

El problema de la recontextualización en la transposición didáctica.

The problem of recontextualization in the didactic transposition.

Adriana Patricia Gallego Torres⁽¹⁾, Rómulo Gallego Badillo, Royman Pérez Miranda⁽²⁾

(1) Universidad Distrital de Bogotá. Colombia.

(2) Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá. Colombia.

Fecha de recepción 07-04-2010. Fecha de aceptación 02-12-2010.

Resumen.

En este trabajo los autores hacen un análisis fundado en la historia social y en la historia de cada una de las ciencias de la naturaleza, de la transposición didáctica de los modelos científicos que los transforma en modelos didácticos y por tanto en ciencia escolar. Esa transposición didáctica se suele expresar en los contenidos de los textos de enseñanza que los respectivos autores organizan y que los profesores recomiendan a los estudiantes. Es en este proceso en el que emerge para los investigadores el problema de la recontextualización histórico-epistemológica, social y cultural al que en este artículo se trabaja.

Palabras clave: transposición, historia interna, historia externa, contexto de producción y contexto de enseñanza.

Summary.

In this paper, the authors present an analysis of the didactic transposition of scientific models to didactic based on the social history of each one of the natural sciences. The didactic transposition is often expressed in the contents organized by different authors in the textbooks for teaching and in the suggestions that teachers make to their students. This article refers to the process in which the problem of historical epistemological social and cultural recontextualization arises.

Key words: transposition, history, production, context and teaching context.

1.- Introducción.

Desde los resultados de las investigaciones adelantadas por los historiadores sociales de las ciencias de la naturaleza, se ha llegado al convencimiento de que estas ciencias y en particular la física, empezó a desarrollarse en un contexto social, político y económico que le fue propicio (Barona, 1994). La comunidad de especialistas que inició su conformación en la Inglaterra del siglo XVII y estableció una relación y compromiso con el capitalismo y el sistema de producción industrial. Se suele afirmar que esas comunidades de especialistas adoptaron la lógica de producción de ese sistema de industrialización, a la vez que sus nuevas formulaciones se caracterizaron por la impronta que marcó ese contexto particular.

Los estudios sociológicos de la historia del desarrollo de la actividad científica, mostraron que para entenderla se requería de una interpretación que fuera más allá de la versión transmitida por los textos de enseñanza, para adentrarse en el hecho de que el desarrollo de esta actividad (Echevarría, 1955) y de que por su contexto de producción, era y es eminentemente cultural (Vessuri, 1992; Restivo, 1992). La ciencia es cultura, lo que conduce a elaborar una mirada distinta de la acostumbrada; es decir, una de carácter externalista (Laudan, 2005, Kraimer, 2007).

Por otro lado, a partir de 1937, cuando K. Popper (1962) da a conocer su libro "*Logik der Forschung*", con el que explica lo acaecido en la física entre 1905, por la publicación de los tres artículos de A. Einstein, con el de W. Heisenberg en 1926 y con el del E. Schrödinger en 1927, Popper, acude a la

lógica deductiva, con lo que se da inicio a la denominada era pospositivista, a los estudios internalistas en la historia de las ciencias y a la pugna con los externalistas (Laudan, 2005; Shapin, 2005). Desde Popper, esa historia interna se formulará en términos de sustitución de teorías.

Las controversias entre los internalistas y los externalistas, será zanjada en 1962 por T. S. Kuhn (1972), con la publicación de una de sus obras de mayor divulgación. En ella establece que todo estudio epistemológico es más confiable si se funda en las correspondientes revisiones históricas, basadas en fuentes primarias. Introduce el convencimiento de que las ciencias han obedecido al trabajo de comunidades científicas y no a la obra de científicos aislados (Gallego Torres, 2002). Kuhn, en cuanto a la enseñanza de las ciencias, destacará que los profesores de ciencias socializan entre los estudiantes una ciencia del pasado, esto es, enseñan historia sin acudir a los métodos de los historiadores de las ciencias. A partir de esta propuesta, el estudio internalista del desarrollo del conocimiento científico se hará desde la perspectiva de las revoluciones científicas y los cambios paradigmáticos.

Las propuestas de Popper (1962) y Kuhn (1972), serán las bases a partir de las cuales un grupo de personajes formados en ciencias, se pregunten por la versión de ciencia que se lleva a la institución escolar y asuman el trabajo de responderla desde una investigación sistemática. Esta postura daría origen a una didáctica de las ciencias fundamentada conceptual y metodológicamente (Gallego Torres y Gallego Badillo, 2006). Frente al dominio de una enseñanza por

transmisión verbal y repetición memorística de contenidos curriculares, los resultados de esas investigaciones demostraron su poco efecto en la educación en ciencias del estudiantado. Se reconoció que los estudiantes llegaban a las clases de ciencias con ideas sobre aquello que se hacía objeto de enseñanza. Inicialmente pensaron el proceso de aprendizaje como sustitución de esas ideas o como cambio de esos paradigmas. Las críticas adelantadas terminaron por dejar de lado dicho presupuesto.

