se presentan como campos relevantes en los aportes de los científicos, aquellos relacionados con conocimientos que potencialmente tienen aplicaciones tecnológicas y biotecnológicas. En la siguiente tabla se presentan los científicos relacionados según las diversas unidades de análisis.

Texto	Título de la Unidad	Científico(s) citados
6º	¿Qué relación existe entre las fuerzas y movimiento de los cuerpos? ¿Cómo están organizados los seres vivos y qué procesos vitales realizan?	Galileo Galilei e Isaac Newton A.I. Oparin
7º	¿A qué se deben las propiedades químicas de las sustancias? ¿De dónde proviene la energía?	Galileo Galilei, Torricelli, Boyle, Charles y Gay-Lussac, Bernulli, Dalton y Avogadro Rumford y Joule
8º	¿Cómo se forman las sustancias químicas? La luz y el sonido como manifestaciones de la energía Herencia y mecanismos de evolución de los seres vivos	Dalton Isaac Newton, Johannes Kepler, Willebord Snell, Thomas Young y Maxwell Charles Darwin, Jean Baptista de Lamarck, August Weismann, Alfred Rusell Wallace, Gregorio Mendel.
9º	La electricidad y el magnetismo como manifestaciones de la energía	Thales de Mileto, Benjamin Franklin, Charles Agustín Coulomb, Georg Simon Ohm, Gustav Kirchhoff, Joule, Cristian Oersted, Michel Faraday

Tabla 1. Título de las unidades y científicos incluidos.

Los textos, en la sección correspondiente al cuerpo central del capítulo, incluye los conceptos básicos de cada proceso. En esta sección se indican los aportes más representativos de científicos, tales como: Boyle, Pascal, Lavoisier, Ole Roemer, Armand Fizeau, León Foucault, Newton, Lamarck, Mendel, Francis Crick, James Watson, Anaximandro, Claudio Tholomeo, Aristarco de Samos, Nicolás Copérnico, Alejandro Volta, Oerted, Luigi Galvani, Torricelli, Rutherford, Bohr y Joule. Tan sólo los trabajos experimentales de Mendel, Galileo Galilei y Robert Brown son explicados en extenso; los trabajos realizados por los demás científicos se constituyen en datos adicionales a los conceptos o teorías incluidos.

En la sección denominada “Hitos de la Historia”, se señalan las biografías de algunos científicos, destacando aspectos particulares de su personalidad, su trabajo y sus descubrimientos. Allí se encuentran treinta y nueve de los cincuenta y cinco científicos incluidos en total en los cuatro textos. Es de resaltar que todos son de origen europeo y de género masculino; en específico, ingleses y norteamericanos. Ninguno es latinoamericano, asiático o africano. En alta proporción son médicos y naturistas, llamados así a los que estudiaron el mundo natural desde el siglo XVI al XVIII, periodo de auge las ciencias de la naturaleza. Se incluyen dos científicos sociales, Luis de Broglie y Giordano Bruno, historiador y filósofo respectivamente, pero que indagaron en el campo de las ciencias naturales, dado que en tal época los naturalistas eran físicos, médicos, filósofos, astrónomos y matemáticos; asunto que se especifica.

En la siguiente Tabla se presentan, junto con el nombre, las fechas de nacimiento, las profesiones y el origen de los científicos, lo que da lugar a las anteriores inferencias:

Grado	Científico	Fecha de nacimiento	Profesión-Nacionalidad
Sexto	John Dalton	1766-1844	Químico y físico británico
	Isaac Newton	1642	Matemático físico británico
	Pascal	1623	Matemático, físico, filósofo teólogo – francés
	Galileo Galilei	1564	Físico y astrónomo italiano
	Aristoteles	384 a de C	Filósofo griego
	Carlos Linceo	1707	Naturalista y médico suco
	John Ray	1627c	Naturalista inglés
	Antony Van Leeuwen Hock	1632	Físico holandés, especialista en lentes
	Robert Hook	1635	Físico y matemático inglés
	Walter Flemming	1843-1905	Biólogo alemán
	Rudolf virchow	1821	Médico biólogo
	William Beamont		Cirujano
	William Harvey	1578	Médico científico ingles
	Marcello Malpighi	1628 -1694	Médico anatomista italiano
	Carl Von Linneo	1707	Naturalista y médico suco
Alexander von Humboldt	1769	Naturalista y geógrafo alemán	
Charles Darwin	1809	Naturalista británico	
Séptimo	Luis Broglie	1892	historiador francés
	Niels Bohr	1885	Físico danés
	Dimitri Ivanovich Mendeleiv	1834	Químico ruso
	Benjamin Thompson	1753	Físico norteamericano
Octavo	Svante A. Arrhenius	1859	Físico químico sueco
	Jean Baptiste de Lamarck	1784	Naturalista francés
	Alfred Russel Wallace	1823	Naturalista británico
	Thomas Henry Huxley	1825	Fisiólogo británico
	Charles Darwin	1809	Naturalista británico
	Frederik Griffith	1879	Médico genetista británico
	Oswald Avery	1877	Médico investigador canadiense
	James D. Watson	1928	Biólogo estadounidense
	Francis C. Crick	1916	Bioquímico inglés
	Hermann Joseph Muller	1880	Biólogo estadounidense
	Hugo de Vries	1848	Botánico holandés
	Conrad Gener	1516	Científico suco
	Carl Von Linneo	1709	Naturalista escandinavo
	Richard Owen	1804	Naturalista inglés
	Giordano Bruno	1548	Filósofo italiano
Tycho Brahe	1546	Astrónomo danés	
Johannes Kepler	1571	Matemático y astrónomo alemán	
Noveno	Antonie Lavoisier	1743	Químico francés
	Thales de Mileto	640 antes de cristo	Matemático griego

