

RECIBIDO EL 20 DE JULIO DE 2017 - ACEPTADO EL 20 DE JULIO DE 2017

# Dinámicas de formación en perspectivas ciencia, tecnología y sociedad en el contexto del siglo XXI globalizado

**Carlos Alberto Quintero Cano**

Universidad Santiago de Cali

“Educar es proponer modelos, elegir modelos Confiriéndoles una nitidez, una perfección, en suma un estilo que La realidad habitual puede lograr”.

G. Snyders

## RESUMEN

Este artículo aborda las Dinámicas de formación en perspectivas Ciencia, Tecnología y Sociedad en el contexto del S. XXI globalizado en torno al currículo y formación del profesorado. Además, desarrolla diferentes aspectos de la didáctica, la pedagogía y la metodología del modelo alternativo CTS, propuesto para la educación.

## PALABRAS CLAVE

Currículo, formación, didáctica, metodología, educación, enfoque CTS.

## ABSTRACT

This article discusses the dynamics of training in perspective Science, Technology and Society in the context of globalized XXI century around the curriculum and teacher training. It also develops different aspects of teaching, pedagogy and methodology of CTS alternative model proposed for education.

<sup>1</sup> *Licenciado en Ciencias Sociales. Especialista en Gerencia Prospectiva y Estratégica. Magister en Educación de Adultos. Doctor en Investigación Educativa. Universidad Santiago de Cali [caquinte@usc.edu.co](mailto:caquinte@usc.edu.co)*

**KEY WORDS**

Curriculum, training, didactics, methodology, education, CTS approach.

**1. INTRODUCCIÓN**

En Colombia la formación en *Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)* surge de necesidades formativas derivadas de la puesta en marcha de la Ley General de Educación (Ley 115 de 1994), la cual incorpora en el currículo y planes de estudio de la Educación Básica y Media (Art. 23), el área de Tecnología e Informática. La implementación de esta en el currículo y en los planes de estudio requiere de recursos y materiales adaptados a la evolución disciplinar, según indican fuentes tales como el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN).

En este marco pretendemos presentar una alternativa a la actual consideración del área de *Tecnología e Informática*, con un enfoque CTS. Esta perspectiva pone el acento en la alfabetización científica y tecnológica del alumnado, integrando una visión social. El eje que vertebra la propuesta CTS desde una perspectiva educativa es conseguir una *educación ciudadana sólida científicamente para un ejercicio responsable y activo en las decisiones políticas que atañen a la vida de la ciudadanía*. Es una propuesta didáctica fundamentada por tanto en el *Movimiento Ciencia, tecnología y Sociedad "CTS"*, cuyos planteamientos servirán de punto de partida para la innovación curricular del *área de tecnología e informática*, replanteándonos nuevos contenidos, métodos de enseñanza y formas de evaluar, para orientar la educación tecnocientífica hacia el aprendizaje de la participación como elemento central de la educación ciudadana.

**PERSPECTIVAS DE FORMACIÓN (CTS)**

En sus inicios los cambios educativos se basan, según Quintero (2010), en la nueva forma de

concebir la ciencia y la tecnología desarrollada por los enfoques CTS. Sin embargo, esos enfoques no constituyen un campo de trabajo homogéneo por la existencia de dos grandes tradiciones: la europea y la norteamericana.

A pesar de las diferencias de estilo y de contenidos, esas dos tradiciones CTS, debido a la *diversidad de sus perspectivas* y ámbitos de trabajo (investigación académica, por un lado; política y educación, por otro), se constituyen en elementos complementarios de una visión crítica de la ciencia y la tecnología, como se muestra en las siguientes consideraciones: 1) El desarrollo científico-tecnológico es un proceso conformado por factores culturales, políticos y económicos, además de epistémicos. Se trata de valores e intereses que hacen de la ciencia y la tecnología un proceso social. 2) El cambio científico-tecnológico es un factor determinante que contribuye a modelar nuestras formas de vida y nuestro ordenamiento institucional; constituye un asunto público de primera magnitud. 3) Se comparte un compromiso democrático básico. 4) Por tanto, se debería de promover la evaluación y control social del desarrollo científico-tecnológico, lo cual significa construir las bases educativas para una participación social formada, así como crear los mecanismos institucionales para hacer posible tal participación (González García, 1996, p 55-18).

En este sentido, los planteamientos CTS abogan por la participación pública en las decisiones sobre el control del desarrollo tecnológico, pero también en la propia evaluación del mismo.

**1.1. MODELO CTS EN ESPAÑA**

A continuación se aborda el estudio de la formación de CTS en España como referente cultural de la formación CTS en Colombia, ámbito de nuestro estudio.

La materia CTS en España se introduce por el Ministerio de Educación y Cultura como

asignatura optativa en todos los bachilleratos de la LOGSE tramo 16-18 años (resolución de 29 de diciembre de 1992) y haberse constituido en añadido transversal para asignaturas de ciencias de la ESO, tramo 14-16 años (e.g. «Biología», «Física» o «Química», en 2º del nuevo bachillerato —Boletín Oficial del Estado, BOE, 21-10-92).