2.- El surgimiento y estudio de los textos de enseñanza.

En el proceso de institucionalización de la actividad científica, además de las sesiones de experimentos para el público que realizaban los miembros de la Royal Society (Bowler y Morus, 2007), a partir del siglo XVII, los integrantes de la comunidad de especialistas se dieron a la tarea de escribir tantos textos de divulgación como para la enseñanza de su actividad de producción de conocimiento, aún cuando esta preocupación data del siglo XVI (Gallego Torres, Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2009). Se tuvo entonces la certidumbre de que para satisfacer esa necesidad de institucionalización el sistema educativo era el medio apropiado para tal efecto. Se inició la escolarización de cada una de las ciencias de la naturaleza; interés este que se intensificará a finales del siglo XIX y comienzos del XX (Calatayud, Carbonell, Carrascosa, Furió Mas, Gil Pérez, Grima, Hernández, Yopis, Martínez Torregrosa, Payá, Ribó, Satocha, Solbes, Soler y Vilches, 1986), so-

bre todo por exigencia de la Revolución Industrial (Mumford, 2006)

Está por hacer objeto de una investigación sistemática, el período histórico a partir del cual cada una de las ciencias que se convirtieron en objeto de enseñanza, terminaron por ser “ciencia producto”, descontextualizadas históricamente y reducidas a solo definiciones y algoritmos para la resolución de ejercicios de lápiz y papel, como también para el entrenamiento signado por el seguimiento de las denominadas guías de laboratorio. Se empezó a socializar entre el estudiantado dicha versión en todos los niveles de cada sistema educativo. Los responsables de este artículo son del parecer de que la estructura general de los textos de enseñanza surge en el contexto de la creación de una educación para los hijos de los obreros de las fábricas que replazarán a sus padres en dichas fábricas (Mumford, 2006).

En la formación de profesionales en esas ciencias para servir como expertos en las industrias de base científica, la descontextualización aludida se centró, en la misma perspectiva no histórica, en el entrenamiento del uso de métodos experimentales estandarizados e instrumentales, para servir a unos intereses particulares de una educación en ciencias y tecnologías, en el mismo contexto cultural, político y económico de producción originario. Es posible pensar hipotéticamente, que los textos de enseñanza se convirtieron en mercancía y la escritura de los mismos adoptaran esta dinámica, del respeto de los derechos de autor, preocupación esta que es propia de una tradición de producción en la que la historia de las ciencias no se hace objeto

de estudio. La ciencia que se enseña, hoy en día, es motivo de discusión.

Los contenidos de los textos de enseñanza se hicieron, han sido y son objeto de investigación por parte de los didactas de las ciencias, a partir de la idea de transposición didáctica como en educación matemática (Chevallard, 1985) y se introducen en la didáctica de las ciencias estos estudios, bajo el convencimiento de que la historia del desarrollo del conocimiento científico ha obedecido de manera internalista, a un proceso de construcción distinto, dado que histórica y epistemológicamente en el caso de las ciencias de la naturaleza, el proceso de construcción puede ser analizado desde la perspectiva popperiana o kuhniana, mas no así la historia de las matemáticas.

El estudio crítico de los textos de enseñanza en ciencias y de la confiabilidad de sus contenidos, es del siglo XXI (Brezal de Pedrazini y Barberá, 2001; De la Gándara, Gil, y Sanmartí, 2002). Los resultados obtenidos hablan en favor de que los libros que se han trabajado introducen tergiversaciones conceptuales, presentan una historia de carácter positivista y adoptan esta aproximación epistemológica. Se trata no solo de textos para la educación secundaria, sino también para la educación universitaria (Camacho González, Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2007; Cuellar Fernández, Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2008). De esta manera y dado que los textos de enseñanza son un recurso indispensable para el ejercicio diario de los profesores, se tendría entonces un recurso parcial para juzgar la versión de ciencia que se socializa en el aula.

Acudiendo a Y. Chevallard (1985), habría que afirmar que los profesores de ciencias tienen necesariamente que establecer una “vigilancia epistemológica” sobre los textos de enseñanza a los que acuden y, desde la perspectiva de los responsables de esta publicación, también una “vigilancia histórica” sobre dichos textos. El problema es que esos profesores, por lo general, son aproximados al conocimiento científico a través de los textos aludidos, por lo que, hipotéticamente, carecerían de los argumentos para analizar la confiabilidad de los contenidos presentados en los capítulos; aún cuando un recurso inteligente para este cometido sería el de no apegarse a uno de ellos y emplear varios.

Habría también que proponer una “vigilancia tecnológica”, en razón de que este componente instrumental que ha sido indispensable en el desarrollo del conocimiento científico, no suele ser tratado críticamente en esos textos. Hay una especie de mirada platónica (Heisenberg, 1967) de una ciencia que no requiere de la contrastación experimental de las hipótesis. En consecuencia, las relaciones históricas entre ciencia y tecnología, que desde la primera mitad del siglo XX fueron identificadas y caracterizadas por los investigadores en la historia social de las ciencias, no se hacen objeto de trabajo en el aula. Una de las razones originarias de este “platonismo” habría que encontrarla en la imagen negativa que tuvieron los artesanos fabricantes de instrumentos científicos y el hecho de que quienes se ocuparon de institucionalizar la actividad científica, insistieron en que esta era realizada por personajes procedentes de la aristocracia (Bowler y Morus, 2007).

3.- La existencia de las ciencias de la naturaleza.

El dominio de la mirada positivista con su lógica inductiva en ciertos textos de enseñanza, genera la idea en algunos profesores y en sus estudiantes de que cada una de las ciencias se encuentra en la naturaleza, por lo que el conocimiento científico ha sido “descubierto” mediante el empleo del método científico. Además, transmiten una versión de que este conocimiento es absolutamente verdadero y que ese proceso de descubrimientos ha ido de éxito en éxito, por lo que nunca ha habido fracasos, que no se ha requerido de un volver al principio con el fin de elaborar los indispensables replanteamientos (Stenger, 1989).

En cuanto al empleo de la categoría de “descubrimiento” fue un recurso al que acudieron los interesados en la institucionalización o reconocimiento social de la actividad de producción de conocimiento con la que se habían comprometido. Fue la época de los descubrimientos geográficos por parte de los grandes navegantes, que fueron elevados al pedestal de héroes, ya que habían dado con otros continentes e islas y abierto otras rutas para la circulación de mercancías (Weightman, 2008). Nadie podía poner en duda la existencia real de esas islas y continentes. Por tanto, “descubrimiento” fue un recurso para generar credibilidad entre la gente sobre lo que producían las comunidades de científicos. Fue una estrategia política (Hoffmann, 1997).

Las reconstrucciones históricas demuestran que los interesados en dar a conocer sus propuestas innovadoras escribieron libros, como son los casos de, Ga-

lileo y Newton. No obstante, a finales del siglo XVI E. Torricelli y V. Viviani organizaron la primera asociación de investigadores y también la primera revista especializada, un esfuerzo que tuvo una vida breve. Luego se creará la “*Royal Society*” que publicara la revista “*Philosophical Transaction*” de mediados del siglo XVII, que aún perdura; revista esta que iniciará la tradición de que el conocimiento científico se halla en las páginas de estas publicaciones especializadas y no en la naturaleza.

Lo anotado se constituye en un nuevo recurso para juzgar las versiones de ciencia que transmiten los textos de enseñanza y la confiabilidad de los mismos. Esto es, la alusión que hacen a esos artículos originales que, de todas maneras es la interpretación que sus autores realizan de la lectura de tales originales y a los cuales hacen referencia al final de cada capítulo o del libro de texto. Otro caso sería el de aquellos cuyos autores se basan en otros textos de enseñanza que carecen de las referencias bibliográficas de rigor. Son la versión de la versión de la versión y, por tanto, no suministran a los profesores las fuentes a partir de las cuales redactaron ese producto. La confiabilidad podría ser de un bajo nivel. Habría que subrayar que los profesores de ciencias que siguen los textos sin las “vigilancias” referidas, igualmente desde el saber que saben y dentro del que se les formó, reinterpretan esos contenidos que transmiten a sus estudiantes, incluso basada en una versión de ciencia, que ya pasó.

Anótese que gracias a la tecnología de los computadores y la disponibilidad de las páginas electrónicas correspondientes, el estudio de la confiabilidad de

los textos de enseñanza se centra en el análisis específico de los modelos científicos que tratan, a partir de la comparación con los “originales” de los artículos de las revistas especializadas en los que la comunidad de especialistas propuso el modelo y que fue desarrollado y explotado conceptual y metodológicamente hasta su abandono y sustitución por otro de mayor heurística.

4.- Los modelos científicos.

Como consecuencia del cambio de mirada en las reconstrucciones históricas que se han venido realizando desde finales del siglo XX y en lo que va corrido del XXI, para reiterarlo, se ha llegado a la conclusión de que ciencias como la química y la biología entre otras, no han seguido el patrón de construcción establecido por Newton para la física. De esta manera y en rigor, la categoría de teoría basada en definiciones, postulados, demostraciones y corolarios (Assis, 1998) es una normatividad específica que no han seguido las otras comunidades. Hecho que obligó a acudir a la categoría de modelo científico ya elaborada y empleada por los investigadores en ciencias sociales en sus indagaciones sistemáticas.

La taxonomía que clasifica a los modelos científicos en gráficos o icónicos, en analógicos y en simbólicos se conserva (Del Re, 2000; Caldin, 2002), con las resignificaciones que se han introducido. En efecto, de los gráficos se dice que son usados con mayor frecuencia por los químicos; que los analógicos son aquellos que representan el objeto de conocimiento empleando “tecnofactos” idealizados, como la máquina ideal de Carnot; y los

simbólicos los propios de la física basados en la axiomática de las matemáticas (Lombardi, 1998). Cada comunidad de especialistas formula sus necesarios modelos científicos, como representaciones conceptuales y metodológicas de la “realidad material” que delimitan para sus propósitos cognoscitivos, sin que cada modelo sea esa realidad en sí; un hecho significativo en la actividad científica que explica que cada modelo en particular sea sometido a transformaciones o reformulaciones y posibles sustituciones, de conformidad con los resultados específicos de esa actividad. En este proceso, incluso, elaboran modelos de modelos o jerarquías de modelos (Tomasi, 1999).

Uno de los problemas que se han planteado tiene que ver con el criterio para decidir si un modelo es gráfico, analógico o simbólico. Una propuesta de gran significación es aquella que postula que solo el recurso a la historia suministra dicho criterio (Greca y Dos Santos, 2005). Criterio este que habría que complementar con la sugerencia de que no existen modelos científicos puros dentro de la clasificación admitida; que es, ante todo un sistema de ordenamiento para efecto de estudios histórico-epistemológicos y didácticos. Aún cuando la matemática del modelo icónico para el átomo de J. Dalton sea considerada elemental con referencia a la empleada por Newton, tiene este de simbólico. De aceptarse que la termodinámica clásica es un modelo analógico, puesto que se fundamentó en la máquina ideal de Carnot, se trata de un modelo que tiene mucho de de simbólico. En lo tocante a la mecánica cuántica, por ejemplo, el oscilador armónico simple es la analogía de una cuerda de un instrumento musical

idealizado (Gallego Torres, Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2006).

Las puntualizaciones anteriores se introducen, en primer lugar, con la intencionalidad manifiesta de que cuando se acuda a la categoría epistemológica de teoría, sea indispensable precisar desde qué marco epistemológico se alude a ella; esto es, y en rigor, qué es aquello a lo que se hace referencia cuando se emplea la palabra teoría ya que podría tener un significado en los discursos acerca de la constitución histórica de cada una de las ciencias de la naturaleza limita a un significado propio del saber común y cotidiano o de una filosofía general, tan válida como se quiera, basada en una no aproximación admisible de los procesos de construcción de los conceptos científicos (Mosterín, 1978).

5.- La descontextualización.

Para dar cuenta de lo que significa este proceso, es indispensable precisar aquello que aquí se extiende por “contexto de producción”. Se trata del entorno en el que son formulados, desarrollados, transformados y sustituidos los modelos científicos. Está conformado por los colectivos de especialistas dedicados a la producción de conocimiento y por la de los tecnólogos con los que trabajan. Estos colectivos poseen una historia interna en esa producción, a la vez que forman a las generaciones venideras de científicos. Esa historia se ha traducido en la publicación de artículos en revistas especializadas e indexadas que son citados y referenciados bibliográficamente por otros colectivos de especialistas diferentes en revistas distintas; por

lo que son reconocidos por la comunidad científica nacional e internacional.

Esa historia interna de cada colectivo de especialistas sobre el proceso de producción seguido, desde las reconstrucciones de finales del siglo XX y comienzos del XXI, habla en favor de que no puede seguir siendo concebido en términos de una representación lineal de éxito tras éxito, ya que hoy se sabe de que hubo fracasos y de que los colectivos tuvieron que hacer reformulaciones y volver a replantear las delimitaciones de sus objetos de conocimiento y transformar el modelo científico que dirigía sus investigaciones.

Desde una mirada externalista, es a partir de cada uno de los modelos científicos que trabajan los colectivos de especialistas, que formulan proyectos de investigación, que son evaluados y financiados, en primer lugar, con base en el reconocimiento, y, en segundo lugar, en razón de que adelantan resultados que pueden convertirse al final, en mercancía. Es en esta perspectiva, que es factible elaborar una explicación admisible, de las estrechas relaciones de esos colectivos con el sistema de producción industrial y el de bienes y servicios. Los colectivos trabajan para los consorcios industriales; una relación de colaboración que se inició en el siglo XVII y que empezó a fortalecerse a partir de la Primera Revolución Industrial (Kemp, 1986; Mason, 2001) y se consolidó definitivamente en el siglo XX.

Ese contexto de producción, a su vez, ha estado rodeado de un contexto social, cultural, político y económico que los colectivos de especialistas, desde el siglo XVII, a través de los mecanismos de divulgación que supieron en su tiempo

diseñar, lograron el consenso entre la población en general y, específicamente, mediante la conversión de sus modelos científicos, en modelos didácticos como objetos de enseñanza.

Por lo demás, hay que tener en cuenta la tradición que se inicia con las revistas científicas especializadas que introduce la pragmática de una síntesis en los informes de las investigaciones en las que se dejan de lado los procesos internos de replanteamientos adelantados. La ciencia que se da a conocer en dichas revistas especializadas es una ciencia “producto”; cuyos resultados son repetible en las mismas condiciones experimentales informadas y, por tanto, en cualquier lugar del planeta. Se piensa aquí que esta práctica pudo marcar hasta cierto punto la redacción de los textos de enseñanza (Gallego Torres, Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2009).

Hay que tener en cuenta también la definitiva influencia del sistema de producción en cadena, que marcó decisivamente los sistemas educativos, por lo que convirtió a la institución escolar en un símil de las fábricas en términos de “insumos, procesos y productos”, para el que bastaba la definición ahistórica de conceptos y los algoritmos para la resolución de ejercicios de lápiz y papel, como el entrenamiento en técnicas estandarizadas de laboratorio.

Cuando se traspusieron los modelos científicos que ya eran historia, para ser ciencia escolar se les sacó de su contexto de producción. Señálese que hablar de modelos científicos es tan solo una referencia, ya que aquello que se llevó al contexto educativo, se redujo, para reiterarlo, a definiciones de conceptos y algo-

ritmos, por fuera de esos modelos. Con esta transposición didáctica, igualmente se despojó la ciencia escolar de los procesos de construcción, desarrollo y sustitución. Es en este sentido que adquiere relevancia hablar de que la ciencia que se empezó y se continúa enseñando es una ciencia producto; algo análogo a lo que sucede con los tecnofactos convertidos en mercancía. Los consumidores los adquieren teniendo acceso solo a las instrucciones para su uso adecuado, pero no a la tecnología que los hizo posible.

Afirmese, de la misma manera, que todo contexto escolar se halla también inmerso en contextos culturales, políticos y económicos específicos y multivariados. En algunos de estos contextos históricamente no hubo la creación de comunidades científicas y, por tanto, no se hizo el trabajo de institucionalización o de convencer a la gente del común de la importancia de apoyar la investigación científico-tecnológica como necesaria y de quienes se ocupaban de producir estos conocimientos. Es posible pensar que en los casos en que se adelantó ese proceso de institucionalización, los países europeos y en Norte América, la institución escolar contó con un contexto cultural, político y económico propicio. No hubo una especie de choque, aun cuando esta afirmación ha de ser admitida con beneficio de inventario, ya que las investigaciones en didáctica de las ciencias han demostrado que son muy pocos los jóvenes que se deciden por hacerse profesionales en cada una de las ciencias de la naturaleza; un problema atribuido a la versión de ciencia que se enseña y a la forma como se enseña.

Tampoco se inscribió la ciencia esco-

lar en las concepciones o analogías sobre la naturaleza o cada objeto de conocimiento, que se halla en la base de la formulación de cada modelo científico transpuesto. Así, por ejemplo, el Newton escolarizado, la necesidad de hacer referencia a que para una aproximación admisible de su formulación es menester aludir a la mirada que asimila el mundo a un mecanismo de relojería, sin lo cual es difícil analizar el carácter predictivo que sistematiza lo que histórica y epistemológicamente, al ser contrastados experimentalmente, contribuyó significativamente a su admisión por parte de la comunidad científica.

Lo anotado es otra de las descontextualizaciones, quizás con el objetivo de no contrariar las creencias dominantes en cada uno de los contextos culturales para los cuales se adelantó la transposición didáctica correspondiente. En un sentido positivo, detrás de las transposiciones didácticas que condujeron a la redacción de textos de enseñanza, la ciencia escolar se convirtió también en mercancía. Había que venderla a los diferentes sistemas educativos, a partir del momento en que enseñar ciencias fue un imperativo.

Otra hipótesis que cabe adelantar, y constituirse en objeto de investigación, es la de que este procedimiento que empezó a predominar en la transposición didáctica, el de las descontextualizaciones a las que se ha hecho alusión, posiblemente se origine en esa tradición inaugurada y mantenida por los colectivos de especialistas al publicar en las revistas especializadas los resultados de sus investigaciones. Aún cuando también y probablemente, al hecho de la creación de los procesos de producción en

cadena, que demandaba una capacitación lo más completa posible en el tiempo limitado de la escolaridad. Había que enseñar “todo a todos en el menor tiempo” (Comenio, 1982), por lo que era indispensable esa reducción a definiciones y algoritmos para la resolución de ejercicios de lápiz y papel.

6.- La trasposición didáctica en las ciencias de la naturaleza.

Se parte del hecho de que los didactas de las ciencias cuando hicieron objeto de investigación la transposición, dejaron en claro que estas ciencias habían obedecido a procesos históricos de construcción diferente del de las matemáticas. Por tanto, precisaba adoptar una reconcepción con el fin de investigar la versión de ciencia transmitida por los textos de enseñanza. Destáquese, que en la formación inicial de profesores de ciencias, la fuente primaria en la que se basan los profesores de estos programas, son los textos de enseñanza y raramente en el análisis crítico de los “originales” en los que esos modelos científicos tienen su historia de elaboración, desarrollo, modificación y sustitución.

Si se acude a las formulaciones de T. S. Kuhn (1972) e I. Lakatos (1983), cuando los autores de los textos de enseñanza sacan los modelos científicos de sus contextos de producción a la vez que no se toman en cuenta sus contextos culturales, políticos y económicos (historia externa) en el que se formularon, desarrollaron, modificaron y fueron sustituidos por otros. En este sentido hay que reiterar que tampoco hacen referencia a esa historia interna (Shapin, 2005). Se subra-

ya que la transposición didáctica que realizan la mayoría de los autores de los textos para la enseñanza de las ciencias, hacen de cada uno de los modelos científicos una ciencia producto para el entorno escolar. De esta manera transmiten la idea discutible de que esos modelos no tuvieron un proceso de elaboración, al mismo tiempo que generan una imagen del proceso caracterizado por la no existencia de fracasos (Stenger, 1989).

Es ya reconocido por parte de la comunidad de didactas de cada una de las ciencias (Sanmartí, 2000) que los autores de dichos textos, en el proceso de trasposición ponen en juego sus concepciones histórico-epistemológicas, didácticas y pedagógicas, ya sean estas fruto de un proceso de elaboración basado en sus lecturas críticas de artículos generados en las investigaciones en estos campos especializados de saber o en opiniones derivadas de una práctica educativa reflexionada en la enseñanza de cada una de las ciencias de la naturaleza (Cuellar Fernández, Gallego Badillo, y Pérez Miranda, 2008; Camacho González, Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2007;). En consecuencia, cuando se analizan estos textos bajo la dirección de las preguntas qué versión de ciencia transmiten, desde qué concepción de historia y de historia social de las ciencias organizan y redactan los autores los textos, en qué mirada didáctica y pedagógica se sitúan, es preciso adelantar una lectura hermenéutica. Algunas de las conclusiones de esos estudios han sido ya expuestas (Niaz, 1998; Camacho González, Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2007; Cuellar Fernández, Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2008).

Estos análisis de los textos de enseñanza permiten también concluir que no suelen explicitar la triangulación que sus autores hacen acerca las posiciones históricas, epistemológicas y didáctica, con base en las cuales generan dichos textos (Gallego Badillo y Gallego Torres, 2007) ¿Redactan esos textos de enseñanza siguiendo la cultura de los informes de investigación con destino a las revistas especializadas?, ¿desde la descontextualización podría haber detrás de ella una intencionalidad de socializar una ciencia con el objetivo de que otros contextos culturales no accedan a los procesos de producción de esos modelos científicos convertidos en ciencia escolar?, ¿de qué manera hay en estas intencionalidades el imperativo, primero, de vender a la sociedad la actividad científica y sus productos, como contenidos escolares (Feyerabend, 1984)? y, ¿es la ciencia que se hace objeto de enseñanza con la utilización por parte de los profesores de ciencias una forma develada de dominación?

7.- El problema de la recontextualización.

Esa ciencia que ha sufrido la doble descontextualización no ha de seguir llegando a la institución educativa en manos de los profesores que han sido formados a través de los textos de enseñanza, ya que, de continuarse con esta praxis se sigue con el problema de que no se logra en los estudiantes una enculturación en la dinámica histórica de cada una de las ciencias de la naturaleza. En otras palabras, no se genera una aproximación a las ciencias y a las tecnologías como componente de la cultura actual.

Para tal efecto, se hace indispensable que los profesores recontextualicen los contenidos que hacen objeto de trabajo en el aula de conformidad con el estatus social, político y económico en la que se encuentra la institución educativa, con el fin de que los estudiantes le atribuyan sentido desde sí a los contenidos curriculares, esto es, para que vinculen las explicaciones de las ciencias de la naturaleza a su vida cotidiana de relaciones con los demás. Y con el mundo.

Este trabajo didáctico de recontextualización precisa de que los profesores de ciencias reconstruyan tanto la historia interna como la externa de cada uno de los modelos científicos, ya que de otra manera no estarían en condiciones de comprender y realizar ese necesario proceso, recontextualización, de los contenidos que los profesores hacen objeto de trabajo en el aula. Esta necesidad toca con los procesos de formación inicial y continua de dichos profesores, en el sentido de una transformación de los programas académicos en los que esos profesores son formados.

Además, de que se debe superar el solo seguimiento de los textos de enseñanza para abordar la lectura crítica de los artículos “originales” en los que los modelos científicos fueron propuestos, discutidos, aceptados y transformados por las respectivas comunidades de especialistas.

Llevar a cabo la recontextualización de los contenidos objeto de trabajo en el aula, conlleva un conocimiento admisible del entorno de cada institución educativa. Es decir, un conocimiento que supere la simple suposición dada la responsabilidad ética que implica la recontextualización que aquí se propone. Responsabilidad que

lleva aparejada una valoración positiva de la cultura en la que han nacido y se desarrollaron los estudiantes, todo porque esa recontextualización debe afianzar las relaciones de pertenencia de dichos estudiantes a la comunidad de la que son y seguirán siendo, en principio, para contribuir a su desarrollo y bienestar.

Esa recontextualización ha de formularse y llevarse a cabo desde la perspectiva de las interpretaciones y explicaciones que el entorno cultural de los estudiantes han elaborado en relación con los fenómenos de los que dan cuenta los modelos científicos que se desean hacer objeto de trabajo en el aula. Para ello se ha de tener en cuenta que las explicaciones e interpretaciones de los modelos proceden de un entorno cultural distinto de aquel que intervienen los estudiantes. No se trata de suponer arbitrariamente esas interpretaciones derivadas de los modelos cinéticos bajo el supuesto de que son absolutos y que están por encima de las demás interpretaciones, sin tener en cuenta que cada modelo científico fue admitido en su momento dadas las consecuencias que produjo en sus relaciones con los respectivos saberes tecnológicos que los convirtieron en mercancía. Habría que insistir en que es el espacio de lo tecnológico que cada modelo científico ha producido y produce impactos sociales, políticos y económicos que de confieren credibilidad.

Se propone entonces que el proceso de recontextualización requiere de una transformación didáctica de cada modelo científico sin caer en tergiversaciones conceptuales y metodológicas, por tanto, la transposición que hace cada profesor de ciencias es la elaboración de un

modelo didáctico de cada modelo científico con el fin de que “encaje” de manera significativa en las elaboraciones culturales del entorno del que proceden los estudiantes. Es en esta puntualización en la que, para los autores de este artículo sobre pleno significado lo anotado de que los profesores de ciencias hacen parte desde su actividad en las instituciones educativas de la comunidad científica (Echavarría, 1960).

La pertenencia a la comunidad de especialistas que esas reconstrucciones didácticas de los modelos y los resultados obtenidos con estudiantes específicos lo ha sometido a publicación en revistas especializadas.

8.- A título de conclusiones.

Se reitera que la ciencia que se hizo objeto de enseñanza a través de los tex-

tos escolares sufrió una doble descontextualización: la primera por cuanto se extrajo de su entorno de producción y, la segunda, porque se despojó, también, del ámbito cultural, social, político y económico en el que se sustentó y sustenta ese ambiente de producción. De ahí que se hable de una enseñanza descontextualizada y ahistórica.

Así, los autores del presente artículo hacen un llamado para que, además de incorporar la historia de cada modelo científico, este proceso de transposición didáctica, se contextualice de acuerdo con lo específico social, cultural, político y económico en el que dicho modelo científico se hace objeto de trabajo en el aula. Se reconoce que no es un proceso fácil e inmediato, por lo que se hacen necesarios trabajos de investigación cuyos resultados muestren de qué manera se puede realizar este proceso.

Referencias bibliográficas.

- ASSIS, A. K. T. “Newton e suas obras: o Principia e o Óptica”. En: *Liguagens, leituras em ensino da ciências*. ALMEIDA, M. J. P. M. y DA SILVA H. C. (Org.), 1998, pp. 37 – 52. San Pablo: Unicamp.
- BARONA, J. L. *Ciencia e historia. Debates y tendencias en la historiografía de la ciencia*. Valencia: Guada. 1994.
- BOWLER, P. J. y MORUS I. *Panorama general de la ciencia moderna*. Barcelona: Crítica. 2007.
- BREZAL DE PEDRAZINI, M. y BARBERÁ, O. La enseñanza del concepto biológico de población: Análisis de los contenidos de los libros de texto de biología. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra, 2001, VI. Congreso.
- CALATAYUD, M., CARBONELL, F., CARRASCOSA, J., FURIÓ MAS, C., GIL PÉREZ, D., GRIMA, et al. *Iniciación a las ciencias físico-químicas en la enseñanza media*, Vol. 1. 1986. I. C. E. de la Universidad de Valencia. Valencia: Soler.
- CALDIN, E. F. “The Structure of Chemistry in Relation to the Philosophy of Science”. *International Journal for Philosophy of Chemistry*, Vol. 8, 2002, n. 2, pp.103 – 121. <http://hyle.org/journal/issues/8-2/caldin.html>

- CAMACHO GONZÁLEZ, J. P., GALLEGO BADILLO, R. y PÉREZ MIRANDA, R. (2007). “La ley periódica. Un análisis histórico, epistemológico y didáctico de algunos textos de enseñanza”. *Educación Química*, Vol. 18, 2007, n. 4, pp. 278 – 288.
- CHEVALLARD, Y. *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble: La Pensée Sauvage. 1985.
- COMENIO, J. A. *Didáctica Magna*. Mexico: Porrúa. 1982.
- CUÉLLAR FERNÁNDEZ, L. H., GALLEGO VADILLO, R. y PÉREZ MIRANDA, R. “El modelo atómico de E. Rutherford. Del saber científico al conocimiento escolar”. *Enseñanza de las Ciencias*, n. 26(1), 2008, pp. 43 – 52.
- DE LA GÁNDARA, M., GIL, M. J., y SANMARTÍ, N. “Del modelo científico de <Adaptación biológica> al modelo de <Adaptación biológica> en los libros de textos de enseñanza obligatoria (ESO)”. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 2002, pp.303 – 314,
- DEL RE, G. (2000). Models and analogies in science. *International Journal for Philosophy of Chemistry*, Vol. 6, n. 1, 2000, pp. 5 – 15.
<http://www.hyle.org/journal/issues/6/delre.htm>
- ECHEVARRÍA, J. *Filosofía de las ciencias*. Madrid: Akal. 1995.
- FEYERABEND, P. K. *Contra el método. Esquema de una teoría anarquista del conocimiento*. Barcelona: Orbis. 1984.
- GALLEGO TORRES, A. P. *Contribución del cómic a la imagen de la ciencia*. (Tesis doctoral). Valencia: Universidad de Valencia. 2002.
- GALLEGO TORRES, A. P. y GALLEGO BADILLO, R. *Acerca de la didáctica de las ciencias de la naturaleza. Una disciplina conceptual y metodológicamente fundamentada*. Bogotá: Magisterio. 2006.
- GALLEGO TORRES, A. P., GALLEGO BADILLO, R. y PÉREZ MIRANDA, R. “¿Qué versión de ciencia se enseña en el aula? Sobre los modelos científicos y la didáctica de la modelación”. *Educación y Educadores*, Vol. 9, 2006, n. 1, pp.1 – 13.
- GALLEGO BADILLO, R., GALLAGO TORRES, A. P. “Historia epistemología y didáctica de las ciencias. Unas relaciones necesarias”. *Ciência & Educação*, Vol. 13, n. 1, 2007, 85 – 94.
- GALLEGO TORRES, A. P., GALLEGO BADILLO, R., y PÉREZ MIRANDA, R. “El contexto histórico didáctico de la institucionalización de la química como ciencia”. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de la ciencia*. Vol. 6 n. 2, 2009, pp 247-263.
- GRECA, I. M. y DOS SANTOS, F. M. T. “Dificuldades da generalização das estratégias de modelação em ciências: O caso da física e da química”. *Investigações em Ensino de Ciências*. 2005. En línea:
http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n1/v10_n1_a2.htm
- HEISENBERG, W. “Ley natural y estructura de la materia”. En: *El humanismo en la filosofía de la ciencia. Seminario de problemas científicos y filosóficos*. Colección Suplementos, E. de Gortari (Dir.), 1967, pp. 7 – 23. México: UNAM.
- HOFFMANN, R. *Lo mismo y no lo mismo*. México: Fondo de Cultura Económica. 1997.

- KEMP, T. *La revolución industrial en la Europa del siglo XIX*. Barcelona: Orbis. 1986.
- KREIMER, P. *El científico también es un ser humano. La ciencia bajo la lupa*. Buenos Aires: Siglo Veintiuno. 2009.
- KUHN, T. S. *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de Cultura Económica. 1972.
- LAUDAN, R. "La "nueva" historia de la ciencia: implicaciones para la filosofía de la ciencia". En: *Historia, filosofía y enseñanza de la ciencia*, S. F. MARTÍNEZ y G. GUILLAUMIN (Comp.), 2005, pp. 121 – 130. (Traducción de R. Bárcenas de Anda). México: UNAM.
- MUMFORD, L. *Técnica y civilización*. Madrid: Alianza. 2006.
- LOMBARDI, O. La noción de modelo en ciencias. *Educación en Ciencias*, Vol. II, 1998, n. 4, pp. 5 – 13.
- MASON, S. F. *Historia de las ciencias. 4. La ciencia del siglo XIX*. Madrid: Alianza. 2001.
- MOSTERÍN, J. "La estructura de los conceptos científicos". *Investigación y Ciencia*, 1978, n. 16, pp. 82 – 93.
- NIJAZ, M. "From cathode rays to alpha particles to quantum of action: A rational reconstruction of structure of the atom and its implication for chemistry textbooks". *Science Education*, Vol. 82, 1998, n.5, pp. 527 – 552.
- POPPER, K. *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Tecnos. 1962.
- RESTIVO, S. "La ciencia moderna como problema social". *Fin de Siglo*, 1992, n. 3, pp. 20 – 39.
- SANMARTÍ, N. "El diseño de unidades didácticas". En: F. J. PERALES y P. CAÑAL (Direct.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 2000, pp. 239 – 266. Alcoy (España), Marfil.
- SHAPIN, S. "Disciplina y delimitación: la historia y la sociología de la ciencia a la luz del debate externismo-internismo". En: S. F. MARTÍNEZ y G. GUILLAIMIN Guillaumin (Comp.), *Historia, filosofía y enseñanza de la ciencia*, 2005, pp. 67 – 119. (Traducción de L. E. Manríquez) México: UNAM.
- STENGER, I. "La afinidad ambigua: el sueño newtoniano de la química del siglo XVIII". En: M. SERRES (ed.), *Historia de las ciencias*, 1989, pp. 317 – 361. Madrid: Cátedra.
- TOMASI, J. "Towards "chemical congruence" of the models in theoretical chemistry". *International Journal for Philosophy of Chemistry*, Vol. 5, 1999, n. 2, pp.79 – 115. <http://hyle.org/journal/issues/5/tomasi.html>
- VESSURI, H. M. C. "Perspectivas recientes en el estudio social de las ciencias". *Fin de Siglo*, 1992, n. 3, pp.40 - 52.
- WEIGTMAN, G. *Los revolucionarios industriales. La creación del mundo moderno, 1776 – 1914*. Barcelona: Ariel. 2008.