Tabla 2. Cronología de los científicos que son citados en los cuatro textos escolares.

También se reconoce, por una parte, que en la serie no se nombran científicos o adelantos llevados a cabo durante los siglos que van del I al XV, y que el único científico del siglo XX citado es James D. Watson. Asimismo, por los retratos incluidos en los textos, se hace evidente que los científicos son personas con determinadas características fisionómicas y de edad, que en poco o en nada se relacionan con la idea de que a un joven actual le sirva de modelo a seguir. De otra parte, se hace una presentación parcial y restringida del desarrollo de la ciencia, en la medida en que en Asia y en China, por ejemplo, se estaban desarrollando procesos técnicos y científicos propios de las ingenierías, la astronomía y las matemáticas, de tal modo que al estudiante le quedaría la visión errónea de que los científicos son personas especialmente de los períodos anotados y de otras latitudes.

Los textos olvidan, por ejemplo, todos los adelantos científicos que se desarrollaron durante el siglo XI; tan sólo se nombran descubrimientos de la primera mitad de los noventas del siglo XX, dejando incompleto el panorama en términos de comunidades científicas y adelantos que se produjeron en este período. Por otra parte, no se presenta ningún científico latinoamericano, aún menos colombiano, es decir hay un eurocentrismo y una visión de trabajo aislado.

Ahora bien, al referirse a la ciencia en abstracto, se incluyen en todos los textos las expresiones científicos y científicas, pero al referirse a los hallazgos en concreto se citan sólo los de género masculino, manteniendo el imaginario social sobre la no pertenencia de la mujer al mundo de la ciencia. Es decir, que la revisión de género se aplicó sólo de manera protocolaria. Es de anotar que en los siglos en los cuales se presentan con mayor frecuencia los avances científicos, sí existían científicas con aportes importantes; por ejemplo, Bassi Laura de Bolonia, Matemática y filósofa, dedicada a la anatomía y a la historia natural. Byron Ada Augusta, inglesa, quien ideó el primer programa de ordenador. Además, Eastwood Alice, canadiense considerada una de las mejores botánicas.

Al respecto, Pérez (2003) resalta a varias científicas en la historia de la ciencia; entre otras, señala los aportes de Giliani Alessandra, en el siglo XIV, período en que los textos no citan ningún científico ni científica. Sobre ella plantea:

Giliani, Alessandra: fl. 1318: Giliani fue anatomista, al parecer la más valiosa ayudante de Mondino de Luzzi (1275-1326) en la Universidad de Bolonia. Fue Giliani quien ideó la técnica de inyectar líquido en los vasos sanguíneos, de suma importancia en la anatomía. Su técnica consistía en extraer la sangre de las arterias y venas de los cadáveres y rellenarlos con líquidos coloreados que se solidificaban, pudiendo trazar, de este modo, el camino que seguían los vasos sanguíneos, incluso los más diminutos. Tuvo el reconocimiento de sus contemporáneos, pues a su muerte se colocó una placa conmemorativa en la Iglesia del Hospital de Santa María de Mereto (Florencia) donde se dice que murió “consumida por su trabajo” (pág. 5).

En suma, la exposición acumulada de científicos que desarrollaron sus trabajos en el Renacimiento y la exclusión de los aportes de las científicas en los textos escolares, deja entrever una concepción elitista de ciencia, donde la actividad científica está asignada a unos pocos individuos, especialmente de género masculino. Adicionalmente,

se encuentra cierta coherencia entre el énfasis que hacen los textos sobre lo experimental, con las particularidades del periodo histórico de la ciencia en que se pone acento. Al respecto, Nieto (2008,5) afirma que los experimentos desarrollados por Boyle con la campana al vacío, se convertirían en el símbolo de la nueva ciencia y su fundamento empírico.

No obstante, aunque las experimentaciones y el auge de los desarrollos tecnológicos fueran los principales rasgos del Siglo de las Luces y, además, que el gran aporte de Boyle para la ciencia se resumiera en el plano de lo experimental, las explicaciones científicas consideraban en esta época elementos epistemológicos, políticos e institucionales que superaban el ejercicio inductivista de la acción científica. El interés por hacer de la ciencia una actividad pública implicó modelos teóricos, de tal manera que explícitamente se hiciera relevante el papel de las teorías como predecesoras de sus experiencias.

Así, pues, los textos sólo hacen mención de los procedimientos y experimentos relevantes de estos científicos, sin un detalle del contexto en que se desarrollaron y sin puntualizar en el proceso teórico que implicaron tales experiencias. En este sentido, se infiere una época de la ciencia “exitosa” y propia de tan sólo algunas culturas en el marco de los contextos de descubrimiento y justificación.

¿Quiénes son científicos?

En relación con la personalidad y las cualidades de los científicos, los textos son explícitos en mostrar que son personas con facultades intelectuales superiores y con magníficos logros y reconocimientos desde temprana edad. Los científicos parecen tener inclinación innata por la ciencia; algunos se afanan por sobresalir, demuestran ser excelente estudiantes, dedicados, tienen reputación y ganan honores. Al respecto, los textos de sexto y noveno presentan a Isaac Newton y a Antonie Lavoisier de la siguiente manera:

Newton nació en la navidad de 1642, en la aldea inglesa de Woolsthorpe. Desde temprana edad era aficionado a construir y reparar aparatos mecánicos y parecía tener una inclinación innata por las matemáticas. Estudió en la Trinity College en la Universidad de Cambridge, en donde demostró ser un alumno excelente y dedicado. A los veinticuatro años ya había hecho importantes aportes en matemáticas (teoría del binomio, cálculo diferencial) en física (teoría del color) y en mecánica. Después de su regreso a Cambridge, había alcanzado tal renombre que reemplazó a su maestro en la cátedra de matemáticas, dio conferencias y publicó sus artículos en la revista de la Royal Society. La publicación de su teoría acerca de la luz y los colores causó tantas controversias, que no resolvió publicar ninguna otra cosa. (6:p.65).

[Lavoisier]... químico francés que por sus aportes valiosos a la ciencia recibió el calificativo de “padre de la química moderna”. Fue educado de acuerdo con las tradiciones de la época, pero desde su juventud ya dejaba ver su afán por sobresalir. “Soy joven y ávido de gloria”. Sus logros empezaron con el premio obtenido por la

iluminación de las calles de París y nuevos métodos de preparación de algunas sales (nitratos). Fue decapitado en la revolución francesa. (9:p.36)

Newton, Mendeleiv, Cojem Berg, Jerry Hall y Robert Stillman, entre otros, son presentados como profesores universitarios o investigadores de instituciones científicas de gran relevancia social, como la Royal Society, las Universidades de Washington, Stanford y California, los laboratorios de Cavendish, Bogen y el Centro Europeo para la investigación Nuclear. Esto es, que existen instituciones de investigación científica, con alto estatus y prestigio social en las que participan individuos que le han aportado grandes descubrimientos y desarrollo a las ciencias. En este sentido, son instituciones reguladas con parámetros que permiten o no el ingreso, la permanencia o la asignación de responsabilidades relacionadas con los descubrimientos que sus científicos realicen. Por ejemplo, los casos de John Dalton y Dimitri Mendeleiev: “[Dalton]...Por sus logros fue elegido para pertenecer a la Sociedad Real en 1822,” (7, p.16)....” y “[Mendelive] fue comisionado por la Universidad de San Petersburgo para escribir un texto destinado al desarrollo de un curso nuevo de química (7:p.46).

Igualmente, los reconocimientos en la ciencia van desde la asignación de premios Nobel y puestos directivos en centros de investigación, hasta designaciones en la realeza de un país. Esto último lleva a que los estudiantes piensen en los científicos como individuos socialmente especiales y que dicho trabajo otorga alto prestigio, que cuentan con unos beneficios particulares y que esencialmente pueden hacer parte del colectivo aristocrático de un país. El texto de sexto menciona:

[Isaac Newton] Fue nombrado guardián y jefe de la Casa de la moneda. Representó a su Universidad en el Parlamento y fue nombrado caballero en 1705. (6:p.66)... [Benjamin Thomson] Su vida pública la dividió entre el trabajo en cargos de gobierno y el trabajo científico (7:p.90)... [Svante A. Arrhenius] le fue conferido el premio Nobel de Química en 1903. Su muerte fue lamentada por la comunidad académica y científica.”(8:p.19)... [Hermann Joseph Muller] “Fue premio Nobel de Medicina en 1946, oír su descubrimiento de que los rayos X aumentaban la proporción de mutaciones”. (8:p.127)... [Niels Bohr] "Se preocupó por el uso de la energía atómica con fines pacíficos, ayudó en la organización en 1955 de la conferencia Átomos para la paz en ginebra, y en la creación del Centro Europeo para la Investigación Nuclear” (7:p.34).

En consecuencia, algunos científicos logran dirigir y tomar decisiones que no sólo se estacionan en el plano de lo científico sino que pueden involucrarse en actividades de responsabilidad social. De otro lado, el texto de sexto presenta a John Dalton como un científico, cuyas creencias y principios religiosos afectan su actividad pública, y cuyo poder de resiliencia le permitió realizar sus estudios aún con una precaria situación económica. Se señala:

Cuando se mira la enorme influencia que tuvo Dalton en el desarrollo de la ciencia, es mucho más meritorio su esfuerzo si se considera que su educación y formación principalmente por cuenta propia, su familia fue muy pobre y desde temprano debió trabajar para su propio sostenimiento. Por sus logros fue elegido para pertenecer a

la Sociedad Real en 1822, pero dada sus creencias religiosas, que no le permitían aceptar esta clase de honores, su elección se hizo sin su consentimiento (6:p.16).

Esta última biografía resalta la imagen del científico que crece en una familia con comodidades económicas y que ingresa a las mejores instituciones científicas para realizar procesos de formación y desarrollo profesional. Además, disipa la concepción acerca de la neutralidad que poseen estos personajes al desligar de su trabajo las creencias y prejuicios sociales.

En síntesis, se encuentra un perfil de científico con cualidades superiores y diferenciales. Los textos le quitan relevancia a presentar sus cualidades personales, junto con sus motivaciones por estudiar ciencia, enajenando al lector sobre reconocer su naturaleza humana y la mediación de su interés y gusto en los desarrollos científicos que cada uno de ellos construye. Se toma distancia de presentar una concepción de ciencia contextualizada, humana y falible. No se presentan como cualidades propias de los científicos el tener una mentalidad abierta, ser imparciales, persistentes y su interés por la búsqueda de la objetividad, entre otras.

¿Qué hacen los científicos?

El texto Entorno 6 incorpora, a través de la exposición de los trabajos de Galileo, la importancia de la acción de falsear y argumentar dentro del proceso de construcción científica, la explicación del método utilizada y sus pasos. Plantea de manera explícita cómo los científicos poseen concepciones sobre qué es y cómo se hace ciencia, destinadas a regular su actividad científica. En síntesis, como lo plantean Fernández et al. (2002), se reconocen las actividades propias que debe hacer un científico en el proceso de construcción científica y del cuestionamiento sistemático de lo obvio, pero de manera insuficiente. Al respecto, este texto señala:

Galileo Galilei nació en Pisa Italia en 1564, es uno de los símbolos de la gran lucha de la que surge la ciencia moderna. Más que ningún otro combatió las antiguas interpretaciones de la naturaleza y del universo. Como consideraba que para la comprensión plena de los fenómenos naturales era necesario un conocimiento real de la naturaleza del movimiento dedicó parte de su vida a la observación y al estudio del mismo. Como resultado de su trabajo demostró que muchas de las ideas de Aristóteles que para esa época se consideraban claras e indudables, eran falsas... Proclamó que el estudio del movimiento debe hacerse mediante relaciones precisas cuantitativas y que puedan ser contrastadas con resultados experimentales... (6:p.87).

Desde el punto de vista cuantitativo, en tan sólo el cuarenta y dos por ciento (42%) de las unidades de análisis se enuncia, ya sea tácita o implícitamente, la metodología utilizada como justificación del descubrimiento logrado. En el cincuenta y ocho por ciento (58%) restante, dichos hallazgos se presentan como espontáneos (descubrimientos, teorías, ideas, hipótesis) sin clarificar su proceso, dando lugar a interpretaciones tales como la banalización de la metodología científica, subestimando la invención, la creatividad y la duda como procesos inherentes. El texto de noveno presenta una evidencia en un “Hito de la Historia” y sobre el desarrollo del genoma humano:

"Miescher aísla el ADN por primera vez"... "Avery prueba con evidencias que el ADN y no la proteína era el que llevaba la informaci3n genética en las bacterias"... "Watson y Crick proponen el modelo de la doble hélice del ADN"... "Kornberg descubre la ADN polimerasa, enzima que ahora se usa para marcar el ADN en pruebas especiales"... "Marmur y Doty descubren la duplicaci3n del ADN, estableciendo la especificidad y viabilidad de las reacciones de hibridaci3n del ácido nucleico"... "Arber presenta la primera evidencia de la existencia de enzimas especializadas en determinar la frecuencia de nucleótidos en ADN las de nominó nucleasas restrictivas"... "Miremberg , Ochoa y Khorana, esclarece el concepto de código genético"... "Gellert descubre la enzima ADN ligasa, que es la que une los fragmentos del ácido desoxirribonucleico"... "En los laboratorios de Boger, Cohem Berg se desarrollan las técnicas de clonaci3n del ADN en las universidades de Stanford y California"... "Sanger y Barrel, y Maxem y Gilbert desarrollan el método de rápida secuenciación del ADN"... "Palmieter y Brinster desarrolla ratas transgénicas y Spradling y Rugbin desarrollan moscas drosophila transgénicas..."(9:p.163).

Tal presentaci3n no sólo da una idea espontaneísta de los avances científicos, sino que se infiere una visi3n lineal, individual, analítica y acumulativa de la ciencia, donde un científico retoma conceptos anteriores y los amplía o le suma un concepto para extender su explicaci3n.

Es de anotar que se caracteriza la producci3n científica como una actividad de tipo individual, como se evidencia en las anteriores citas y que es explícita en la siguiente unidad de contenido del libro de Noveno: "La ciencia se consolida a través de procesos individuales, a si sean continuados, No hay identificaci3n de cuáles son las motivaciones para la determinaci3n de las leyes" (9; 32). No obstante, los textos de Séptimo y Noveno aducen la existencia de grupos de científicos que trabajan sobre un mismo objeto de estudio, de una comunidad científica que valida los conocimientos nuevos de la ciencia y de investigadores que a partir de sus construcciones conceptuales aportan hacia el avance de la ciencia. Por ejemplo, se determina que:

"La aparici3n de un ambiente intelectual nuevo hacia el siglo XIV, llamado renacimiento, influyó también el pensamiento científico, y a partir de esta época se proponen numerosas teorías, se establecen nuevas leyes (Ley de Boyle, se definen nuevos conceptos (elemento químico), se conocen nuevos métodos para preparar y aislar sustancias (el hidrógeno, el oxígeno) y se consiguen otros resultados que contribuyen al desarrollo de la ciencia química"(9:p,11)... "Aunque la comunidad científica estaba convencida de la validez del modelo nuclear, existía todavía muchas dudas sobre el resto del átomo y en especial la distribuci3n de los electrones alrededor del núcleo" (7:p.34)... " Le fue conferido el premio Nobel de Química en 1903. Su muerte fue lamentada por la comunidad académica y científica" (8: p.19)... [Richard Owen] su genialidad la reflejó en la manera como planeó sus experimentos, interpretó los datos y comunicó y reveló sus hallazgos a la comunidad científica (8: p.32).

El texto de Noveno grado vislumbra una mirada más dinámica de la ciencia, en la medida que se contextualiza su cambio en funci3n de las características intelectuales de la época que, en este caso, corresponde al Renacimiento. Es así como los factores

asociados a la época generan modificaciones en las dinámicas de construcción y ritmo del conocimiento. En este sentido, permite evidenciar interdependencia entre ciencia y cultura, así como la existencia de comunidades que generan un ambiente intelectual.

Al analizar los relatos históricos en los que se describen en detalle la manera como se consiguen los adelantos (42% de las unidades) se encuentra que los textos enfatizan en los procesos de observación como su principal paso dentro de la producción del conocimiento, ya sea como experimentación reiterativa, como en el caso de abrir animales para identificar el funcionamiento orgánico o para generalizar explicaciones sobre fenómenos, convergiendo hacia una idea inductivista de la actividad científica. Como evidencia de lo anterior, a continuación se resaltan algunas unidades de análisis.

"Basados en esta observación, en 1950, Murray y colaboradores, en Boston, Practicaron una serie de trasplantes renales en gemelos idénticos con excelentes resultados"(7:p.130)... "El italiano Luigi Galvani observó en 1790 que el paso de una corriente eléctrica a lo largo del nervio de la pata de una rana provocaba una contracción muscular, esta observación lo llevó a concluir que la conducción nerviosa se asociaba con fenómenos eléctricos."(9:p.93). "Conrad Gener, científico sueco (1516-1565) dividió los animales en grandes grupos y cada uno de éstos lo subdividió en grupos más pequeños de acuerdo con su apariencia" (8:p.169).

Los textos muestran que los medios más comunes para descubrir son la observación y la experimentación. A través de estos medios se consigue detectar la existencia y presencia de cuerpos y fenómenos en un sistema (carga positiva y negativa, división celular, comportamiento de los gases, la existencia de enzimas especializadas en determinar la frecuencia de nucleótidos en ADN, etc.) proponer modelos explicativos (modelos de átomos, efectos de reflexión) originar, comprobar y demostrar principios (selección natural, equilibrio térmico, propagación en línea recta de la luz) identificar características particulares de la materia, los cuerpos y fenómenos (estructura celular, ADN, división celular) reconocer transformaciones en la estructuras de los cuerpos (mutaciones) demostrar regularidades de los fenómenos (comportamiento de los gases) para luego establecer leyes (ley de conservación de las masas).

Esta relevancia asignada a la experimentación y, en su interior, a la observación, como actividades propias de los científicos, reafirma la concepción empiropositivista encontrada como la más común en todas las categorías establecidas. No obstante, si se hace una lectura en términos de sumatoria de acciones de los científicos, se encuentra que éstos desarrollan procesos de primer orden; es decir, registrar cuidadosa y detalladamente fenómenos, resumir teorías, realizar cálculos, reconocer fenómenos y establecer principios. Por ejemplo:

"Torricelli, en el siglo XVII, midió el valor de la presión atmosférica al nivel del mar. (6:p.16)... "la relación cuantitativa entre estas dos magnitudes la encontró el científico irlandés Roben Boyle" (6,p16)... "Pero los científicos han propuestos esquemas fáciles de representa" (:p.13)... "En 1675 el astrónomo danés Ole Roemer, quien al estudiar la lunas de Júpiter se dio cuenta de que los momentos en que aparecían y desaparecerían variaban a lo largo del año, pues el fenómeno se adelantaban ocho minutos cuando la

tierra y Júpiter estaban del mismo lado respecto al sol y se retrasaba ocho minutos también cuando estaban en lados opuestos (posición)” (8:p.68)... Haciendo cálculos matemáticos, Roemer estimó que la velocidad de la luz debía ser de unos 220,000 km/h.(8:p.69)

Según los textos analizados, los científicos realizan actividades de segundo orden, relacionadas con planear experimentos, interpretar datos, establecer relaciones, estudiar, aportar evidencias, realizar experiencias y demostrar. También realizan procesos de tercer orden, relacionados con proponer esquemas, determinar leyes, defender teorías, establecer ecuaciones, perfeccionar teorías, elaborar sistemas, revivir y refutar teorías, concebir ideas, argumentar, demostrar errores, establecer leyes, desarrollar ideas por su propia cuenta, escribir obras, manipular genes, alterar genéticamente seres vivos y construir artefactos. A continuación, se presentan algunas unidades sobre lo anterior:

"Galileo le había encontrado una grieta a la concepción aristotélica sobre las causas y características del movimiento.... Cuando por dificultades experimentales no pudo obtener datos sobre movimientos muy rápidos, probó analíticamente y con razonamientos convincentes que una bola rodando sobre un plano inclinado pulimentado obedece a las mismas leyes que se aplican al de la caída libre y llegó a las mismas conclusiones que hoy se establecen para el movimiento uniformemente acelerado"(6:p.55 y 87)... "Josep Priestley y Jan Ingen-Housz, demostraron que plantas colocadas bajo un recipiente de vidrio invertido, aisladas del medio, sin que les entrara aire, son capaces de sobrevivir si están expuestas a los rayos solares"(7:p.175)...[Svante A. Arrhenius] "Conocidos por sus trabajos experimentales y teóricos sobre la disociación que sufren ciertas moléculas llamadas electrolitos en solución acuosa, dando lugar a partículas más pequeñas y cargadas llamadas iones..."[Richard Owen] Su genialidad la reflejó en la manera como planeó sus experimentos, interpretó los datos y comunicó y reveló sus hallazgos a la comunidad científica"(8:p.19)... "Watson y Crick proponen el modelo de la doble hélice del ADN... "T. Stuart y P. Seder crean el oncomouse, un ratón transgénico que posee un gen que produce el cáncer.""(9:p.163).

A pesar de este amplio número de actividades, los textos dejan de lado procesos de predicción elaboradas, a veces, sin base experimental certera, las actividades permanentes de abducción como posibilidad que tiene la ciencia de no seguir reglas propias de la lógica formal, la creación de conceptos transitorios para la demostración de partículas o fenómenos y la construcción de demostraciones transitorias que, por la insuficiencia experimental de la época, quedan de pendiente consolidación.

Los textos no plantean como actividad cotidiana de los científicos los cambios de marcos de referencia como acción probatoria de sus enunciados; asimismo, no se nombran los marcos referenciales desde los cuales hacen sus descubrimientos o demostraciones. No queda clara la negociación de significados y la construcción de criterios teóricos en una comunidad científica. Aunque se presenta la publicación escrita como una manera de comunicación de resultados de investigación y de actividades que realizan los científicos, no es del todo clara la relevancia de escribir en la ciencia; de hecho, sólo uno de los científicos relacionados aparece como participante en congresos.

En resumen, los citados textos escolares, a través de la presentación que hacen de los científicos, sus vidas y sus acciones, no aportan ideas nuevas respecto de la manera actual de ver y hacer ciencia. No potencia la historiografía como una forma de ambientar lo conceptos científicos y, por el contrario, reafirma la postura clásica y formal de la ciencia. Se potencializa la idea de ver la historia como un resumen de datos que fueron relevantes en un determinado contexto, pero que no tienen ningún impacto para entender la dinámica actual científica.

Igualmente, este tipo de tratamiento acumulativo de datos y la relevancia particular asignada a unos pocos científicos permite establecer que luego de un experimento se consolidan las teorías. De igual forma, no se muestra que el desarrollo de la ciencia ha estado mediada por revoluciones que no permiten comparación para determinar el grado de significatividad con respecto a las explicaciones modificadoras de los paradigmas; por ejemplo, la teoría de la relatividad. Además, que estos “aportes revolucionarios”, propios de la ciencia moderna, tuvieron su origen en Europa, actualmente en otras regiones también se han realizado avances históricos.

Conclusiones

Sin duda, los textos escolares son los principales dispositivos para procurar la denominada alfabetización científica en los estudiantes; están diseñados específicamente para divulgar y adquirir una percepción de la realidad acorde con las principales ideas, producto del pensamiento racional y científico. Sin embargo, diversos estudios están mostrando que sus concepciones no son precisamente las más adecuadas. El estudio es coincidente con los hallazgos realizados en otros textos, por los problemas de concepción de NdC que se logran deducir.

Similar a otros estudios, la imagen sobre los científicos es individualista y elitista; se presentan como trabajadores solitarios, con grandes facultades intelectuales, cuyos aportes, luego de un largo período de tiempo, son superpuestos por otro investigador. Por tanto, no se da cuenta de una ciencia como una construcción cultural, cuya característica es un conocimiento artificial, falible, cambiante y contextualizado, y cuyo desarrollo tiene problemas, errores y retrocesos. No se hallaron citas donde se relacione que los grupos de científicos discuten problemas o resultados de investigación, recalcando, como se decía anteriormente, una visión individualista de la ciencia. Los cuatro textos incluyen conceptos sobre los procesos básicos de la ciencia como sistematización, medición y experimentación de manera insuficiente, por cuanto la limita a la observación y a los procesos inductivos, propios de la concepción rígida de método científico.

Algo relevante es que la serie incluyó una persona para realizar revisión de género para garantizar la inclusión de la mujer en el texto, sin embargo, esta inclusión es más formal que real, puesto que cuando se citan los científicos siempre se agrega la expresión *científicas*, pero en ninguno de los textos de la serie estudiada se incluye científica alguna.

Otra característica de los científicos citados en los textos radica en que la gran mayoría fueron del siglo XIX. Así, para un estudiante ser científico no correspondería a las actividades propias de la época contemporánea. Los citados, según los retratos incluidos, son personas de bastante edad; a pesar de haber iniciado su actividad a temprana edad, sólo se les muestra como ancianos, generalmente con barba y, por supuesto, con trajes propios del siglo XIX. De otra parte, al insistirse en las características de genialidad se desconoce la formación escolar y académica como parte fundamental de su proceso de formación académica y disciplinar. Generalmente se les muestra como científicos que llegan a serlo sin pasar los procesos propios de estudiantes o tutorados por otros maestros.

La visión actual de ciencia hace evidente que la ciencia se hace mediante la publicación y participación en eventos académicos y científicos; sin embargo, este aspecto no se muestra, con lo que queda una visión desactualizada e incompleta de la actividad de los científicos y científicas.

Finalmente, a partir del tratamiento que se hace de los científicos en los cuatro textos estudiados, se colige una presentación inadecuada de la historiografía de la ciencia, amplía en mostrar descubrimientos como un desarrollo lineal y ascendente, especialmente, bajo el método científico, donde a la ciencia se le hace ver como acumulación de conocimiento.

Por los científicos incluidos se refleja, erróneamente, que actualmente no hay investigadores: casi todos son de los siglos XVI al XIX; es decir, que los textos incluyen una mirada a la ciencia antigua, más como historia de la ciencia que como una expresión y una forma racional de comprensión de la realidad, asociada a la vida contemporánea y necesaria para vivir en sociedad.

Los estudios sobre los científicos resultan de notable interés, dado que, de la imagen sobre su trabajo, sus éxitos, sus actividades cotidianas, depende, en buena medida, que los chicos y chicas perciban esta actividad como algo que produce satisfacción y, por tanto, les motive a estudiar ciencias; quizá así se ayude a disminuir, en primera instancia, la bajísima tasa de ingreso a carreras relacionadas con las ciencias y, en segunda instancia, a realizar una adecuada transposición hacia la vida cotidiana y ciudadana.

En resumen, la serie de textos en estudio presenta una visión parcializada y analítica del conocimiento científico. Son escasas las referencias sobre los científicos que trabajan de manera interdisciplinar; además, se muestra como una actividad propia de personas que vivieron en Europa. Por tanto, no se relaciona como algo que tiene que ver con el contexto inmediato, a fin de adecuar y hacer un uso racional de los recursos ambientales; tampoco como una manera socialmente avanzada para entender la vida. Es decir, poco aporta a la comprensión de una alfabetización científica, tal como lo reseña y solicita la comunidad científica internacional.

El objetivo de un texto escolar de ciencias es el de popularizar, mediante la transposición didáctica, sus principios y formas de trabajar, mostrándola en sus procesos

internos y externos y en la actividad de los científicos como algo posible para cualquier persona en nuestro medio. Esto es, que además de contener los primeros conceptos disciplinares y procesos de la ciencia, los textos en Colombia deben incluir aspectos de la ciencia contemporánea, así como los aportes de científicos latinoamericanos y colombianos; deberían señalar la actividad de COLCIENCIAS en función de la investigación y de la conformación de grupos a nivel nacional y regional. Sería útil que se presentaran las áreas de mayor desarrollo y se mostraran los avances de programas de formación científica, tipo ONDAS. Igualmente, podrían impulsar el desarrollo de la denominada Feria o Semana de las Ciencias, con sus respectivas adecuaciones, como una forma de servir de dispositivo pedagógico para una mejor confianza y motivación por la ciencia y su significado en la sociedad contemporánea.

Referencias bibliográficas

- Abd-El-Khalick, F. y Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7): 665-701.
- Acevedo, J. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka*, 5(2):134-169.
- Aduriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Bardin, L. (1996). *Análisis de contenido*. Madrid: Ediciones Akal.
- Cornejo, J. (2006). "La enseñanza de la ciencia y la tecnología en la escuela argentina (1880-2000): un análisis desde los textos". *Enseñanza de las Ciencias*, 24(3): 357-370.
- Cuéllar, L., Pérez, R. y Quintanilla, M. (2005). La propuesta de Ernest Rutherford en los libros de texto en Colombia. Un análisis desde la historia de las ciencias y la visión de transposición didáctica en ellos. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra. VII Congreso.
- Cutrerá, E. (2005). La actividad científica y la génesis del conocimiento científico en los textos escolares de ciencias naturales. Un análisis de clasificación. *Revista Iberoamericana de Enseñanza de las Ciencias*, 25 (3): 423-434.
- Chiappetta, E., Fillman, D. y Sethna, G. (1991). A method to quantify major themes of scientific literary in science textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(8): 713-725.
- Choppin, A. (1980). L'histoire des manuels scolaires. Un bilan bibliométrique de la recherche française. *Histoire de l'Éducation*, 58: 165-185.
- Del Carmen, L. y Jiménez, M. (1997). Los libros de texto: un recurso flexible. *Revista Alambique*, 11.

- Duschl, R. (1997). *Renovar la Enseñanza de las Ciencias. Importancia de las Teorías y su Desarrollo*. Madrid: Nancea.
- Garritz, A., Gasque, L y Martínez, A. (2005). Naturaleza de la ciencia e indagación en un texto de química universitaria. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra. VII Congreso.
- Guisasola, J. (1997). El trabajo científico y las tareas en la electrostática en textos de bachillerato. *Revista Alambique*, 11.
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6): 645-670.
- Klipenndorff, K. (1997). *Metodología de análisis de contenido. Teoría y práctica*. Traducción Leandro Wolf. Barcelona: Editorial Paidós.
- Malaver, M., Pujol, R. y 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): 441-454.
- Páez, Y. y Níaz, M. (2008). Nature, history and philosophy of science: an analysis of the image reflected by ninth grade chemistry textbooks in Venezuela. *Journal Science Education*, 9(1): 28-32.
- Perales, F. y Jiménez, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3): 369-386.
- Pérez, E. (2003). Las mujeres en la historia de la ciencia. Quarz: Quark: Ciencia, medicina, comunicación y cultura. En: *Quark: Ciencia, medicina, comunicación y cultura*. No 27.
- Solarte, L. (2000). ¿Qué conocimiento científico se les está llevando a los niños a través de los textos? *Revista de Ciencias Humanas. Universidad San Buenaventura*, 6: 105-111.
- Vázquez, A., Acevedo, J. A., Manassero, M. A. y Acevedo, P. (2007) en prensa. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: la ciencia y la tecnología en la sociedad. Enviado a publicación. *Revista Eureka*.

Referencia

Néstor Roberto Cardoso Erlam y Edna Eliana Morales, “Las concepciones de científico en una colección de textos escolares de Ciencias Naturales de la Educación Básica Secundaria colombiana”, revista *Perspectivas Educativas*, Ibagué, Universidad del Tolima, Vol. 3, (enero-diciembre), 2010, pp. 77 - 96

Se autoriza la reproducción del artículo para fines estrictamente académicos, citando la fuente y los créditos de los autores.

Fecha de recepción: 28/07/10

Fecha de aprobación: 24/09/10