La materia plantea dentro de sus objetivos contribuir a que las alumnas y los alumnos desarrollen las siguientes capacidades: 1) Comprender la influencia de la ciencia y la técnica en la evolución de las sociedades, así como los condicionamientos históricos y sociales en la creación científica y tecnológica. 2) Analizar y valorar las repercusiones sociales, económicas, políticas y éticas de la actividad científica y tecnológica. 3) Aplicar los conocimientos científicos y tecnológicos adquiridos en el estudio y valoración de problemas relevantes en la vida social. 4) Utilizar los conocimientos sobre las relaciones existentes entre ciencia, tecnología y sociedad para comprender mejor los problemas del mundo en que vivimos, buscar soluciones y adoptar posiciones basadas en juicios de valor libres y responsablemente asumidos.

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos, la asignatura oficialmente queda dividida en cinco bloques (BOE, 29-1-93): 1) Ciencia, técnica y tecnología: perspectiva histórica. 2) El sistema tecnológico. 3) Repercusiones sociales del desarrollo científico y técnico. 4) El control social de la actividad científica y tecnológica. 5) El desarrollo científico y tecnológico: reflexiones filosóficas.

El primer bloque trata la perspectiva histórica; se abordan el origen del pensamiento científico, el papel de la tecnología en la revolución industrial y el papel de la técnica en el proceso de hominización. El segundo, el sistema tecnológico, se ocupa de los componentes de ese sistema: conocimiento, recursos técnicos, capital y contexto social. El tercer

bloque, repercusiones sociales, se centra en los distintos tipos de consecuencias sociales y ambientales del desarrollo científico-tecnológico: económicas, demográficas, reducción de la biodiversidad, etc. El cuarto bloque, aborda los temas sobre: el problema de la regulación pública del cambio científico-tecnológico, la evaluación de tecnologías o el control de mercado. Y por último, en el quinto bloque, se plantean diversos problemas éticos, estéticos y, en general, filosóficos, sobre la moderna «cultura tecnológica».

Como fuente de consulta para el desarrollo de los temas propuestos se encuentran los libros de Barnes (1982 y 1985), Collins y Pinch (1993), Latour (1987), Latour y Woolgar (1979/1986) y Woolgar (1988), de González García (1997) e Iranzo (1995).

Por otra parte, los proyectos de innovación curricular de carácter CTS, investigación didáctica y formación del profesorado en España y Portugal, se abordaron en diferentes comunicaciones que ilustran sobre la forma en que se había incorporado la dimensión CTS en los libros y manuales de ciencias en Portugal y España, las percepciones y prácticas del profesorado, los posibles cambios en las percepciones del alumnado y algunas experiencias en la formación del profesorado (Martins & Membiela 2001, p.23-24; Caamaño y Vilches 2001, p.21-22; Caamaño, A. & Martins I.P. 2005, 49-55).

## 1.2. MODELO CTS EN LOS ESTADOS UNIDOS

En este epígrafe se estudia la formación de CTS en los Estados Unidos en correspondencia a los enfoques y objetivos propuestos.

Garriz (1994) plantea que la educación de CTS en los Estados Unidos (Baja iglesia) parte de la National Science Teachers Association (NSTA) que ha definido al enfoque ciencia-

tecnología-sociedad (CTS) como la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia en el contexto de la experiencia humana. Adicionalmente, esta misma asociación ha identificado once características o estrategias didácticas que se incluyen en los programas CTS: 1) La identificación de problemas sociales relevantes para el estudiantado y de interés e impacto local o mundial. 2) El empleo de recursos locales (humanos y materiales) para localizar la información que se empleará en la resolución del problema. 3) La participación activa de los estudiantes en la búsqueda de información que pueda ser aplicada para resolver problemas de la vida real. 4) La extensión del aprendizaje más allá del período de la clase, del salón y de la escuela. 5) El enfoque hacia el impacto de la ciencia y la tecnología sobre los estudiantes, de forma individual. 6) La visión de que el contenido científico va más allá que un conjunto de conceptos que los estudiantes deben dominar para responder sus exámenes y aprobar. 7) El énfasis en el proceso de adquisición de las habilidades que los estudiantes requieren para resolver sus propios problemas. 8) La intensificación de la orientación vocacional hacia las carreras científicas o técnicas. 9) La oferta de oportunidades a los estudiantes para actuar en sus propias comunidades y colaborar en la solución de los problemas detectados. 10) La identificación de los medios por los cuales la ciencia y la tecnología tendrán impacto sobre la sociedad en el futuro. 11) La cesión de cierta autonomía a los estudiantes durante el proceso de aprendizaje.

Los programas didácticos se guían por los siguientes objetivos o propósitos: 1) Preparar a los estudiantes para usar la ciencia y la tecnología en el entendimiento y mejoramiento de su vida diaria. 2) Aplicar el conocimiento científico en la vida cotidiana e introducir las implicaciones sociales y ambientales del desarrollo científico y tecnológico. 3) Utilizar los aspectos y problemas sociales para lograr satisfacer las necesidades

de nuestra sociedad y nuestros estudiantes. 4) Hacer énfasis en todos los niveles sobre la relevancia social y humana de la ciencia. 5) Programas y objetivos que buscan según Yager (1992), dedicar esfuerzos para formar ciudadanos informados que sean capaces de tomar decisiones cruciales sobre problemas y asuntos actuales, y de emprender acciones personales derivadas de tales decisiones.

En esta línea se algunos proyectos tales como: Proyecto desarrollado por la División de Educación Química de la ACS, Scope, Sequence and Coordination” (SS&C), de la NSTA, y el Proyecto 2061 de la AAAS, Química del Consumidor, de Carl Zinder, entre otros.

Asimismo, la publicación presentada por la *International Council of Associations for Science Education* (1992) compila algunos ejemplos de reforma de la educación con el enfoque CTS alrededor del mundo. Presenta algunos casos como el de Australia, Botswana, Canadá, Corea, Holanda, Hong Kong, India, Indonesia, Inglaterra, Israel, Nigeria y Taiwán.

En síntesis, se observa que la formación en CTS en Europa y Estados Unidos ha constituido la base del modelo alternativo CTS. Este se presenta como una nueva alternativa hacia la innovación del proceso enseñanza - aprendizaje.

### 3.3 MODELO LATINOAMERICANA EN CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

La influencia y expansión que se presenta en América Latina es cataloga por Vacarezza (1998). Pasa de un status de movimiento al de campo, es decir, tiene una fundamentación interdisciplinar y multidisciplinar por determinados objetos o problema sociales afrontados.

En este sentido se concreta la panorámica de campo CTS en América Latina en la variedad de objetivos y problemas de análisis que contemplan en su matriz disciplinar. En esta área de trabajo

se agrupan temáticas que incluyen políticas científicas y tecnológicas, gestión tecnológica, proceso de innovación y cambio técnicos en el sector productivo, el progreso de las disciplinas y comunidades científicas, entre otras.

Por consiguiente, el movimiento CTS Latinoamericano presenta características que circundan entre el conocimiento epistemológico, campo de conocimiento, independencia de actuar de algunos sectores-investigación vs intervención organizacional, presentan independencia ideológica, que interactúa en la sociedad, generando tejido social.

De ahí que en el campo de la investigación presenta obstáculos por la inestabilidad política, oscurantismo ideológico, autoritarismo y baja inversión en materia de Investigación y Desarrollo. En el campo de la intervención pública se complejiza a partir de los actores sociales intervinientes. En el campo de la educación requiere de mayor atención en los procesos de educación del individuo, enfatizando en los problemas de la ciencia y la tecnología que permitan la intervención, comprensión. Kreimer (2015) muestra el proceso evolutivo en tres (3) generaciones: la primera representada por el Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Sociedad "PLACTS" centra su atención más en cuestiones políticas que académicas. La segunda que se ha ubicado fuera del contexto Latinoamericano, participó de la preocupación política y se posicionó en la institucionalización académica siendo contundente en la investigación rigurosa. La tercera se orienta a la formación de investigadores con énfasis académico.

A manera de síntesis, en América Latina la deliberación sobre CTS ha derivado más bien hacia la naturaleza de un campo de conocimiento, que hacia la conformación de un movimiento social. Los orígenes de la problemática de CTS, independiente de su enfoque o perspectiva hipotética parece estar

implicada con una militancia crítica de la ciencia y la tecnología.

## 2. PROPUESTA CTS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Para comenzar CTS se enfrenta a la visión tradicional o concepción heredada de la ciencia, según la cual la actividad científica tiene como fin el descubrimiento de nuevos conocimientos sobre la realidad, con lo que sería objetiva y neutral. En este sentido Muñoz (2014) expresa: "La concepción de ciencia y tecnología ha tomado relevancia dentro de los diferentes sectores sociales, ya sea académicos, empresarial o social, indicando la importancia de la alfabetización Científica y tecnológica" (p 62). por otra parte, Pineda (2014) se refiere a "la concepción lineal de la ciencia establecía una comunidad científica cuya responsabilidad con el medio se limitaba a la generación del conocimiento científico (...), listas para su uso, desestimando los efectos de no incluir la participación de los distintos agentes involucrados en la sociedad" (p 56).

Al considerar primero, que el núcleo central del enfoque CTS en la enseñanza de las ciencias es hacer explícitas las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. Con esto ha contribuido en gran medida a clarificar las relaciones existentes entre la filosofía de la ciencia, la más reciente filosofía de la tecnología, la historia de la ciencia y la tecnología, así como los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, desarrollados sobre todo a partir de los años setenta del siglo XX (Acevedo, 1997, Bernal, 1964; Bijker, Hughes y Pinch, 1987; Bunge, 1999; Echeverría, 1999; Cardwell, 1994; Iranzo y Blanco, 1999; González-García, López-Cerezo y Luján, 1996; Iranzo et al., 1995; Kranzberg, 1990; Lamo, González y Torres, 1994; Matthews, 1994; Mitcham, 1989; Smith y Marx, 1994; Solís, 1998; Vázquez, Acevedo, Manassero y Acevedo, 2001. (Acevedo, 2002, p 5-16).

En la segunda consideración, Ronald D. Archer (Garritz, 1994) expresa que, CTS se basa en el desarrollo de actividades enfocadas a la toma de decisiones, relacionadas con aspectos sociales del mundo “real” que tienen un contenido importante de ciencia y de técnica; el contenido científico se construye sobre una base de “necesidad de conocer”, que también provee al alumno de la capacidad de razonamiento crítico para considerar otros aspectos que serán de importancia en el siglo XXI.

En esta vía Wood-Robinson (1998) expresa que los ciudadanos que forman parte de la sociedad actual necesitan ser capaces de reconocer y comprender los avances que la Ciencia y la Tecnología ofrecen a la sociedad, ya que la clave está en el “para qué” es producido y, sobre todo, “para quién” se destinan los beneficios. Asimismo, Yager (1992), expresa que resulta esencial en el enfoque CTS dedicar esfuerzos para formar ciudadanos informados que sean capaces de tomar decisiones cruciales sobre problemas y asuntos actuales, y de emprender acciones personales derivadas de tales decisiones.

Razones por las cuales el enfoque CTS no es una forma especial de educación (como la educación ambiental, la educación para la salud, etc.); no es tampoco una manera de ordenar contenidos en el currículo o de seleccionarlos, son otras las vías que caracterizan a esta corriente CTS. “Es una reforma educativa que implica un cambio de gran alcance en el que los contenidos pierden su importancia relativa y el medio de instrucción resulta ser lo más relevante”. (Reyes, 2010, p 74)

Quedaría, pues, hacer un esfuerzo para diferenciar entre los contenidos disciplinares de los cursos de Ciencias, que encuentran su justificación en la lógica de las diferentes disciplinas científicas y en los conocimientos y habilidades requeridas en futuros estudios académicos, y los contenidos CTS cuyos criterios de selección intentan ajustarse a los

intereses y motivaciones del alumnado y a sus necesidades como futuros ciudadanos y ciudadanas (Fumagalli, 1995).

Se trata de diferencias que son tenidas en cuenta en la enseñanza CTS para la alfabetización científica y tecnológica. Por lo tanto, propone diversos objetivos, que van desde aquellos más centrados en los conocimientos hasta los que hacen mayor hincapié en los aspectos actitudinales y axiológicos (valores y normas), lo cual puede destinarse a: 1) Incrementar la comprensión de los conocimientos científicos y tecnológicos. 2) Potenciar los valores propios de la ciencia y la tecnología para poder entender mejor lo que éstas pueden aportar a la sociedad, prestando también especial atención a los aspectos éticos necesarios para su uso más responsable. 3) Desarrollar las capacidades de los estudiantes para hacer posible una mayor comprensión de los impactos sociales de la ciencia y, sobre todo, de la tecnología, permitiendo así su participación efectiva como ciudadanos en la sociedad civil. Este punto de vista es, sin duda, el que tiene mayor interés en una educación obligatoria y democrática para todas las personas.

En síntesis, el modelo alternativo CTS surge a partir de la necesidad de nuevas finalidades para la enseñanza de las ciencias en el siglo XXI. En este sentido, Mejía (2015) hace referencia a la alfabetización tecnológica en el ámbito del paradigma epistemológico, “capaz de asegurar, por esta vía, un enfoque semanticista desarrollado en correspondencia con la fundamentación de su conocimiento” (p 41). De esta forma, el acento en el cambio de concepción ciudadana de la ciencia, lleva a dirigir la atención sobre las concepciones de la ciencia que tienen los estudiantes. Aspecto este, importante de cara a valorar las aportaciones del enfoque CTS.

De ahí que, se proponga un innovador enfoque para la formación educativa, adecuada a la

concepción CTS, a partir de la actual sociedad del conocimiento y de la globalización de los mercados en correspondencia con la dinámica social.

El reto consiste en el fundamento curricular y la formación del profesorado para diseñar materiales curriculares a esta nueva concepción, experimentar su potencial pedagógico en el aula y evaluar su impacto en la formación del alumnado.

## 5. INTEGRACIÓN CTS EN EL CURRÍCULO ESCOLAR

Son diversos los planteamientos sobre la orientación educativa de la perspectiva CTS en las diferentes propuestas curriculares (Waks, 1990). Desde esta perspectiva la orientación educativa CTS facilita las innovaciones en los *currículos* de ciencia y tecnología en todos los niveles de enseñanza, de acuerdo con las nuevas finalidades para la educación científica y tecnológica que se precisan en el siglo XXI.

Así pues, en el ámbito educativo, la educación CTS implica y conlleva a una innovación del currículo (Acevedo 1997; Vázquez, 1999), destinada a promover una extensa alfabetización científica y tecnológica, de manera que se capacite a todas las personas para poder tomar decisiones responsables en cuestiones controvertidas, relacionadas con la calidad de las condiciones de vida en una sociedad cada vez más impregnada de ciencia y tecnología (Manassero, Vázquez y Acevedo, 2001).

En este sentido, debido a sus finalidades y objetivos, la educación CTS en secundaria suele considerarse, sobre todo, una innovación del currículo escolar (Acevedo 1997; Vázquez, 1999), que da prioridad a los contenidos actitudinales (cognitivos, afectivos y valorativos) y axiológicos (valores y normas), relacionados con la intervención de la ciencia y la tecnología en la sociedad (y viceversa). Su propósito

es formar personas capaces de actuar como ciudadanos responsables que puedan tomar decisiones razonadas y democráticas sobre estos problemas en la sociedad civil.

De ahí que, La introducción de CTS en el currículo escolar puede adoptar, según países distintas modalidades que se pueden sintetizar en: 1) *CTS como añadido curricular* bajo la forma de asignatura optativa u obligatoria, define su objetivo en transmitir al alumnado de diversas especialidades una conciencia crítica e informada sobre ciencia - tecnología, mostrando, por ejemplo, los límites ecológicos del desarrollo económico y tecnológico. 2) *CTS como añadido de materias*, ciencias particulares con añadido CTS de los temarios correspondientes; su objetivo en la modalidad educativa, es concienciar a los estudiantes sobre las consecuencias sociales y ambientales de la ciencia y la tecnología. 3) *Ciencia-Tecnología a través de CTS*, consiste en reconstruir los contenidos de la enseñanza de la ciencia y la tecnología a través de una óptica CTS, cuyo objetivo esta en capacitar al estudiante en el uso y comprensión de conceptos científicos (González García et al., 1996; Sanmartín et al., 1992).

Modalidades que se aplican proporcionalmente en mayor o menor media en los contextos educativos tradicionales; por ejemplo, se logra posicionar los conocimientos sobre CTS como añadido curricular inicialmente, para continuar con la implementación de las demás modalidades. Esto implica que el modelo de formación se inserte en las propuestas planteadas desde los enfoques.

En síntesis, la integración CTS en el curriculum en los países desarrollados es un hecho, pues se presenta en las diferentes opciones, pero al mismo tiempo presenta en su temática un abanico de propuestas que son tema de discusión actualmente. En este sentido se incorpora la presente exploración en innovar el

área de Tecnología e informática mediante la implementación del innovador enfoque CTS a través de la formación de maestros y en el diseño de materiales curriculares para la formación en CTS.

## 6. ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE EN LA EDUCACIÓN CTS

Los diferentes argumentos epistemológicos, ideológicos y psicológicos en relación con la naturaleza del conocimiento escolar, tienen su correspondiente reflejo en las diferentes tendencias didácticas presentes, tanto en el ámbito de las ciencias de la naturaleza como de las ciencias sociales. Así podemos identificar distintas líneas de trabajo: Enfoque academicista; Propio de la enseñanza tradicional de la ciencia. (García, 1998); Enfoque del cambio conceptual. Se propone la sustitución, mediante la instrucción, de las ideas instintivas de los alumnos por las ideas científicas.

Como contenidos de formación, Gil (1994), plantea: 1) Contenidos conceptuales, en los que se pretende sustituir el conocimiento cotidiano por el científico. 2) La metodología científica, en la que se pretende sustituir los procedimientos propios del conocimiento cotidiano por los procedimientos propios de la ciencia. 3) "Hacer" ciencia, a partir de la resolución de problemas entendida como investigación, enfoque que pretende propiciar un cambio conceptual, actitudinal y metodológico en el pensamiento de los alumnos, para aproximarlos al conocimiento científico. 4) Papel que desempeña la ciencia en la sociedad, en la que se pretende que el alumno comprenda la función social de la ciencia, las interacciones ciencia-tecnología-sociedad.

Al contrastar los cuatro contenidos de formación se presentan grandes diferencias entre ellos, tanto epistemológicas como didácticas, pero tienen una característica común: el marco de referencia básico para la determinación del conocimiento escolar es el conocimiento científico. En las tres

primeras, la meta a alcanzar es la ciencia, pues los sujetos tienen que cambiar sus ideas para aproximarlas a las ideas científicas. La cuarta opción plantea una preocupación por la función social de la educación, que la caracteriza como una tendencia intermedia entre las tres anteriores y las opciones más interdisciplinarias y globalizadoras (García, 1998).

En este caso, el cuarto contenido de formación señalado en las relaciones ciencia-tecnología-sociedad (CTS), se sitúa en un amplio movimiento, desarrollado en la última década en el ámbito de las ciencias experimentales. Ya que, hace la revisión del papel que debe tener la ciencia en la determinación del conocimiento escolar, en el que se cuestiona el supuesto de que hay que sustituir sin más el conocimiento cotidiano por el científico.

En este sentido, Polán (1993) expresa "una enseñanza de las ciencias para todos los ciudadanos que, lejos de plantearse como una fuente de futuros científicos, se concibe como un medio para democratizar el uso social y político de la ciencia" (p 69). En esta línea, se señala que el currículo obligatorio debe propiciar, más que la formación de futuros científicos, la educación de los ciudadanos en una cultura científica básica, capacitándolos para interpretar los fenómenos naturales y para actuar de forma crítica y responsable ante los problemas sociales relacionados con la ciencia (Del Carmen, 1994).

Por tanto, parece que empieza a haber un cierto consenso en que la enseñanza de la ciencia debe presentar una ciencia que no sea exclusivamente analítica, que no sea lineal, sino integradora; no reduccionista sino compleja; que no sea neutra ni aséptica, que se contextualice e involucre en la problemática socioambiental, que sea útil para un tratamiento adecuado de dichos problemas. Que sea progresista y liberadora, de forma que la cultura científica posibilite la formación de ciudadanos más críticos con la actuación de los técnicos y capaces de gestionar

su entorno, que enfrente los problemas abiertos y ambiguos que plantea la realidad, que suponga la democratización del uso social y político de la ciencia (García et. al., 1998).

En síntesis, el cuarto contenido de formación (CTS) propone la reorganización del conocimiento cotidiano de los sujetos, en el sentido de hacerlo más complejo, integrando e incorporando las aportaciones de muy diversas fuentes y no sólo del conocimiento científico, planteando la sustitución no de lo cotidiano por lo científico, sino de lo simple por lo complejo (que exista la interdependencia ente el conocimiento cotidiano, el conocimiento científico y conocimiento técnico-práctico). En otras palabras, "ciencia para todos" asumida por un currículo disciplinar que parte de la lógica de ciencias concretas (Gil, 1994).

En años recientes, se formulan mejoras al modelo último que pretenden cubrir nuevas exigencias sociales desde la globalización de los mercados y la sociedad del conocimiento. Martín y López (1998) presentan una propuesta que incorpora dos aspectos igualmente relevantes para responder a las intenciones de comprensión del fenómeno tecnocientífico y de participación social en su desarrollo.

En primer lugar, debe plantear sustantivamente una comprensión de la ciencia, la tecnología y la sociedad, así como sus correspondientes interacciones tanto en el plano conceptual como en su desarrollo histórico.

En segundo lugar, la presencia de la materia en los currículos de diferentes países se debe, en buena medida, a que la propia naturaleza del movimiento CTS (en concreto la llamada *Baja Iglesia* en la terminología de Fuller) ha propugnado su implantación educativa como forma de estimular la responsabilidad pública y propiciar la participación social en las decisiones sobre el desarrollo tecnocientífico. En este sentido, la educación en CTS no puede reducirse

a un corpus teórico, sino que debe incorporar el carácter activo propio del trabajo directo sobre diversos casos reales de interacción entre desarrollo tecnocientífico y sociedad.

Además, la articulación de los contenidos y la organización de las actividades de la propuesta didáctica para la materia de "Ciencia, Tecnología y Sociedad" en el Bachillerato, se adhiere a la propuesta de investigación planteada en torno a el currículo, formación de maestros y el diseño de materiales curriculares para la formación en CTS.

En la educación CTS se utilizan actividades que suponen una gran implicación personal para el alumnado y que sirven para desarrollar programas de enseñanza y elaborar proyectos curriculares en los que se presta más atención a centros de interés de los estudiantes que a otros puntos de vista más academicistas.

A partir de problemas de interés social de la ciencia y la tecnología, que incluyen tanto sus posibles efectos beneficiosos como los riesgos potenciales, la enseñanza CTS supone utilizar, entre otras, las siguientes estrategias de enseñanza-aprendizaje, señaladas, entre otros, por Acevedo (1996), Membiela (1995) y San Valero (1995): 1) Resolución de problemas abiertos incluyendo la toma razonada y democrática de decisiones. 2) Elaboración de proyectos en pequeños grupos cooperativos. 3) Realización de trabajos prácticos de campo. 4) Juegos de simulación y de "roles" (*role-playing*). 5) Participación en foros y debates. 6) Presencia de especialistas en el aula, que pueden ser padres y madres de la comunidad educativa. 7) Visitas a fábricas y empresas, exposiciones y museos científico-técnicos, complejos de interés científico y tecnológico, parques tecnológicos, etc. 8) Breves períodos de formación en empresas y centros de trabajo. 9) Implicación y actuación civil activa en la comunidad.

Por lo tanto, la puesta en práctica de este

tipo de orientación curricular conlleva de manera paulatina y gradual a la introducción de contenidos CTS en la propuesta curricular. Además, permite a los maestros y formadores de docentes: 1) Promover el interés de los alumnos por establecer las conexiones entre la ciencia, sus aplicaciones tecnológicas y los objetos y fenómenos de la vida cotidiana. 2) Seleccionar los temas y las aplicaciones científicas que fueran socialmente más relevantes para la vida de los alumnos. 3) Generar espacios para que los alumnos reflexionaran acerca de las implicaciones sociales y éticas que los productos de la ciencia y el uso de la tecnología conlleva. 4) Favorecer que los alumnos comprendieran la naturaleza de la ciencia y del trabajo científico. 5) Estas estrategias de enseñanza permiten transmitir no sólo contenidos conceptuales actualizados y relevantes, sino también contenidos metodológicos o procedí mentales y contenidos actitudinales acordes con los del modo de producción del conocimiento científico (González, M. y otros 1996).

Para que dichas estrategias se puedan llevar a cabo eficaz y planificadamente, se requiere un esquema de capacitación de profesores absolutamente diferente del tradicional, que contemple actividades de planeación del trabajo, estrategias metodológicas, actividades estudiantiles y técnicas de enseñanza innovadoras.

En suma, cabe recordar que, en la educación CTS suele utilizarse una gran diversidad de estrategias y técnicas de enseñanza. Aunque, para Membiela (1995), ninguna es exclusiva de la enseñanza con orientación CTS. La variedad metodológica de las clases CTS es mayor que en otros casos (Hofstein, Aikenhead y Riquarts, 1988).

## 7. PAUTA DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO

En este punto se trata los aspectos concernientes

a la capacitación del profesorado en congruencia con lo planteado anteriormente.

En Europa (occidental) año 2007, se impartieron cursos experimentales para la formación de docentes en el enfoque CTS propuesto en el Campus Virtual OEI (Organización de los Estados Iberoamericanos) en España, los cuales han servido de factor multiplicador del nuevo enfoque orientado a educadores (de la básica, media y universitarios) a través de la educación virtual, hecho que permite la universalidad de la proyección CTS hacia la educación. Esta formación se extiende a diferentes países de Latinoamérica.

La formación impartida y recibida por el profesorado sobre CTS se marca como objetivos: 1) Desarrollar hábitos de investigación sobre temas tecnocientíficos socialmente relevantes a partir de la búsqueda, selección, análisis y valoración de las diversas informaciones disponibles. 2) Comprender las dimensiones valorativas y las controversias presentes en los desarrollos tecnocientíficos y asumir la necesidad de la participación pública en las decisiones que los orientan y controlan. 3) Participar en procesos simulados de toma de decisiones sobre temas de importancia social, en los que las informaciones y valoraciones tecnocientíficas se contrasten en el marco de un trabajo cooperativo, dirigido a ofrecer argumentos racionales para el debate público en torno a las alternativas posibles. 4) Desarrollar un proceso experimental en el uso de Internet como mecanismo de Formación continua de docentes. Aspecto que redundará en las motivaciones del profesorado CTS.

## COMENTARIOS FINALES

En este estudio se logra entender el origen del Modelo Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) desde las diferentes perspectivas, que desarrollan dinámicas de formación en el contexto del siglo XXI globalizado, es decir, es un referente para el contexto educativo que

impacta en los entornos, apropiando realidades concretas de aprendizaje y aspectos relevantes en su enseñanza.

De ahí que en la enseñanza de la ciencia se establece como un enfoque alternativo que permite realizar ajustes en el currículo, en la formación de docentes y en el diseño de materiales curriculares. Por otra parte, es un reto a nivel pedagógico porque implica innovar los materiales curriculares y la forma de enseñar para descubrir su potencial pedagógico en el aula y su impacto en la formación del alumnado en lo concerniente a la alfabetización científica.

Al tener como evidencia la integración CTS en el currículo en países desarrollados se torna como un referente para su implementación a través de las modalidades propuestas y realizar abordajes temáticos a partir de las diferentes opciones. En este mismo sentido se debe aprovechar las estrategias de enseñanza-aprendizaje en la educación CTS para romper la linealidad; constituyéndose propositivamente en contenidos, metodologías que redundan en un cambio conceptual, actitudinal en el pensamiento del alumnado.

Por lo tanto, la formación del profesorado es un requisito fundamental, dado los argumentos de pesos expuestos para regular y potenciar el quehacer pedagógico y la internalización de los aprendizajes y su enseñanza.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Acevedo, J.A. (1996). *La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema. Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), 35-44. Recuperado de <http://www.bib.uab.es/pub/ensenanzadelasciencias/02124521v16n3p409.pdf>.

Acevedo, J.A. (1996). *La formación del profesorado de enseñanza secundaria y la educación CTS. Una cuestión problemática*. Revista Interuniversitaria de Formación del

Profesorado, 26, 131-144.

Acevedo, J.A. (1997a). *Cómo puede contribuir la Historia de la Técnica y la Tecnología a la educación CTS*. En R. Jiménez y A. Wamba (Eds.): *Avances en la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 287-292. Huelva: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva. En línea con el título *¿Qué puede aportar la Historia de la Tecnología a la educación CTS?* en Sala de Lecturas CTS+I de la OEI, 2001. Recuperado de <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo3.htm>.

Acevedo, J.A. (1997b). *¿Publicar o patentar? Hacia una ciencia cada vez más ligada a la tecnología*. *Revista Española de Física*, 11(2), 8-11. En línea en Sala de Lecturas CTS+I de la OEI, 2001. Recuperado de <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo4.htm>.

Acevedo, J.A. (2000). *Algunas creencias sobre el conocimiento científico de los profesores de Educación Secundaria en formación inicial*. *Bordón*, 52(1), 5-16. En línea en Sala de Lecturas CTS+I de la OEI, 2003. Recuperado de <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo18.htm>.

Acevedo, J.A. y Acevedo, P. (2002). *Creencias sobre la naturaleza de la ciencia. Un estudio con titulados universitarios en formación inicial para ser profesores de Educación Secundaria*. En línea en *Revista Iberoamericana de Educación*, Edición electrónica De los Lectores. Recuperado de <http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/244Acevedo.PDF>.

Aikenhead, G.S. (1994). *What is STS science teaching?* En J. Solomon y G. Aikenhead (Eds.), *STS education: International perspectives on reform*, pp. 47-59. New York: Teachers College Press. Recuperado de <http://www.usask.ca/education/people/>

aikenhead/sts05.htm>.

Baigorri A.A. (1995). "Apuntes para una sociología del ruido". Congreso Nacional de Sociología. Granada.

Barnes, B. (1987). *Sobre ciencia*, Barcelona: Labor.

Barnes, B. (1986). *T. S. Kuhn Ciencias Sociales*. Consejo Nacional de ciencia y Tecnología. México: Fondo de cultura económica.

Bernal, J.D. (1964). *Science in History*. London: Watts. Traducción de J.R. Capella (1967): *Historia social de la ciencia*. Barcelona: Península.

Bijker, W.E., Hughes, T.P. y Pinch, T.J. (eds.) (1987): *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge (USA): The MIT Press. Citado por [Juan M. Iranzo](#), [Alberto Cotillo-Pereira](#) y [José R. Blanco](#). Una aproximación a la Bibliografía de los Estudios Sociales de la Ciencia y de la Tecnología. Recuperado de <http://www.ucm.es/info/nomadas/0/bibliosoc.htm>.

Bunge, M. (1966). *Technology as applied science*. *Technology and Culture*, 7(3), 329-347.

Caamaño, A. y Vilches, A. (2001). *La alfabetización científica y la educación: CTS: un elemento esencial de la cultura de nuestro tiempo*. Actas del VI Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias. Retos de la enseñanza de las Ciencias en el siglo XXI. Tomo 2, (pp. 21-22), Barcelona: ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona.

Cardwell, D. (1994). *The Fontana History of Technology*. London: Harper Collins Publishers. Traducción castellano (1996): *Historia de la Tecnología*. Madrid: Alianza.

Collins, H. y Pinch, T. (1993) "El Sol en un tubo de ensayo: la historia de la fusión fría" en *El gólem: Lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia*. Barcelona: Crítica, 1996, pp. 73-96.

Cutcliffe, S.H. (1990). *Ciencia, tecnología y sociedad: un campo interdisciplinar*. En M. Medina y J. Sanmartín (Eds.): *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, pp. 20-41. Barcelona: Anthropos.

Del Carmen, L. (COORD.) (1994). *Materiales curriculares*. Alambique, 1, 6.

Echeverría, J. (1999). *Introducción a la metodología de la ciencia. La filosofía de la ciencia en el siglo XX*. Barcelona: Cátedra.

Fumagalli, A. (1995) *Il Reale nel Linguaggio. Indicalità e Realismo nella Semiotica di Peirce*. Milán: Vita e Pensiero. B.81.035 y ejemplar en GEP.

García, J.E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares "análisis e interpretación de las cuatro propuestas aplicados al ámbito escolar desde la didáctica"*. 1ªed. colección. Serie fundamentos "Investigación Educativa". Sevilla, España: Editorial DIADA.

Garriz, A. (1.994). *Ciencia-Tecnología-Sociedad: a diez años de iniciada la corriente "Aportaciones y opiniones sobre la enseñanza de la química en el nivel medio superior"*. OEI - Programación- CTS+I. Sala de lectura.

Gil, D. (1994). *Diez años de investigación en didáctica de las ciencias. Realizaciones y perspectivas*. *Enseñanza de las Ciencias*, 12, 154-164.

González García, M. et al. (1996). *Ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid: Tecnos, pp. 95 ss. 18.

- González García, M., López Cerezo, J.A., y Luján, J.L. (eds.) (1997). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: lecturas seleccionadas*. Barcelona: Ariel.
- González García, M.; López Cerezo, J.A., y Luján, J.L. (1996). *Ciencia, Tecnología Y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos.
- Hofstein, A., Aikenhead, G. & Riquarts, K. (1988). *Discussions over STS at the Fourth IOSTE Symposium*. International Journal of Science Education, 10(4), 357-366.
- Iranzo, J.M. (1.995) (ed.): *Sociología de la ciencia y la tecnología*. Madrid: CSIC.
- Iranzo, J.M. y Blanco, J.R. (1999). *Sociología del conocimiento científico*. Madrid: CIS.
- Kreimer, P. (2015) La ciencia como objeto de las ciencias sociales en américa latina: investigar e intervenir. Cuadernos del pensamiento Crítico Latinoamericano. No 27 segunda Época. p.3. <http://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/se/20151015112309/CuadernoPCL-N27-SegEpoca.pdf>
- Latour, B. (1987). *Science in Action*. Harvard University Press. Cambridge: Massachusetts.
- Latour, B. Y Woolgar, S. (1979). *Laboratory Life: The Social Construction of Scientific Facts*. Londres: Sage. 2ª edición (1986). Princenton, NJ: Princenton University Press. Traducción de E. Pérez.
- Layton, D. (1988). *Revaluating the T in STS*. International Journal of Science Education, 10(4), 367-378.
- Manassero, M.A., Vázquez, A. y Acevedo, J.A. (2001). *Avaluació del temes de ciència, tecnologia i societat*. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.
- Martín Gordillo, M. y López Cerezo, J.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.
- Martins, I.P. & Membiela, P. (2001). *La problemática integración de CTS en los sistemas educativos portugués y español*. VI Congreso Internacional sobre investigación en la didáctica de las ciencias. Retos de la enseñanza de las ciencias en el siglo XXI, Tomo II, pp. 23-24. Barcelona: ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona. Citado por Aurelia Caamaño e Isabel
- Membiela, P. (1995). *Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales*. Alambique, 3, 7-11.
- Caamaño, A. & Martins I.P. (2005). Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología -Sociedad en los inicios del siglo XXI. Bloque 2. Perspectivas del profesorado: *Repensar los modelos de innovación curricular, investigación didáctica y formación del profesorado para mejorar la enseñanza de las ciencias en las aulas desde una perspectiva CTS*. 49-55
- Mejía, G.P. y Quintero, C.C. (2015) PARADIGMA: el desaprender para volver a aprender desde la alfabetización tecnológica. 1ed. Colombia. Editorial USC. p 41
- Muñoz, G.A. (2014). Comprensión sobre la naturaleza de la ciencia en la enseñanza de las ciencias desde el enfoque ciencia, tecnología y sociedad. *TRILOGIA. Ciencia, Tecnología y sociedad*, 6(11), 61-76.
- Pineda, L. (2014). Elementos para la construcción colectiva de modelos tecno-científicos en el

- contexto de la relación entre la universidad, la empresa y el Estado. Revista CTS, nº 26, vol. 9, Mayo de 2014 (pág. 55-77). [http://www.revistacts.net/files/Volumen\\_9\\_Numero\\_26/Finales/LondonoFINAL.pdf](http://www.revistacts.net/files/Volumen_9_Numero_26/Finales/LondonoFINAL.pdf) (consultado, Noviembre 7, 2015)
- Porlán R, (1993<sup>a</sup>). *Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Diada.
- Prieto, T. (1997) *La Ciencia-Tecnología-Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias*. En: Cebrián, M. y Galindo, J.A. (coords.). Ciencia, Tecnología y Sociedad. Una aproximación multidisciplinar. Innovación Educativa. ICE y SPICUM. Málaga. pp. 127-139.
- Quintero, C (2010) Enfoque Ciencia Tecnología y Sociedad (CTS): Perspectivas educativas para Colombia. Revista del Instituto de Estudios en Educación Universidad del Norte [Revista en Línea] 12. Disponible en: <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/zona/article/viewFile/1151/719> [Consulta, 2015, Agosto 6]
- