

**Enfoque Ciencia,
Tecnología y Sociedad
(CTS): perspectivas
educativas para Colombia**

*Educational Approach Science,
Technology and Society (STS):
educational prospects for
Colombia*

Carlos Alberto Quintero Cano

zona próxima

Revista del Instituto
de Estudios en Educación
Universidad del Norte

n° 12 enero-junio, 2010
ISSN 1657-2416

zona
próxima



Roberto Angulo. *Galón*. Acuarela sobre papel.

CARLOS ALBERTO QUINTERO CANO

LICENCIADO EN CIENCIAS SOCIALES. ESPECIALISTA EN GERENCIA PROSPECTIVA Y ESTRATÉGICA. MAGISTER EN EDUCACIÓN DE ADULTOS. DOCTOR EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN. DOCENTE- INVESTIGADOR, UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI. DOCENTE, INSTITUCIÓN EDUCATIVA HERNANDO NAVIA VARÓN.
caquinte@usc.edu.co

El presente artículo tiene por objeto presentar un panorama general sobre el origen y desarrollo del paradigma CTS en el contexto internacional y nacional de Colombia.

En esta línea, la investigación sobre el diseño, experimentación y evaluación de materiales curriculares ha buscado innovar el área de tecnología e informática mediante el innovador enfoque CTS, con lo que se pretenden generar cambios en lo didáctico, pedagógico y metodológico, así como también generar cambios de actitud en el alumnado para su desempeño como ciudadano.

Por esta razón, se busca innovar el área de tecnología e informática en la asignatura de Ciencia y Tecnología, aportando un enfoque innovador a partir del diseño de material curricular CTS, en el cual se proporcione un contenido que parta de los conocimientos e intereses del alumnado, sin dejar a un lado la formación científica y lograr una mejor internalización del aprendizaje para su desempeño ciudadano con mayor sentido social.

palabras clave: Enfoque, perspectiva, Ciencia, Tecnología y Sociedad.

fecha de recepción: 21 de julio de 2009
fecha de aceptación: 30 de agosto de 2009

RESUMEN

ABSTRACT

The present article intends to present a general view of the origin and development of the CTS paradigm at international and Colombian national context.

In this line, the investigation on the design, experimentation and evaluation of curricular materials attempts to innovate the area of technology and computer science by the innovative CTS approach, in order to generate changes in didactics, pedagogy, and methodology, as well as in students' attitude towards their citizenship performance.

Therefore, the aim is to innovate the Technology and Computer Science area, specifically the subject "Science and Technology", by using an innovative approach from the design of curricular CTS material.

key words: focus, perspective, science, technology and society.

INTRODUCCIÓN

Los estudios Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) responden a una línea de trabajo académico y de investigación, que tiene por objeto el estudio de la naturaleza social del conocimiento científico-tecnológico y sus incidencias en los diferentes ámbitos económicos, sociales, ambientales y culturales de las sociedades occidentales, primordialmente. A los estudios CTS también se les conocen como estudios sociales de la ciencia y la tecnología (Osorio, 2.001).

1. CONCEPTO, ORIGEN Y EVOLUCIÓN DEL MOVIMIENTO CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD (CTS)

La Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) constituye un paradigma alternativo de estudio para entender el fenómeno científico-tecnológico en el contexto social. Al definir su objeto de estudio, autores como González García, López, Lujan, Martín, Osorio et al. (1996) señalan que la expresión "*Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)*" suele definir un ámbito de trabajo académico cuyo objeto de estudio está constituido por los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología, tanto en lo que concierne a los factores sociales que influyen sobre el cambio científico-tecnológico, como en lo que atañe a las consecuencias sociales y ambientales.

En concordancia con este objeto de estudio se plantea como objetivo comprender la dimensión social de la ciencia y la tecnología, tanto desde el punto de vista de sus antecedentes sociales, como de sus consecuencias sociales y ambientales; es decir, tanto por lo que atañe a los factores de naturaleza social, política o económica que regulan el cambio científico-tecnológico, como por lo que concierne a las repercusiones éticas,

ambientales o culturales de ese cambio (González García et al., 1996).

El movimiento CTS, según López (1998) se formó hace tres décadas a partir de nuevas corrientes de investigación empírica en filosofía y sociología, debido a un incremento en la sensibilidad social e institucional sobre la necesidad de una regulación pública del cambio científico-tecnológico.

Este enfoque tiene un carácter crítico respecto a la clásica visión esencialista y triunfalista de la ciencia y la tecnología y también un carácter interdisciplinar, porque incluye disciplinas como la filosofía y la historia de la ciencia y la tecnología, la sociología del conocimiento científico, la teoría de la educación y la economía del cambio técnico.

Este movimiento, por lo tanto, difiere de la manera clásica de ver la ciencia, en la que se espera que ésta produzca una acumulación de conocimientos objetivos acerca del mundo, tal y como se deriva de planteamientos de autores como Maxwell (1984) que entiende que "la ciencia sólo puede contribuir al mayor bienestar social si se olvida de la sociedad para buscar exclusivamente la verdad"; o como Agazzi, E. (1996) quien aboga por una delimitación más precisa y por la eliminación de las ambigüedades que se establecen entre la ética y la ciencia, la ciencia y la sociedad, la técnica y la tecnología.

Desde la perspectiva clásica de ciencia y tecnología, esta última se plantea como elemento que debe tener "autonomía" para actuar como cadena transmisora en la mejora social. Por lo tanto, ciencia y tecnología se presentan como formas autónomas de la cultura, como actividades neutrales, que se proponen el control y conquista de

la naturaleza (Echeverría, 1995; González García et al., 1996). Dicha concepción ideológica dio pie a la implementación del modelo "Lineal de desarrollo" en los Estados Unidos; este produjo efectos no positivos frente al desarrollo de la ciencia y la tecnología que presentaba la Unión Soviética en ese momento, argumentan González García et al. (1996). Por consiguiente, los efectos negativos "desastres" relacionados con el desarrollo científico-tecnológico, fue la base para dar origen al surgimiento de los movimientos sociales y políticos antisistema, los cuales hicieron de la tecnología moderna y el Estado tecnocrático el blanco de lucha.

De ahí que, el origen del movimiento CTS parte de una reacción crítica de movimientos de protesta que se formaron a partir de los años 60 y 70. Movimientos denominados grupos contraculturales, asociaciones pacifistas, organizaciones ecologistas o feministas, académicos y sector educativo que estaban en contra de la clásica imagen esencialista de la ciencia y de sus relaciones con la tecnología y la sociedad; imagen que estaba influenciada bajo los lineamientos de la filosofía positiva y la sociología funcionalista de la ciencia predominante en buena parte del siglo XX.

Por consiguiente, la convulsión sociopolítica, como era de esperar, se ve reflejada en el ámbito del estudio académico y de la educación (Medina & Sanmartín, 1990). Estos hechos generaron el "cambio académico de la imagen de la ciencia y la tecnología en los años 70", dando origen a los estudios CTS, que se encargaría de presentar la ciencia/tecnología no como un proceso de actividad autónoma que sigue una lógica interna de desarrollo en su funcionamiento óptimo, sino como un proceso o producto inherentemente social donde los elementos no técnicos (por ejemplo los valores morales, convicciones religio-

sas, intereses profesionales, etc.) desempeñen un papel decisivo en su génesis y consolidación (López, 1998).

Así pues, los estudios CTS se presentan con una imagen crítica, no reductiva y contextualizada. No se entiende la ciencia y la tecnología como procesos autónomos que sigan una lógica interna de desarrollo, sino como un proceso preferentemente social, donde no solamente los elementos epistemológicos o técnicos desempeñan un papel decisivo en la génesis y consolidación de los productos científicos tecnológicos (Ibarra & Cerezo, 2001.).

Los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, o estudios sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), se constituyen en un campo de trabajo, donde se trata de entender el fenómeno científico-tecnológico en su contexto social, tanto en relación con sus condicionantes sociales como en lo que atañe a sus consecuencias sociales y ambientales.

Así entonces, se trata de asegurar el estudio de los aspectos sociales que tiene la ciencia y la tecnología a través de los procesos educativos, como actividad humana inherente al hombre (científico y técnicos) en su proceso de desarrollo, pero enfatizando en el poder explicativo e instrumental que tiene en contextos sociopolíticos dados.

Autores como W. F. Ogburn, en su obra "El cambio social", en un artículo conjunto con Dorothy S. Thomas, plantean que la evolución social de la ciencia y la tecnología ha de ser estudiadas tanto desde la perspectiva sincrónica como diacrónica. La perspectiva sincrónica hace énfasis en el estudio de las sociedades y culturas más destacados como conjunto de elementos relacionados entre sí y que afectan a la ciencia. Por otro lado, la

perspectiva diacrónica se centra en el proceso de evolución y cambio de la experiencia humana a lo largo de las distintas épocas y sociedades; estas dos perspectivas son tenidas en cuenta en las perspectivas de CTS.

Finalmente, Pavón (1998) opina que CTS, en su proceso de consolidación como nuevo campo disciplinar, se proyecta en tres vertientes: la investigación, la política y la educación. En el campo de la investigación se plantea como una opción a la reflexión académica tradicional sobre la ciencia y la tecnología, produciendo una perspectiva no racionalista y socialmente contextualizada de la actividad científico-tecnológica. Con relación al campo político, los estudios CTS han defendido la regulación de la participación pública en la tarea de la ciencia y la tecnología, iniciando la creación de diversos mecanismos institucionales que potencian la participación democrática en la toma de decisiones sobre cuestiones concernientes a políticas científico-tecnológicas. En cuanto, al campo de la educación la imagen nueva de CTS, se manifiesta en políticas educativas que se establecen, en muchos países, implementándose en programas formativos de enseñanza secundaria y universitaria. En este sentido, la formación científica del ciudadano constituye una nueva y novedosa demanda formativa actual, a la luz de las nuevas exigencias formativas de la sociedad del conocimiento. Es precisamente desde esta perspectiva educativa desde la que se plantea la investigación aquí presentada.

Así pues, en las tres vertientes plantadas, el valor de la sociedad se hace más evidente, adquiriendo un papel protagónico en el estudio y reflexión de la construcción científica del conocimiento. La investigación científica se muestra como una tarea colectiva, en la que los valores de la comunidad influyen de modo importante sobre las cues-

tiones de evidencia y capacidad para modelar teorías científicas admitidas. Los conceptos de racionalidad y objetividad se modifican, rediseñándose para incluir ahora también los valores y suposiciones aceptadas por la comunidad (Pavón, 1.998).

Teniendo en cuenta los aspectos anteriormente tratados, abordamos a continuación las perspectivas y enfoques de CTS.

2. PERSPECTIVA Y ENFOQUES DE CTS

Es posible identificar dos grandes tradiciones que representan dos formas distintas de entender la contextualización social de la ciencia-tecnología, una de origen europeo y otra norteamericana (González García et al., 1996). Se trata de las dos lecturas más frecuentes del acrónimo inglés «STS», bien como Science and Technology Studies o como Science, Technology and Society, que son conocidas irónicamente como «Alta Iglesia» y «Baja Iglesia», respectivamente (las etiquetas «eclesíásticas» son de Steve Fuller, 1992-1997).

2.1. LA PERSPECTIVA EUROPEA EN EL MOVIMIENTO CTS

Así pues, la primera, la "Alta Iglesia" de origen europeo, se produce en el llamado "programa fuerte" de la sociología del conocimiento científico, desarrollada en la década de los 70 por autores de la Universidad de Edimburgo como Barry Barnes, David Bloor o Steven Shapin. Esta tradición, tiene como fuentes principales la sociología clásica del conocimiento y una interpretación radical de la obra de Thomas Kuhn. Se centra en el estudio de los antecedentes o condicionantes sociales de la ciencia, perspectiva que surge en el marco de las ciencias sociales. Es, por tanto, una tradición de investigación académica.

El llamado "programa fuerte", generó corrientes de pensamiento tales como el constructivismo social de H. Collins (con su Programa Empírico del Relativismo), la teoría de la red de actores de B. Latour, los estudios de reflexividad de S. Woolgar, etc.. Desde los años 80, estos enfoques se han aplicado también al estudio de la tecnología como proceso social, donde destaca en especial el trabajo de W. Bijker y col., (citado en González García et al., 1996).

2.2. LA PERSPECTIVA DE ESTADOS UNIDOS EN EL MOVIMIENTO CTS

La segunda tradición, la "Baja Iglesia" de origen norteamericano, se ha centrado más bien en las consecuencias sociales (y ambientales) de los productos tecnológicos, descuidando en general los antecedentes sociales de los mismos. Tiene un marcado carácter revolucionario asociándose a movimientos de protesta social producidos durante los años 60 y 70.

Así pues, desde una perspectiva académica, el marco de estudio está primordialmente constituido por las humanidades (filosofía, historia, teoría política, etc.) y la consolidación institucional de esta tradición se ha producido a través de la enseñanza y la reflexión política. Algunos autores destacados en esta línea de trabajo son Paul Durbin, Ivan Illich, Carl Mitcham, Kristin Shrader-Frechette o Langdon Winner. El movimiento pragmatista norteamericano y la obra de activistas ambientales y sociales como R. Carson o E. Schumacher son el punto de partida de este movimiento en los EEUU. A pesar de los intentos de colaboración, cada una de estas tradiciones sigue hoy contando con sus propios manuales, congresos, revistas, asociaciones, etc., con un

éxito institucional parcial en el mejor de los casos (González García et al., 1996).

En resumen, se presentan de una manera sucinta los componentes y diferencias que presentan cada enfoque y se toman como antecedentes que dieron origen a la propuesta, como alternativa académica de estudio y enseñanza de la dimensión social de la ciencia y la tecnología.

Para el análisis del cuadro 1 se señalan las convergencias y divergencias más significativas que se presentan en estos dos modelos.

Las dos líneas convergen en la institucionalización académica de CTS, que se traduce en su introducción en el diseño curricular de lo que enseñamos; también presenta convergencias en:

1. El rechazo de la imagen de la ciencia como actividad pura.
2. La crítica de la concepción de la tecnología como ciencia aplicada y neutral.
3. La condena de la tecnocracia, hecho que permite generar la diversificación de programas para ser encausados en procesos multidisciplinares, enfatizando en la dimensión social de la ciencia y la tecnología.
4. Ambas se fundamentan en las ciencias sociales. Hacen énfasis en el método científico y procedimientos metodológicos de análisis rigurosos.
5. Desde una perspectiva educativa ambas constituyese alternativas complementarias en el proceso educativo, tratando de favorecer la conexión entre la ciencia y la realidad que vive el individuo en la sociedad. Por consiguiente, para la generación de actitudes y valores de racionalidad, tolerancia y solidaridad, es imprescindible un aprendizaje de

inmediata aplicación en la vida del alumno, no sólo para el civismo democrático, sino también para la vida.

Las divergencias entre ambas corrientes a nivel formativo se hallan en la atención a la ciencia y la tecnología y su carácter. En cuanto a la atención, en el enfoque europeo, la ciencia-tecnología es concebida básicamente como un proceso social, a diferencia del americano que destaca el carácter social de los productos científico-tecnológicos. En cuanto al carácter, sus diferencias se encuentran en que, para el caso Europeo, se analizan como una diversidad de factores sociales que

influyen sobre el cambio científico-tecnológico; mientras que en el enfoque americano se recurre a la reflexión ética y al análisis político en un marco comprensivo de carácter humanístico (González García et al., 1996).

En este sentido, la educación científica y tecnológica a nivel curricular reclama nuevos modelos de enseñanza en los que la selección de los contenidos tenga más en cuenta la relevancia social de los temas, en los que las estrategias metodológicas estén orientadas hacia el estímulo de vocaciones en ciencia y tecnología y el desarrollo de las capacidades para la participación pública.

Cuadro 1. Componentes y diferencias significativas de los enfoques CTS

Tradición Europea	Tradición Americana
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Institucionalización académica en Europa (en sus orígenes) 	<ul style="list-style-type: none"> ⚙ Institucionalización administrativa y académica en Estados Unidos(en sus orígenes)
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Énfasis en los factores sociales antecedentes 	<ul style="list-style-type: none"> ⚙ Énfasis en las consecuencias sociales
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Atención a la ciencia y, secundariamente, a la tecnología. 	<ul style="list-style-type: none"> ⚙ Atención a la tecnología y secundariamente, a la ciencia
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Carácter técnico y descriptivo 	<ul style="list-style-type: none"> ⚙ Carácter práctico y valorativo
<ul style="list-style-type: none"> ◆ Marco explicativo: ciencias sociales (sociología, psicología, antropología, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> ⚙ Marco evaluativo: ética, teoría de la educación, etc.

En síntesis, el paradigma CTS cuenta con dos perspectivas (europea y norteamericana), las cuales son complementarias en su estructura y permiten abordar de manera integral el estudio de los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología: Estas características son tenidas en cuenta para el desarrollo de el diseño, experimentación y evaluación de materiales curriculares en la formación de ciencia y tecnología, propuestas en esta investigación. De forma conjunta ofrecen una perspectiva más holística del papel protagonista de la sociedad en relación con la ciencia y la tecnología, hecho que se refleja en el interés por la formación de la ciudadanía en cuanto a su alfabetización científica. Esta proyección educativa se torna especialmente relevante debido al protagonismo de la ciencia en la actual sociedad de conocimiento, así como la consolidación de la democracias que alcanzan a las toma de decisiones en cuestiones o temáticas relevantes para la ciencia.

3. CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD EN AMÉRICA LATINA

En este apartado abordamos el estudio de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en relación a la influencia y expansión que tiene en América Latina y en particular en Colombia.

El estudio del movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad en América Latina es abordado a partir de las teorías desarrolladas por Vaccarezza (1998). Estos autores plantean que la evolución de CTS en América Latina ha pasado de un status de movimiento al de campo. Como campo tiene una constitución multidisciplinar en el abordaje de determinados objetos o problemas sociales; de ahí que por su carácter interdisciplinar y multidisciplinar, comparta o pueda alinearse con planteamientos similares a enfoques tales como los de EEUU.

La panorámica de campo CTS en Latinoamérica se concreta en la variedad de objetivos y problemas de análisis que compone la matriz disciplinar de este campo de trabajo. En esta matriz, se incluye la política científica y tecnológica en América Latina, gestión de tecnología, los procesos de innovación y el cambio técnico en la empresa, el progreso de las disciplinas y comunidades científicas, los problemas de la vinculación en ciencia–producción, el comercio internacional de la tecnología, la articulación en el análisis de la perspectiva de la ciencia jurídica y de la economía y por último la prospectiva tecnológica.

Así pues, se puede observar que las acciones emprendidas en América Latina a través del movimiento CTS han logrado pasar de movimiento a un nivel de campo, trascendiendo a los diferentes escenarios. No obstante, aún queda camino por recorrer para el posicionamiento y fortalecimiento ante los diferentes actores sociales, por lo que podemos considerar que nos encontramos en una etapa de expansión y desarrollo.

En cuanto a las políticas del pensamiento latinoamericano en el marco de Ciencia y Tecnología y Sociedad, Vaccarezza (1998) expresa que se presentan muchos obstáculos para la implementación de procesos alternativos generadores de cambio.

Además, señala Vaccarezza (1998), en la década de los 90, los estados latinoamericanos parecen haberse encaminado hacia una trayectoria más o menos continua de apoyo a las actividades de ciencia y tecnología, destacándose el establecimiento de corrientes ideológicas como el Neo-shumpeterianos (América Central) y las del Movimiento CTS (Sur América); corrientes que resultan aisladas.

Así pues, el movimiento CTS presenta las siguientes características en el contexto latinoamericano (Vaccarezza, 1998):

Se crea una comunidad de interés por el conocimiento epistemológico, es decir, se forma un colectivo que se interesara por los conocimientos específicos de CTS (seminarios, talleres, etc.)

CTS se presenta más como un campo de conocimiento que como un área de intervención-acción (saber específico).

Algunos sectores actúan independientemente (falta de integración) definiendo líneas de acción entre lo que es la investigación académica y la intervención organizacional.

Las comunidades disciplinares mantienen su rasgo de identidad propia, es decir, mantienen independencia ideológica.

Se cuestiona el carácter interdisciplinario o por lo menos el multidisciplinar del movimiento CTS; y el papel de las universidades como multiplicadores de las ideas de CTS.

Hoy se incursiona más hacia la investigación académica y la publicación académica, es decir, en la actualidad el movimiento está en manos de científicos sociales (en sus inicios estaba en manos de los representantes de otras disciplinas).

Está estructurado con los mecanismos de distribución de poder y autoridad, asignación y distribución de capital simbólico y de recursos, de producción y de tensión de la estabilidad y cambio propio de la conformación de los campos intelectuales, generando tejido social y fortaleciéndolo.

Las políticas de ciencia y tecnología se constituyeron como algo autónomo y original de la región sustentado en el concepto de dependencia, adaptado a la noción internacionalmente hegemónica del sistema, a la realidad social de la ciencia y tecnología y al Estado latinoamericano.

De acuerdo con estos cambios en la situación de la ciencia y la tecnología en los países periféricos de América Latina, podemos afirmar que el panorama es complejo. Nos encontramos ante un contexto de incertidumbre entre la investigación científica y la innovación industrial, donde el ajuste estructural y la competitividad internacional se convierten en monopolios generadores de la innovación tecnológica.

En síntesis, los avances significativos del campo CTS se manifiestan en los diferentes escenarios, pero al mismo tiempo en el pensamiento del movimiento latinoamericano. En este sentido se siente la necesidad de una propuesta de tipo educativo que permita incidir efectivamente en la formación del ciudadano, para que de manera significativa se logre consolidar la propuesta del movimiento CTS como modelo alternativo de desarrollo.

A continuación procedemos a realizar un análisis más detallado del contexto latinoamericano desde la de proyección de sus tres vertientes: la investigación, la política y la educación en América Latina.

3.1. EN EL CAMPO DE LA INVESTIGACIÓN

Los estudios CTS se han desarrollado como una opción a la reflexión tradicional en filosofía y sociología de la ciencia, iniciando un nuevo enfoque no esencialista y socialmente contextualizado de la actividad científica. Contribuciones destacadas

en este campo, con algunos títulos disponibles en castellano, son las de B. Barnes, W. Bijker, D. Bloor, H. Collins, B. Latour, A. Pickering, T. Pinch, S. Shapin y S. Woolgar: algunas compilaciones son aportaciones de Alonso, Ayestarán y Ursúa, (1996); González García et al. (1996) e Irazo (1995).

En el desarrollo histórico disciplinar de Latinoamérica no se observa una orientación clara en materia de ciencia y la tecnología. Como objeto de investigación, la ciencia académica sufre en algunos países los embates de la inestabilidad política, el oscurantismo ideológico y el autoritarismo. Por otro lado, la inversión en materia de I+D es baja (en proporción del producto interno bruto -PIB); también la investigación es muy dependiente del Estado.

3.2. EN EL CAMPO DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS

Los estudios CTS han defendido la regulación pública de la ciencia y la tecnología, promoviendo la creación de otros mecanismos democráticos que faciliten la apertura de los procesos de toma de decisiones en cuestiones concernientes a políticas científico-tecnológicas. Diversos autores han destacado en este ámbito: P. Durbin, S. Carpenter, D. Fiorino, S. Krimsky, D. Nelkin, A. Rip, K. Shrader-Frechette, L. Winner y B. Wynne. (López, 1998).

Como aspectos característicos de la situación CTS se destacan: la complejidad temática, la profesionalización (peritos, instituciones productoras de CTS y medios de comunicación), mayor integración de las CTS en la comunidad intelectual, mayor dependencia de intelectuales de las corrientes de pensamiento internacional, reducción de propuestas sobre el papel y función de la ciencia y la tecnología para la resolución de problemas regionales.

3.3 . EL MOVIMIENTO CTS COMO CAMPO DE LA EDUCACIÓN

El campo CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) se proyecta a nivel educativo en numerosos países latinoamericanos mediante programas y materiales CTS en enseñanza secundaria y universitaria. Entre ellos, cabe destacar la labor que actualmente viene desempeñando el Comité de Educación de la Red CTS, en cuanto a la preparación de cursos a distancia (Campus -OEI- cursos virtuales) para la formación de docente en el enfoque CTS y presentando nuevas estrategias para el fomento de la preparación de materiales didácticos.

A pesar de esta iniciativa, su desarrollo es desigual en los distintos países latinoamericanos (Bazzo W., 1998; Sutz, J., 1998). Así, en algunos contextos, estos estudios han tenido un enfoque hacia aspectos de política científica o bien sobre indicadores en la gestión de la innovación y cambio técnico o sobre la fundación de disciplinas y comunidades científicas o sobre la relación universidad-empresa o la prospectiva tecnológica o sobre impacto social del conocimiento. No obstante, se observa un cierto olvido en el abordaje de temas relacionados con el medio ambiente, la divulgación y apropiación social del conocimiento y, en general, de la variable social como categoría del conocimiento.

Los tópicos predominantes en la formación CTS en América Latina se pueden identificar a partir del perfil profesional que los programas de formación proponen a sus alumnos pues se trata de adquirir pericia. Así lo demuestran los estudios realizados por Dagnino, Thomas y Gómez (1998), en los principales eventos regionales durante 1996.

Al respecto, la carencia fundamental de la evolución del campo CTS en la región, se explica por la escasa atención brindada a los problemas de la ciencia y la tecnología a lo largo del proceso educativo del individuo. Como tarea pendiente queda facilitar la comprensión de los contenidos de la ciencia, desde su dinámica de producción, de forma que la sociedad se apropie del contenido y evolución del conocimiento. Desde esta perspectiva, se hace necesario avanzar en propuestas educativas que faciliten la comprensión y la participación en los sistemas de ciencia y tecnología. En este sentido, el diseño, experimentación y evaluación de materiales curriculares para la formación en CTS constituye una pequeña aportación en esta línea.

A manera de conclusión, en América Latina la reflexión sobre CTS ha derivado más bien hacia la constitución de un campo de conocimiento, que hacia la formación de un movimiento social. Los inicios de la problemática de CTS, independientemente de su posición o perspectiva teórica, parecen estar comprometidos con una militancia crítica de la ciencia y la tecnología.

De hecho permiten afirmar que se requiere de propuestas académicas que ayuden a fortalecer el movimiento CTS en América Latina; situación que hace de la propuesta investigativa, diseño, experimentación y evaluación de materiales curriculares para la formación en CTS, un aspecto necesario y útil para el fortalecimiento del modelo alternativo CTS.

Así pues, los elementos expuestos anteriormente son base para el estudio del movimiento CTS en la educación colombiana que a continuación se aborda.

4. CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD (CTS) EN COLOMBIA

De acuerdo con Carlos Osorio (1.999), en el contexto colombiano, los estudios sociales en ciencia y tecnología han estado muy enfocados hacia la investigación socio-histórica (por ejemplo, Colciencias, 1995), a la divulgación de estudios histórico-filosóficos (por ejemplo, Paláu, 1998) y al análisis de procesos de gestión y seguimiento de los actores. De ahí que pocos resultados se vean reflejados en el campo de la investigación y de las políticas públicas. Estos planteamientos nos sirven de base para afirmar que, al igual que en el resto de América Latina, aún nos encontramos en un proceso de construcción.

La dinámica de la educación juega un papel preponderante en el mundo contemporáneo debido al valor que ha adquirido el saber como condición indispensable para el desarrollo de los pueblos. Además, la función social más importante de la educación es la de dotar a las generaciones de jóvenes de capacidades que le permitan desempeñarse con propiedad en la sociedad de la producción (Rodríguez Acevedo, 1998). Según Toffler y Toffler (1971), vivimos en una sociedad del conocimiento, caracterizada porque la base de la producción son los datos, las imágenes, los símbolos, la ideología, los valores, la cultura, la ciencia y la tecnología. Por tal razón, la calidad de la educación está ligada a un conjunto de factores (medio ambiente, condiciones mínimas de los establecimientos, materiales y docentes preparados) que posibilitan la orientación hacia nuevas formas de comprensión en los planos cognitivo, afectivos y psicomotor (Caillods, 1989).

De ahí que, la falta de la calidad de la educación, constituye hoy día el principal problema educativo en los países (Toranzos, 1997), debido a la

crisis del modelo educativo mundial. Para Colombia se ha convertido en el principal problema (Ministerio de Educación Nacional, 1991), pues ese deterioro de la calidad de la educación es notorio, de acuerdo a los resultados obtenidos en áreas como las matemáticas, ciencias y lenguaje, ya que estas áreas generan un conjunto de conocimientos y capacidades, que permiten a las personas continuar aprendiendo a lo largo de sus vidas (Ministerio de Educación Nacional, SABER, 1992).

Otro elemento, es la falta de docentes mejor calificados y planteles bien dotados de materiales educativos y textos escolares suficientes y apropiados (Ministerio de Educación Nacional, 1995). En este sentido, Schiefelbein (1995) entiende que las variables que más pesan en la explicación del rendimiento del estudiante son: las características del plantel y el proceso pedagógicos. Así pues, la ausencia notable de docentes que trabajen procesos educativos desde donde promuevan diferentes aspectos de comprensión sobre los temas científicos y de desarrollos tecnológicos, contribuyen a fomentar los graves problemas de calidad de la educación y, al mismo tiempo, acrecientan el bajo nivel de percepción que se tiene sobre la ciencia en Colombia (Colciencias, 1995; Misión, 1995).

Más aun, los docentes de ciencias, poco centran su interés en generar espacios discursivos que contribuyan a la superación de los obstáculos epistemológicos (Giordan, A & De Vecchi, 1995), ya que siguen un nivel de estructura interna en donde los conocimientos son presentados como productos acabados, sin mayor relación con los contextos sociales y culturales. Sobre todo, la tendencia en la enseñanza de las ciencias ha estado centrada en los contenidos, con un fuerte enfoque reduccionista, técnico y universal, lo

que ha llevado a una vasta crítica internacional, desde los comienzos de los 80, centrado en la necesidad de reconceptualizar y reformular la educación en ciencias.

De este modo nos encontramos con que la educación a nivel de básica en el área de tecnología e informática (Art. 23 de la Ley General de Educación, 1994) en Colombia se encuentra articulada a una concepción en educación técnica orientada hacia el trabajo, con el ánimo de responder a las necesidades de modernización y desarrollo del país. Debido al vertiginoso desarrollo tecnológico, la educación técnica centrada en destrezas y habilidades a menudo se vuelve rápidamente obsoleta (misión, 1994).

En contraste con esta situación para la educación en tecnología en la enseñanza básica, se han sugerido propuestas en torno a la importancia de involucrarle una perspectiva CTS que contemple diferentes puntos, a saber: un enfoque constructivista del aprendizaje; abordar problemas socio-técnicos relevantes para los estudiantes; situar estos problemas en contextos específicos; introducir el análisis socio-filosófico, ético, político, económico, en estos problemas; promover el desarrollo de capacidades necesarias para argumentar en torno a la toma de decisiones sobre cuestiones CTS, etc.. Desde esta perspectiva resaltamos el papel de CTS como favorecedor de la apertura del ámbito escolar al medio social (Acevedo, 1996).

Por otro lado, teniendo en cuenta la ley marco, los esfuerzos por llevar los estudios sociales en ciencia y tecnología a la educación básica y media se encuentran en proceso de implementación, a través del Ministerio de Educación Nacional. Desde la década anterior, con la nueva Constitución colombiana desde 1991 (República de

Colombia) y la Ley Marco de Ciencia y Tecnología (República de Colombia, 1990), se creó el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. La promulgación de la Ley General de Educación en Colombia (Congreso de la República de Colombia, 1994), permite construir el currículo vinculando la participación de las comunidades a través de un Proyecto Educativo Institucional (PEI). El reconocimiento de los saberes científicos, la educación en tecnología y la educación ambiental, entre otros, se constituyen en formas de conocimiento que pueden ayudar a construir una nueva sociedad preparada para el mundo global que vivimos. Desde esta perspectiva se enmarca la revisión que se hace en este artículo sobre el diseño, experimentación y evaluación de materiales curriculares para la formación CTS.

En esta línea, el Plan Decenal de Educación (Ministerio de Educación Nacional, 1996) busca fomentar la cultura científica y tecnológica a partir de una conciencia crítica hacia la investigación y la experimentación científica. En este sentido se puede considerar que se abre un conjunto de posibilidades propicias para la introducción de temáticas en CTS al currículo de la educación básica y media en Colombia. Por esta razón, la preocupación por los estudios sociales de la ciencia y la tecnología en la educación básica, cara a las nuevas exigencias de un mundo transformado por estos conocimientos, es un asunto relativamente reciente en Colombia. Actualmente hay posibilidades normativas y curriculares para que estos temas puedan ser incluidos en este nivel educativo (Osorio, 1997).

Además, en este contexto surge una iniciativa sin precedentes del actual gobierno (2005-2010): la de implementar la revolución educativa. Este argumento permitió llevar a cabo algunas experiencias en las principales ciudades de Colombia

actualmente bajo la perspectiva CTS, por ejemplo, Medellín, Bogotá, Cali.

En el caso de Medellín, la publicación de "Textos para una historia y una pedagogía de las ciencias" por parte de la Secretaría de Educación y Cultura de Antioquia ha permitido iniciar la divulgación de la propuesta CTS hacia el sector educativo.

En Bogotá se hace mención a la experiencia de formación de licenciados en Biología del Departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional.

En este mismo sentido, en Cali se presentan dos experiencias: la primera trata de una que involucra la historia de las matemáticas en la construcción de procesos pedagógicos (Instituto de Educación y Pedagogía, Programa de Educación Matemática) y; la segunda, en la Universidad del Valle, se traduce en un programa de formación continuada en Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS–, para docentes de escuelas y colegios de educación básica del municipio de Santiago de Cali. El programa se estructura a partir de una concepción interdisciplinaria que involucra los fundamentos epistemológicos y sociológicos de la ciencia y la tecnología con aspectos relativos a la organización social de la ciencia y la tecnología en Colombia. Paralelo a este trabajo se vincula una línea transversal de proyectos de aula en los campos de la enseñanza de las ciencias, la educación en tecnología y la educación ambiental.

Resaltamos la importancia de las especializaciones que por Internet imparte la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI). La sede central de su Secretaría General está en Madrid, España, lugar en donde ofrecen permanentemente cursos de formación de docentes de educación media y

superior. Por ejemplo, actualmente se ofrece “Ciencia, Tecnología, Sociedad y Valores (enfoque CTS en la educación) Educar para Participar en la Sociedad del Conocimiento”, entre otros.

Como se puede apreciar, el movimiento ciencia, tecnología y sociedad en Colombia está en un proceso de expansión debido a la formulación que se hace desde el sector educativo y a los movimientos alternos que se presenta con diferentes nombre (ciencia y tecnología, tecnología e informática, ciencia, tecnología e innovación, entre otros, etc.). En esta línea, nuestra revisión sobre el diseño, experimentación y evaluación de materiales curriculares busca presentar la innovación de la asignatura de ciencia y tecnología mediante el innovador enfoque CTS, con lo que se pretende generar cambios en lo didáctico, pedagógico y metodológico, así como también generar cambios de actitud en el alumnado para su desempeño como ciudadano.

5. LA PERSPECTIVA EDUCATIVA EN CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA SOCIEDAD

Cabe recordar que las últimas décadas del siglo XX han supuesto la crisis de la visión tradicional de la ciencia y la tecnología como entes aislados de los debates sociales. La visión de una orientación académica que demanda la contextualización social de la tecnociencia ha venido a coincidir con el creciente cuestionamiento social de la autonomía del desarrollo tecnológico y el predominio de los expertos en la toma de decisiones sobre el mismo. El conflicto (en ciencia y sobre la ciencia), la controversia tecnocientífica y la polémica pública, es hoy la norma más bien que la excepción.

En respuesta a esta situación, el movimiento o perspectiva CTS ha alcanzado un alto grado de

desarrollo tanto en los niveles académicos, orientando estudios sobre tecnociencia socialmente contextualizados, como en el activismo social, suponiendo la legitimación de posiciones críticas con la idea de que cualquier avance tecnocientífico habrá de ser socialmente positivo y por tanto, aceptable (a priori) por la opinión pública (Martín & López, 1998).

Alcanzar la eficacia de los planteamientos CTS a través de la transformación educativa sobre el papel social de la ciencia y la tecnología, requiere la generación de espacios y condiciones adecuadas para la elaboración de currículos CTS.

Al respecto, la reestructuración del currículum científico se propuso de manera completa en *Educating Americans for the Twenty- First Century*; lo cual partía de disminuir temas en los cursos interdisciplinarios de ciencia, para profundizar sobre ellos, integrando todas las ciencias naturales, las ciencias sociales, la tecnología y los contextos socio-políticos y medioambientales (para esto se requiere de una preparación del profesorado).

Así entonces, tendrían sentido las unidades curriculares CTS bien sean integradas en programas ya establecidos en ciencia, tecnología e ingeniería, ciencias sociales, o en cursos de arte y lenguajes; o bien estructuradas como cursos independientes para alcanzar las cinco fases propuestas a saber:

1. Formación de actitudes de responsabilidad personal en relación con el ambiente natural y con la calidad de vida.
2. Toma de conciencia e investigación de temas CTS específicos, enfocados tanto en el contenido científico y tecnológico, como en los efectos de las distintas opciones tecno-

lógicas, sobre el bienestar de los individuos y el bien común.

3. Toma de decisiones con relación a estas opciones, tomando en consideración factores científicos, técnicos y éticos, económicos y políticos.
4. Acciones individuales y sociales responsables, encaminadas a llevar a la práctica el proceso de estudio y toma de decisiones, generalmente en colaboración con grupos comunitarios.
5. Generalización a consideraciones más amplias de teorías y principios, incluyendo la naturaleza (sistémica) de la tecnología y sus impactos sociales y ambientales, la formulación de políticas en las democracias tecnológicas modernas, y los principios éticos que pueden guiar el estilo de vida y las decisiones políticas sobre el desarrollo tecnológico.

Para alcanzar el cometido propuesto, se plantean algunas ideas para la implantación educativa de la perspectiva CTS; por ejemplo, una tipología de casos de estudio CTS y una propuesta para la educación CTS (Martín & López, 1998). Entre otros autores, Medina y Sanmartín (1990) señalan como ejemplos típicos de temas CTS la degradación del medio ambiente, la polución tóxica, el agotamiento de los recursos naturales, el control de las armas nucleares, etc., así como otras manifestaciones acerca del modo en que la sociedad tecnológica afecta la calidad de vida.

Pero uno de los problemas más frecuentes que entraña la adopción de esta perspectiva en la enseñanza es la falta de sistematización de sus contenidos. El hecho de que este tipo de planteamientos denuncien y renuncien a la compartimentación disciplinar en sus análisis presenta dificultades para aumentar su presencia en los medios educativos que, por definición, tienen

en la compartimentación disciplinar una de sus señas de identidad principales. Los análisis CTS desperdician con ello la oportunidad de organizar currículos sustantivos, permaneciendo limitada su presencia educativa a los intersticios adjetivos de la transversalidad de las disciplinas (Martín & López, 1998).

Por otra parte, la educación desde los enfoques CTS tiene como objetivo la alfabetización científica y tecnológica de los ciudadanos. De ahí que una sociedad desarrollada por las ciencias y las tecnologías requiera que los ciudadanos manipulen saberes científicos y técnicos, y puedan responder a necesidades actuales de diferente naturaleza a saber: 1) Profesionales, por cuanto se obligan ampliar y renovar las competencias, más aún para investigadores. 2) Utilitarias, al reconocer que todo saber es poder. 3) Democráticas, ya que la alfabetización puede preparar a la ciudadanía en modelos participativos y permite debatir la tecnocracia que maneja los aspectos públicos relacionados con el desarrollo tecnocientífico. 4) metafísico y lúdico, por cuanto provee elementos que ayudan a vivir más placenteramente con la ciencia, a partir de una comprensión más amplia de la misma y a saber vivir en el mundo en medio de numerosos interrogantes y crecientes complejidades.

En el contexto educativo los enfoques en CTS mediante la alfabetización buscan contribuir a la enseñanza de los estudiantes a partir de la información relevante sobre las ciencias y las tecnologías de la vida moderna, con la perspectiva de que puedan analizarla y evaluarla, reflexionar sobre esta información, definir los valores implicados en ella y tomar decisiones al respecto, reconociendo que su propia decisión final está, así mismo, basada en valores (Cutcliffe, 1990).

CONCLUSIÓN

A modo de conclusión, es el resultado ideológico y consciente de algunos sectores que permiten el surgimiento de un nuevo paradigma CTS, el cual accede a repensar las ideas sobre el quehacer de la ciencia y la tecnología a partir de realidad social. Además, consolida el proceso de concertación entre el saber popular y el saber científico permitiendo así una mayor participación ciudadana en la toma de decisiones sobre los temas de ciencia y tecnología, no olvidando los contextos políticos y culturales.

Nuestra revisión que parte de la investigación denominada "Diseño, experimentación y evaluación de materiales curriculares para la formación en ciencia, tecnología y sociedad (CTS)", se concibe para promover la formación del alumnado sobre los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología, partiendo de los factores sociales que influyen sobre el cambio científico-tecnológico, pero también incorpora la visión sobre las consecuencias sociales y ambientales, perspectivas ambas que integramos en nuestro estudio, ratificando el objeto de estudio de CTS.

Por otra parte, el contenido busca cautivar al alumnado mediante su enfoque innovador, facilitando el aprendizaje a través de lecturas, consultas, entrevistas, observaciones, comprobaciones y reflexiones. Además, promueve el trabajo en equipo y la implementación del taller grupal, involucra a la familia, hace de su entorno y su contexto la base de su aprendizaje. Por lo tanto, se busca que la asignatura de Ciencia y Tecnología tenga una evolución a partir de los contenidos adaptados a los enfoques disciplinares CTS para generar un cambio de actitud en el profesor y el alumnado a través de la internalización (Alfabetización Científica) de su aprendizaje para el desempeño como ciudadano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J. A. (1996). La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 35-44.
- Agazzi, E. (1996). *El Bien y el Mal de la Ciencia*. Madrid: Tecnos.
- Alonso, A.; Ayestarán, I. & Ursúa, N. (1996). *Para comprender ciencia, tecnología y sociedad*. Estella: EVD.
- Bazzo, W. (1998). *Ciência, tecnologia e sociedade, e o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis, DA: UFSC y Blackwell.
- Caillods, F. (1989). *Les perspectives de la planification de l'éducation, (Sous la responsabilité de Françoise Caillods)*. Paris : UNESCO.
- COLCIENCIAS. (1995). *Ciencia y tecnología para un desarrollo sostenible y equitativo, Implementación de la política nacional de ciencia y tecnología: 1994-1998*. Versión preliminar. Santafé de Bogotá: COLCIENCIAS.
- Congreso de La República de Colombia. (1994). *Ley General de Educación o Ley 115 de febrero 8 de 1994*. Bogotá.
- Cutcliffe, S. H. (1990). Ciencia, tecnología y sociedad: un campo interdisciplinar. En Medina, M. & Sanmartín, J. (Eds.). *Ciencia, Tecnología y Sociedad*. (20-41). Barcelona: Anthropos.
- Dagnino, R., Thomas, H. & Gómez, E. (1998). Elementos para un "estado del arte" de los estudios en ciencia, tecnología y sociedad en América Latina. *REDES*, V (11), 231-255
- Echeverría J. (1995). *Filosofía de la ciencia*. Buenos Aires: Akal.
- Giordan, A. y G. De Vecchi (1995). *Los orígenes del saber*. Sevilla: Díada.
- González García, M., López, J., Lujan, J. Martín, M. Osorio, C. et al. (1996). *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos.
- Ibarra, A. & López Cerezo, J. A. (2001). *Desafío y tensiones actuales en ciencia tecnología, tecnologías y sociedad*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Iranzo, J. M. (ed.) (1.995). *Sociología de la ciencia y la tecnología*. Madrid: CSIC.
- López Cerezo, J. A. (1998). Ciencia, Tecnología y sociedad ante la educación ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. *Revista iberoamericana de educación*, 18, 41-68.
- Martín Gordillo, M. & López Cerezo, A. (1998). Acercando la ciencia a la sociedad: la perspectiva CTS su implantación educativa. *Proyecto de Cooperación entre el Departamento de Filosofía de la Universidad de Oviedo y varios Institutos de Enseñanza Secundaria de Asturias*.
- Maxwell, N. (1984). *From Knowledge to Wisdom: A Revolution in the Aims & Methods of Science*. Oxford.
- Medina, M. & Sanmartín, J. (eds.) (1990). *Ciencia, tecnología y sociedad: estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*. Barcelona: Anthropos.

- Ministerio de Educación Nacional. (1995). El salto educativo, La educación eje del desarrollo del país. *Educación en Tecnología, Propuesta para la educación básica, Programa de educación en tecnología para el siglo XX. PET 21*. Serie Documentos de Trabajo. Santafé de Bogotá: El Ministerio.
- Osorio, C. (1997). *Estudio de la demanda de recursos humanos con formación técnica, para orientar la construcción de un establecimiento educativo en la comuna 20 del Municipio de Santiago de Cali*. Santiago de Cali: Universidad del Valle, Alcaldía.
- Osorio, C. (1999). *Socialización en educación ambiental*. Módulo de Taller Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca CVC. Santiago de Cali: CVC.
- Osorio, C. (2001). *Seminario-taller ciencia, tecnología y sociedad. Materiales de Aula*. Universidad del Valle: Mimeo.
- Paláu, L. A. (1998). *Traducciones historia de la biología (1-9)*. Medellín: Universidad Nacional.
- Pavón, M. (1.998). El problema de la interacción entre ciencia, tecnología y sociedad. Una consideración crítica al campo de CTS. Argumentos de razón crítica. *Revista Española de Ciencia, Tecnología y Sociedad y filosofía de la tecnología, 1*, 111-151.
- Plan Decenal de Educación: 1996-2005. Santafé de Bogotá: Interlínea.
- Rodríguez Acevedo, G. (1998). Ciencia, tecnología y sociedad: desde una mirada tecnológica. *Revista Iberoamericana de Educación, 18*, 107-143
- Schiefelbein, E. (1995). *Programa de acción para la reforma educativa en América Latina y el Caribe*. [Trabajo preparado para la Conferencia Anual del Banco Mundial para el Desarrollo en América Latina y el Caribe, Río de Janeiro, 12 y 13 de Junio de 1995]. UNESCO-OREALC.
- Sutz, J. (1998). Ciencia, tecnología y sociedad: argumentos y elementos para una innovación curricular. En: OEI, *Revista iberoamericana de educación, ciencia, tecnología y sociedad ante la educación 18*, 145-169.
- Toffler, A. y Toffler, H. (1971) *El Shock del futuro*. Madrid: Sociológico.
- Toranzos, L. (1997). El problema de la calidad en el primer plano de la agenda educativa. En: OEI, *Cuadernos de trabajo educación técnico-profesional, 10*, 67-79.
- Vaccarezza, L. (1998). Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. En: OEI, *Revista Iberoamericana de educación, Ciencia, tecnología y sociedad ante la educación, 18*, 13-40.