GÓNDOLA

ISSN 2145-4981
Vol 8 No 1 Agosto 2013 Pp 23- 35

LA EMERGENCIA DE LAS CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS EN EL ENFOQUE CTSA

Leonardo Fabio Martínez Pérez[1]
lemartinez@pedagogica.edu.co
Diana Lineth Parga Lozano[2]
dparga@pedagogica.edu.co

RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo analizar la emergencia de las cuestiones sociocientíficas (CSC) en la Enseñanza de las Ciencias con enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA). Para dicho análisis se revisa la literatura producida en revistas de Enseñanza de las Ciencias de trayectoria internacional, en donde se pudo evidenciar que el trabajo con CSC emerge en los primeros años del siglo XXI. Además este levantamiento posibilitó una mejor caracterización de los aspectos centrales de las CSC, así como los aportes teóricos de dicho trabajo en el mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias. Cabe precisar que los análisis realizados constituyen parte de los resultados del proyecto de investigación titulado "cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores: discursos y enseñanza", realizado con la financiación del Centro de Investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional (CIUP), proyecto DQU-338-12.

Palabras claves: Enseñanza de las Ciencias. Formación de profesores. Investigación educativa.

ABSTRACT

This article analyze the emergence of social scientific issues (SSI) in science education with a focus in Science, Technology, Society and Environment (STSE), for this analysis it has been reviewed some literature journals produced in Science Teaching that have international recognition and career, showing the particularly emergence of working with SSI, in the early years of this century. this reviewallowed to describe the central features of the SSI and it is presented theoretical contributions of the work on the improving the Teaching of Science. the all ready done analyzes are part of the results of researchs in Social scientific issues for Teacher education: discourses and teaching, financed by the Research center CIUP of the National Pedagogical University, project DQU-338-12.

Key words: Teaching of Science. Teacher Education. Research qualitative.

Introducción

En investigaciones anteriores hemos analizado el origen del enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA) en la Enseñanza de las Ciencias, dejando presente que dicho enfoque tuvo la influencia de movimientos ambientalistas, sociales y científicos, tal como el movimiento *pugwash*y y que además los estudios sociales e históricos representados en los

[1] Doctor en Educación en Ciencias. Profesor Departamento de Química, Grupo ALTERNACIENCIAS, UPN, Bogotá, Colombia.
[2] Magíster en Docencia de la Química. Profesora Departamento de Química, Grupo ALTERNACIENCIAS, UPN, Bogotá, Colômbia.

trabajos de Ludwik Fleck y Thomas Kuhn se constituyeron en fundamentos centrales de dicho enfoque (Martínez y Rojas, 2006; Martínez, 2012).

Fundamentado en Martínez (2010; 2012) podemos entender el trascurrir del enfoque CTSA[3] en cuatro fases: origen, desarrollo, consolidación y ampliación. El origen estuvo influenciado por elementos sociales y académicos críticos que posibilitaron el cuestionamiento de la tendencia dominante en la Enseñanza de las Ciencias centrada en la apropiación mecánica de contenidos científicos, así como en la preparación de los futuros tecnólogos y científicos que exigían el sistema de producción capitalista. La formación de ciudadanos en materia de ciencia y tecnología (C&T) era prácticamente excluida de los currículos oficiales, imperando la racionalidad tecnocrática que dejaba las decisiones de producción de conocimiento en manos de los especialistas bajos los mandatos e intereses económicos y gubernamentales. Además las décadas de los 60 y 70 de siglo XX se constituyeron en los periodos en el cual identificamos el origen del enfoque CTSA inclinado por la fragmentación del conocimiento científico en disciplinas, que en las aulas no se relacionaban entre si y que por tanto, no atendían los problemas sociales ni ambientales de la época.

En los trabajos de Aikenhead (2005) identificamos que el origen del enfoque CTS(A) constituyó una crítica al *status quo* presente en la Enseñanza de las Ciencias y a su vez implicó una alternativa para éste, en términos de orientar la mirada hacia la formación de todos(as) los(as) ciudadanos(as), pues la relevancia de la C&T en la modernidad exigían una alfabetización científica importante para que la mayoría de las personas pudieran comprender la naturaleza de este emprendimiento y en consecuencia, pudieran participar críticamente en discusiones públicas sobre el mismo. De esta manera, la Enseñanza de las Ciencias dejó de ser un problema de preparar solamente aquellos interesados en estudiar ciencias o en formarse como tecnólogos o ingenieros, ahora la escuela debía pensar en la formación de todos los ciudadanos.

El desarrollo del enfoque CTSA, correspondiente a la fase 2, lo podemos caracterizar entre los periodos de 1970 a 1980 como una constante preocupación de profesores e investigadores de varios países del mundo por consolidarlo como un movimiento de renovación curricular, así como una línea de investigación didáctica.

Dicho desarrollo, desencadenó la consolidación del enfoque en la década de 1990 y precisamente de acuerdo con Martínez (2010; 2012) para esta época, se contaba con currículos CTSA prácticamente en todos los continentes, no obstante, la consolidación en términos de un

[3]Es necesario precisar que en un comienzo el enfoque recibió la denominación CTS, no obstante desde el principio existía un interés importante por la cuestiones ambientales que se debían analizar de acuerdo con el desarrollo científico y tecnológico, pues éste, entre otras cosas, implicaba una transformación radical de la relación del ser humano con la naturaleza, en la medida en que conformaba una concepción positivista y cartesiana. Además el trabajo de Rachel Carson en su libro La primavera silenciosa, donde hace una denuncia global, a propósito de los efectos devastadores del uso de agrotóxicos en la producción en la agricultura moderna destacó la necesidad de considerar lo ambiental. Aunque algunos autores como el propio Aikenhead (2005) han conservado la denominación CTS, en nuestros trabajos así como en los trabajos de Edwards et al., (2004), nosotros consideramos importantereferirnos a CTSA para destacar las problemáticas ambientales en el escenario global y local. Hecha esta aclaración escribimos la letra A entre paréntesis cuando el autor citado no la utiliza.

análisis crítico implicó, por un lado, una cierta tendencia de instrumentalización del enfoque que dejaba en manos de especialistas y profesionales de las ciencias la construcción de currículos y por otro lado, las propuestas curriculares que articulaban la participación de los profesores de ciencias en sus escuela y el análisis de sus prácticas.

La última fase denominada de ampliación, defiende la tesis de que a pesar de las críticas que existen al enfoque y pese a la disminución drástica de su presencia en la literatura especializada en la primera década del siglo XXI, consideramos que las propuestas que han emergido como las denominadas cuestiones sociocientíficas (CSC), bastante presente en los últimos años, haría parte de una ampliación y una re-contextualización del enfoque CTSA, pues varias de sus intenciones hacen alusión a la formación ciudadana, la comprensión de la naturaleza de la C&T, la alfabetización científica, los análisis éticos y morales, entre otros aspectos, que son parte del ideario de CTSA. La idea que el trabajo didáctico con CSC hace parte de este enfoque fue propuesta en Martínez (2010) y coincide, en parte, con lo expuesto por Santos (2011) quien afirma que las investigaciones sobre dichas cuestiones fueron hechas bajo el enfoque CTS y que aunque han aportado al avance de estrategias pedagógicas, no implican que hayan abarcado la diversidad de aspectos curriculares contemplados en el enfoque. Por ejemplo, el autor señala que no avanzaron en la elaboración de materiales curriculares y que presentan limitaciones en el tratamiento multidisciplinar de cuestiones políticas de la C&T.

En este artículo nos centraremos en analizar la emergencia del trabajo con CSC como parte del enfoque CTSA y para ello inicialmente detallaremos algunas ideas de este enfoque, para luego identificar las características de las CSC y por último describir aportes para la Enseñanza de las Ciencias cuando se trabaja en la aula con estas cuestiones.

1. Enseñanza de las Ciencias con enfoque CTSA y las CSC

Con el origen del movimiento CTSA se constituyó una importante promesa para desarrollar investigaciones innovadoras sobre los objetivos de la educación científica y tecnológica, las políticas educativas, el diseño de currículos y la transformación de las prácticas docentes. De esta manera, el movimiento evidenció la concretización de una comunidad crítica de investigadores e innovadores en la educación CTSA (Membiela, 2005).

En la escuela, esta nueva perspectiva educativa representó una trasformación del rol docente y del papel del estudiante, de modo que este último fue considerado como un sujeto inserto en un proceso de constitución de su ciudadanía, lo que exigió reconocer tanto la estructura teórica, conceptual y metodológica de la ciencia, como sus relaciones con aspectos ideológicos, políticos y éticos (Martínez, Peña y Villamil, 2007). Esta nueva concepción sobre el estudiante y su respectiva relación con el conocimiento científico permitió el desarrollo de actitudes y valores correspondientes a la comprensión de la ciencia como una actividad cultural.

De la misma forma, el rol del profesor estaba reducido al dominio de un conocimiento disciplinar, requiriendo entonces de él una comprensión amplia de aspectos filosóficos, éticos, morales, sociales y políticos de la ciencia y la tecnología. Esto exigía del profesor creatividad en el desarrollo de controversias en el salón de clases, analizando las contribuciones y limitaciones de la ciencia y la tecnología en la sociedad.

De acuerdo con Ratcliffe y Grace (2003) el uso de CTS(A) se ha reducido en gran número de publicaciones recientes sobre Enseñanza de las Ciencias, observándose un aumento de los trabajos sobre CSC. Esta reducción se relaciona, entre otras cosas, a ciertos cuestionamientos sobre el enfoque CTS(A), con respecto a la posibilidad de tener currículos enfocados en contenidos propiamente científicos o tecnológicos en un determinado contexto social (Layton, 1994).

La crítica de Layton consistió en resaltar la poca importancia que los programas CTS(A) habían dado a la dimensión tecnológica y a los cambios ocurridos en la educación inglesa a finales del siglo XX, privilegiando aspectos prácticos que permitieran a los estudiantes desarrollar habilidades para actuar en el mundo extraescolar (Aikenhead, 2005). Aunque esta crítica sea plausible, se puede entender como parte del mismo desarrollo del enfoque CTSA que ha enfrentado varias dificultades en concretarse en el currículo y en su extensión en procesos de enseñanza y aprendizaje.

Contrariamente a pensar que el enfoque CTSA haya alcanzado un agotamiento en la literatura propia de la Enseñanza de las Ciencias, consideramos que los trabajos sobre CSC abarcan aspectos que fueron construidos a su interior. Un buen número de artículos que en la actualidad son publicados sobre CSC profundizan sobre el significado de una educación científica y tecnológica orientada a la formación para ciudadanía (Racliffe y Grace, 2003; Abd-el-khalick, 2003; Simmons y Zeidler, 2003; Zeidler, 2003 y Reis, 2004). A partir de esta perspectiva, se presta especial atención al significado de la naturaleza de la ciencia y de la tecnología articuladamente con los procesos de alfabetización de las mismas, tales aspectos, han sido construidos en el transcurso histórico del enfoque CTSA, comprendido como un movimiento de renovación curricular, así como una línea de investigación de la Enseñanza de las Ciencias.

Con el desarrollo de los trabajos sobre CSC se abrió un camino concreto en la Enseñanza de las Ciencias para conquistar los retos propuestos por el enfoque CTSA (Pedretti, 2003). De esta forma, resulta importante para la formación ciudadana de los estudiantes comprender la ciencia como una actividad humana que presenta múltiples controversias e incertidumbres en su constitución y por tanto, requiere un análisis crítico de sus alcances e impactos. La constitución de una ciudadanía democrática con énfasis en temas polémicos relacionados con C&T requieren de la participación real de los ciudadanos en la toma de decisiones.

El ejercicio de la ciudadanía se alcanza plenamente en una sociedad legítimamente democrática, que posibilite la participación de la mayoría de los ciudadanos en el poder público. Aunque la participación real sea un ideal no alcanzado hasta ahora, se hace necesario continuar desarrollando procesos de formación que contribuyan en el empoderamiento (*empowerment*) de los sujetos en la conquista de su ciudadanía (Freire y Macedo, 1990).

Considerando que el enfoque CTSA enfatiza en una educación para la ciudadanía, pensamos que la Enseñanza de las Ciencias requiere de un punto de vista crítico materializado en la reflexión, mejoramiento o transformación de las prácticas docentes. La Enseñanza de las Ciencias para la ciudadanía exige la activa participación de los estudiantes como elemento central de su constitución, sin embargo, para la participación plena de los ciudadanos se requiere

de conocimientos que no son reducibles a meras informaciones (Chassot, 2006). Además de conocimientos, los estudiantes deben desarrollar capacidades para participar en una sociedad democrática, para lo cual no es suficiente enseñar sobre ciudadanía, democracia u otros contenidos propios del currículo escolar, siendo necesario la construcción de ambientes de discusión en las clases de ciencias que favorezcan vivir y ejercer la ciudadanía.

La Enseñanza de las Ciencias para la ciudadanía es un compromiso con la construcción de sociedades democráticas desde el trabajo escolar concreto del profesor, en términos de potenciar el racionamiento lógico y moral de los estudiantes para su participación crítica, no obstante, los profesores de ciencias todavía piensan que sólo se deben dedicar a dirigir su materia, sin preocuparse por la formación de sus estudiantes manteniendo el *status* dado al profesor en la sociedad, de ser simplemente el responsable de trasmitir contenidos disciplinares de las ciencias (Berkowitz y Simmons, 2003). A pesar de esto, es importante comprender la Enseñanza de las Ciencias como una preocupación permanente para la formación de sujetos críticos capaces de participar activamente de controversias sociocientíficas. De esta forma, es indispensable que los estudiantes de educación básica y media vivan experiencias formativas sobre cuestiones relativas a C&T y sus correspondientes impactos ambientales (Carvalho, 2005).

Las críticas desarrolladas a la Enseñanza tradicional de las Ciencias, durante las últimas décadas del siglo XX, desencadenaron un cambio en sus objetivos, los cuales no se orientaron, apenas, a la preparación de futuros científicos, tecnólogos o ingenieros, sino que tendrían como objetivo central la formación ciudadana de todos(as) los(as) ciudadanos(as). La pregunta consistía en pensar la enseñanza de cara a los retos de consolidar sociedades democráticas, en la cuales los ciudadanos participaran crítica y responsablemente ejerciendo sus derechos y deberes.

Los estudios en epistemología, historia y sociología de las ciencias contribuyeron notoriamente para reconstruir la imagen tradicional y lineal de la ciencia, por una imagen crítica y compleja que considera el trabajo científico como una construcción humana y cultural en permanente evolución, susceptible de valores, intereses y conflictos adyacentes a las comunidades científicas notoriamente influenciadas por determinados contextos sociales.

En la contextualización social de las ciencias y en el análisis de las implicaciones éticas y morales surgen las CSC que abarcan discusiones, controversias o temas de interés público directamente relacionados con investigaciones científicas y tecnológicas de gran impacto en la sociedad. Estas cuestiones son frecuentemente divulgadas en los medios de comunicación de forma limitada lo que genera diferentes percepciones públicas sobre la ciencia.

Asuntos como transgénicos, clonación, uso de células troncales embrionarias, diagnóstico genético preimplantacional, cambio climático, armas nucleares, genoma humano, producción y utilización de medicamentos, cosméticos, experimentación con animales, explotación minera, fertilización en vitro, uso de productos químicos, (Martínez, Parga y Gómez, 2012) entre otros son temas que abarcan cuestiones sociocientíficas de notable impacto local y global.

2. Cuestiones sociocientíficas y aportes al mejoramiento de la Enseñanza de las Ciencias

Para Ratcliffe y Grace (2003) las cuestiones sociocientíficas poseen en la mayoría de los casos una base de conocimientos científicos de frontera, abarcan la formación de opiniones y la adopción de juicios personales y sociales de acuerdo con determinados valores.

Las CSC de acuerdo con Zeidler, et al. (2002) permiten evaluar el desempeño profesional, además de permitir contribuir a la formación de ciudadanos que participen de forma activa y fundamentada en la sociedad. La necesidad de hacer interesante el aprendizaje de las Ciencias hace que los docentes busquen estrategias didácticas en las que posibiliten que el estudiante construya su punto de vista frente a la influencia que tienen sus acciones como futuro profesional.

Según Sadler y Zeidler (2004) las CSC permiten no sólo asumir papeles de la comunidad científica, sino también asumir roles de la sociedad en general, por lo cual los estudiantes proponen distintas explicaciones a diversos cuestionamientos que les permiten prepararse para enfrentar de manera crítica diversas problemáticas propias de la Enseñanza de las Ciencias.

Las CSC permiten utilizar asuntos de actualidad para evidenciar aspectos específicos que involucran capacidades propias del futuro profesional con un interés particular en una sociedad mejor. Los contenidos aprendidos deben mostrar una incorporación en la práctica profesional, permitiendo interpretar datos y determinar caminos para la solución de problemas.

La Enseñanza de las Ciencias centrada en el trabajo con cuestiones sociocientíficas en el aula, potencializa la participación de los estudiantes y favorece una educación abierta y crítica que contribuye con su formación ciudadana. De tal forma que el futuro del conocimiento científico no puede ser apenas responsabilidad de científicos o gobiernos, siendo necesaria la participación de todos los ciudadanos en las discusiones sobre sus implicaciones socioambientales.

Los estudios de Pedretti (1997, 2003); Reis y Galvão (2008); Santos y Mortimer (2009) y Martínez, (2012), entre otros, han propuesto el trabajo sobre CSC en el aula como una forma concreta de incorporar las interacciones CTSA en las prácticas de los profesores de Ciencias. Tales cuestiones abarcan controversias públicas sobre asuntos de ciencia y tecnología que poseen serias implicaciones éticas, morales y ambientales. Además, de involucrar impactos globales y locales que ameritan análisis de riego y beneficio. Otro elemento que caracteriza las referidas cuestiones en su permanente presencia en medios de comunicación tales como internet, radio, TV y prensa, lo que las hace visibles en grandes audiencias de la sociedad.

Las CSC se constituyeron en una propuesta de enseñanza sustantivamente diferente a los ejercicios o "problemas" que aparecen al final de los capítulos de los libros de texto, los cuales generalmente son enfocados en evaluar conocimientos disciplinares y algorítmicos que en la mayoría de los casos poseen respuestas correctas o incorrectas. Diferente a este tipo de ejercicios, las CSC son poco definidas, abarcando aspectos multidisciplinares, valores e incertidumbres (Abd-El-Khalick, 2003).

La constitución de una ciudadanía democrática con énfasis en temas polémicos relacionados con ciencia y tecnología, requiere la participación real de los ciudadanos en la toma de decisiones. Así, el futuro del conocimiento científico y tecnológico no se limita a los científicos, gobernantes, especialistas o cualquier otro actor social, siendo necesaria la conformación de una ciudadanía activa (Reis, 2004).

Los estudios de Pedretti (2003) señalan que las CSC pueden considerarse como el punto de partida del proceso de enseñanza, en contraste con la tradicional transmisión de información que usualmente es ofrecida a los estudiantes al comenzar las clases de ciencias. De esta forma, las CSC posibilitan el trabajo multi e interdisciplinar, porque tales cuestiones abarcan problemas sociales que requiere de un diálogo fructífero entre saberes científicos y saberes humanísticos.

Para Robotton (2012) y Mora (2012 las CSC pueden orientar la organización de proyectos en un currículo, dado que proporcionan un contexto para la participación en los estudios de ciencia, más allá de un currículo pre ordenado o estandarizado, o seguido de un libro didáctico. En este sentido compartimos la idea que en las comunidades locales hay variedad de cuestiones, que son preocupaciones diarias reales de sus miembros; asimismo, estás cuestiones al ser multisensoriales y multisectoriales, es decir, donde cada grupo comunitario tiene intereses divergentes, sirven como cuestiones de investigación. Esta falta de alineación de intereses ambientales, sociales, políticos y económicos genera debates y argumentos en la comunidad, y por lo tanto controversias, que al ser identificadas y trabajadas por estudiantes y profesores se pueden constituir en los temas de enseñanza.

Por su parte, Reis y Galvão (2008), a través de un estudio de caso, evidencian que el desarrollo de controversias actuales en el área de biotecnología, genética molecular y ciencias médicas, puede favorecer el desarrollo de concepciones dinámicas sobre la ciencia, en términos de entenderla como un emprendimiento humano que evoluciona permanentemente a la luz de controversias sociales. Los autores también alertan sobre dificultades curriculares que los profesores pueden enfrentar al trabajar en sus clases con CSC. Por ejemplo, señalan los conflictos con directores de escuelas u orientaciones curriculares que controlan y determinan lo que debe realizarse. También, indican las decepciones que pueden presentarse por el exceso de contenidos o por los sistemas de calificación que no valorizan los alcances de las CSC.

En la misma dirección, Santos y Mortimer (2009) demuestran la importancia del desarrollo de estrategias de enseñanza que involucren a los estudiantes en discusiones sobre CSC, en la medida en que contribuyen con la formación ciudadana de los estudiantes. También, son mencionadas las dificultades para la implementación de tales estrategias, ya que las cargas horarias de las asignaturas de Química, por ejemplo, dificultan la construcción de equipos integrales de profesores que resultan importantes para trabajar aspectos interdisciplinares propios de las CSC.

Levinson (2006) destaca la importancia de utilizar una concepción democrática que sirva de base teórica para manejar las categorías de desacuerdo, las virtudes comunicativas y formas de pensamiento articuladas a la enseñanza centrada en CSC. De forma análoga, Lewis y Leach (2006) analizan la capacidad de estudiantes de educación media para involucrarse en una discusión razonada sobre cuestiones de tecnología genética, lo que exige comprensiones sobre

los aspectos científicos involucrados y el reconocimiento del contexto social y personal en el cual se desarrolla el debate.

Los estudios desarrollados por el grupo de Zeidler Dana de la Universidad del sur de Florida pueden considerarse precursores de los análisis didácticos referidos a la Enseñanza centrada en CSC. Zeidler (2003) organizó un conjunto de trabajos en los que varios autores divulgaron sus estudios sobre argumentación, naturaleza de la ciencias, cuestiones éticas y morales trabajadas en el currículo de Ciencias centrado en CSC.

En particular el estudio de Simmons y Zeidler (2003) considera que un abordaje diferente de la ciencia en la escuela, enfocada en la comprensión de CSC orientadas a una educación para ciudadanía, implicaría entender los conocimientos científicos como construcciones sociales, culturales y subjetivas que son producto de la creatividad humana. Esta pretensión involucra el desarrollo del razonamiento lógico y moral en estudiantes sobre CSC como tema de investigación en la enseñanza de las ciencias orientada a una formación ciudadana.

En una investigación anterior, demostramos que los profesores de ciencias al trabajar con CSC en sus clases, reflexionan sobre su autonomía profesional y cuestionan la ideología tecnicista del currículo tradicional (Martínez, 2010; 2012). En el mismo estudio se apuntan los aportes de tal trabajo en la formación del profesor como investigador de su práctica y las posibilidades de desarrollar pensamiento crítico en los estudiantes, así como el fortalecimiento de la toma de decisiones y la argumentación como procesos importantes para la formación ciudadana.

En este contexto hemos discutido en clases de ciencias las CSC del uso de biocombustible en términos de mejorar los niveles de argumentación de estudiantes de Educación Media y las habilidades del profesor para favorecerla (Moreno y Martínez, 2009). Los resultados de esta investigación muestran que la discusión realizada por los propios estudiantes sobre la CSC favorece el desarrollo de altos niveles de argumentación y puede aportar a la enculturación científica y la formación ciudadana de los estudiantes. No obstante, alcanzar altos niveles de argumentación a través de la participación de los estudiantes no es un proceso fácil, ya que exige una adecuada capacidad del profesor para elaborar preguntas, orientar adecuadamente la discusión, ofrecer información pertinente y en general, estructurar un ambiente de aprendizaje adecuado para que los estudiantes elaboren sus propios puntos de vista.

En Martínez, Cattuzzo y Carvalho (2009) se analizó el desarrollo de habilidades de negociación en estudiantes de Educación Media, de acuerdo con los tres niveles propuestos por Berkowitz y Simmons (2003): el nivel representacional, operacional y el nivel *elicitational* que en español significaría elidir en el sentido de extraer enunciados o juicios de un determinado razonamiento. El nivel más alto de la negociación es el operacional y se reconoce cuando determinado razonamiento es transformado en función de otro razonamiento, requiriendo la activación de alguna capacidad cognitiva de razonamiento generador del diálogo, lo cual es posible a través de la crítica, ampliación o integración del mismo. Por su parte, el nivel más bajo de negociación conocido como representacional ocurre cuando los razonamientos desarrollados simplemente parafrasean, yuxtaponen o retroalimentan alguna idea de otro razonamiento. El

nivel *elicitational* puede ser considerado como un nivel intermedio correspondiente a aclaraciones o parafraseamiento competitivo.

En el estudio se constata que la negociación ocurrió en un nivel representacional caracterizado por retroalimentaciones requeridas de los estudiantes, parafraseo compartido, yuxtaposición competitiva y retroalimentaciones requeridas, por último, se concluye que el desarrollo de la negociación en un determinado nivel está relacionado tanto con las habilidades del profesor para favorecerla, así como con el tipo de habilidad desarrollada por los estudiantes.

Otra CSC trabajada por nuestro grupo de investigación correspondió al tema de los xenobióticos, el cual fue discutido con estudiantes de pregrado de Fisioterapia con el objetivo de desarrollar habilidades de pensamiento crítico (Torres y Martínez, 2011). Las habilidades favorecidas correspondieron al análisis de argumentos y a la solución de problemas, las cuales ayudaron a los estudiantes a comprender conceptos de bioquímica tales como: acidosis y alcalosis metabólica, sistema anaerobio láctico, efecto en el organismo del nitrito amilo, de la benzodiacetinas y del midazolan.

Todas estas investigaciones evidencian la importancia del trabajo con CSC en clases de ciencias, en la medida que posibilitan el análisis social y tecnológico del conocimiento científico, al igual que contribuyen al desarrollo de capacidades de participación responsable de los estudiantes en debates actuales de C&T.

3. Consideraciones finales

Las descripciones hechas sobre el origen, desarrollo, consolidación y ampliación del enfoque CTSA nos permite decir que varias de las intenciones propuestas en términos de la formación ciudadana en materia de C&T, la alfabetización científica y tecnológica, así como la comprensión de la naturaleza la ciencia son comunes y hacen parte de las intenciones de los trabajos referidos a las CSC desarrollados especialmente en la primera década del siglo XXI. De acuerdo con esto, el trabajo con CSC en clases de ciencias constituye una forma concreta de materializar las relaciones CTSA en la Enseñanza de las Ciencias, ya que al estudiar y discutir las controversias existentes, por ejemplo, en el uso masivo de transgénicos en la agricultura se pone de presente el papel de la evidencia científica y el desarrollo de ciertas tecnologías implicadas en eventuales decisiones frente al tema, a su vez, es necesario considerar los intereses económicos y políticos que sustentan dicha emprendimiento tecnocientífico. Además, las implicaciones ambientales pueden considerarse en términos de eventuales riesgos o amenazas a la biodiversidad biológica. Cabe anotar, asimismo, que las decisiones tomadas alrededor de tales cuestiones abarcan implicaciones éticas y morales en la medida en que pueden llevar a juicios de acciones como correctas o incorrectas, a la luz de principios universales tales como la precaución, justicia o la no maleficencia.

La emergencia de las CSC bajo el enfoque CTSA trae consigo importantes aportes a la Enseñanza de las Ciencias en términos de favorecer una comprensión crítica de la naturaleza de la C&T, a la vez que abarca grandes posibilidades para el desarrollo de procesos argumentativos en los estudiantes, así como el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico.

Al trabajar controversias sociocientíficas en clases de ciencias los estudiantes y los profesores permiten la circulación de posturas a favor o en contra, de una determinada cuestión y para su sustentación se exige un conocimiento de la evidencia científica existente, al igual que la necesidad de comprender los componentes sociales, políticas, económicos y ambientales alrededor de las cuales se puede tejer una controversia.

A diferencia de lo expuesto por Zeidler et al. (2005) sobre el trabajo con CSC como un nuevo movimiento de renovación didáctica que sería más amplio que el enfoque CTS(A), a lo largo de este artículo hemos sustentado como el trabajo con dichas cuestiones hace parte del momento actual del enfoque y que en este sentido es importante tener de presente sus fundamentos históricos, sociológicos y epistemológicos.

El trabajo de las CSC en el aula de clase es importante no sólo por la promoción del conocimiento sobre los contenidos, los procesos y la naturaleza de la ciencia y la tecnología, sino también por el potencial educativo de este tipo de interacción en el desarrollo cognitivo, social, político y ético en los estudiantes y del profesorado.

Hay que resaltar que el uso de las CSC por parte del profesorado le permite reflexionar sobre su práctica profesional, ya que el manejo de dichas cuestiones generan y/o fortalecen la autonomía docente (Martínez, 2012), porque se vislumbra un camino para superar la racionalidad técnica presente en la actividad docente que es caracterizada por la aplicación de teorías, modelos o estrategias creadas por especialistas o determinadas por estructuras curriculares oficiales.

Referencias

ABD-EL-KHALICK, F. Socioscientific issues in pre-college science classrooms: the primacy of learners' epistemological orientations and views of nature of science In: ZEIDLER, D. (Org.). **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**.TheNetherlands: KluwerAcademicPublishers, 2003.

AIKENHEAD, G. Educación Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame.**Educación Química**, v.16, n.2, p.114-124. 2005.

BERKOWITZ, Marvin e SIMMONS, Patricia. Integrating Science Education and Character Education: the role of peer discussion In: ZEIDLER, Dana (org). **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**.TheNetherlands: KluwerAcademicPublishers, p. 117-138. 2003.

CARVALHO, Washington. Cultura científica e cultura humanística: espaços, necessidades e expressões. Tese de livredocência. UNESP. 2005.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 4ª ed. Ijuí. RS: Unijuí. 2006.

FREIRE, Paulo e MACEDO, Donado. Alfabetização: leitura do mundo-leitura da palavra. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 1990.

EDWARDS, M.; GIL-PEREZ, D.; VILCHES, A.; PRAIA J. La atención a la situación del mundo en la educación científica. **Enseñanza de las ciencias**, v. 22, n. 1, p. 47–64. 2004.

LAYTON, D. STS in the school curriculum: A movementovertaken by history? In SOLOMON, J; AIKENHEAD, G(Eds.).**STS education: International perspectives on reform**. New York:Teachers College Press, 1994.

LEVINSON, R. Towards a Theoretical Framework for Teaching Controversial Socio-scienitific Issues. **International Journal of Science Education**, v. 28, n.10, p. 1201-1224. 2006.

LEWIS, J;LEACH, J. Discussion of Socio-scientific Issues: The role of science knowledge. International Journal of Science Education, v.28, n. 11, p. 1267-1287. 2006.

MARTINEZ, L. Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores. São Paulo: Editora Unesp, 2012.

MARTÍNEZ, L. **A abordagem de questões sociocientíficas na formação continuada de profesores de Ciências: contribuições e dificuldades.** Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias "Universidade Estadual Paulista", Bauru, Brasil. 2010.

MARTÍNEZ, L; CATTUZZO, F.; CARVALHO, W. Ensino de Ciências para cidadania a partir do desenvolvimento de habilidades de negociação em estudantes de Ensino Médio. En: CALDEIRA, A. (Org.). **Ensino de ciências e matemática II : temas sobre a formação de conceitos.** São Paulo: Cultura Acadêmica. 2009.p. 269-287. En línea: <http://www.culturaacademica.com.br/titulo_view.asp?ID=29> Recuperado 1 de marzo de 2013.

MARTINEZ, L.; PARGA, D Y GÓMEZ, D. Cuestiones sociocientíficas en la formación de profesores. Memorias del Tercer congreso Educyt Volumen extraordinario. 139-151 Noviembre de 2012. En línea: http://dintev.univalle.edu.co/revistasunivalle/index.php/educyt/article/view/2179/2082.

MARTÍNEZ, L.; PEÑA, D.; VILLAMIL, Y. Relaciones Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente, a partir de Casos Simulados: una experiencia en la Enseñanza de la Química. **Ciência & Ensino**, v.1, n. especial. 2007. Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/index> Acesso 15 de janeiro de 2008.

MARTÍNEZ, L.; ROJAS, A. Estrategia didáctica con enfoque ciencia, tecnología sociedad y ambiente, para la enseñanza de tópicos de bioquímica. **Tecné, Episteme y Didaxis**, n. 19, p. 44-62. 2006.

MEMBIELA, P. Reflexión desde la experiencia sobre la puesta en práctica de la orientación CTS en la enseñanza científica. **EducaciónQuímica**. v. 16, n. 3, p 404-409, 2005.

MORA, W. Educación en ciencias y educación ambiental: Necesidad de una relación mutuamente beneficiosa. Memorias del Tercer congreso Educyt Volumen extraordinario. 134-148 Noviembre de 2012. En línea: http://dintev.univalle.edu.co/revistasunivalle/index.php/educyt/article/view/2089

MORENO, D.; MARTÍNEZ, L. Argumentación en estudiantes de educación media y habilidad del profesor para su desarrollo: una discusión en el aula sobre implicaciones sociales y ambientales de la producción de etanol. **Nodos y nudos**, v.27, n.3, p.30-42. 2009.

PEDRETTI, E. Teaching science, technology, society and Environment (STSE) education: Preservice Teachers' philosophical and pedagogical landscapes. In: ZEIDLER, D. (Org). **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education.**The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 2003.

PEDRETTI, E. Septic tank crisis: A case study of science, technology and society education in an elementary school. **International Journal of Science Education**, v. 19, n.10, p. 1211-1230. 1997.

RATCLIFFE M.; GRACE M. **Science education for citizenship: teaching socio-scientific issues.** Maidenhead: Open University Press, 2003.

REIS, P. Controvérsias sócio-científicas: discutir ou não discutir? percursos de aprendizagem na disciplina de ciências da Terra e da vida. Tese (Doutorado) – Facultad de Ciencias de laUniversidad de Lisboa, Lisboa. 2004. Disponível en<http://pwp.netcabo.pt/PedroRochaReis/>. Acesso 15 de janeiro de 2008.

REIS, P.; GALVÃO, C. Os professores de Ciências naturais e a discussão de controvérsias sociocientifícas: dois casos distintos. **Revistaelectrónica de Enseñanza de la Ciencias**.v. 7, n.3, p. 746-772. 2008.

ROBOTTOM, I. Socio-Scientific Issues in Education: Innovative practices and Contending epistemologies. **Research in in Science Education**. v. 42, n.1, p. 95-107. 2012.

SADLER, T.; ZEIDLER, D. The morality of socioscientific issues: construal andresolution of genetic engineering dilemmas. **Science Education**, v. 88, n. 1, p. 4-27. 2004.

SANTOS, W.; MORTIMER, E. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 191-218. 2009.

SIMMONS, Michael e ZEIDLER, Dana. Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific issues In: ZEIDLER, Dana (org). **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**.TheNetherlands: KluwerAcademicPublishers, 2003. cap 2, p. 81-94.

TORRES, N.; MARTÍNEZ, L. Desarrollo de pensamiento crítico en estudiantes de Fisioterapia, a partir del estudio de las implicaciones sociocientíficas de los xenobióticos. **Tecné, Episteme y Didaxis**, n.29, p.65-84, 2011.

ZEIDLER, Dana (org). **The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003.

ZEIDLER, D.; SADLER, T.; SIMMONS, M.; HOWES, E. Beyond STS: A Research-BasedFramework for Socioscientific Issues Education. **Science & Education**,n. 89, p. 357–377.2005.

ZEIDLER, D.; WALKER, K.; ACKETT,W. A. Y SIMMONS, M. Tangled up in views: Beliefs in the nature of science and responses to socioscientific dilemmas. **Science Education**, v. 86, n. 3, p. 343 – 367. 2002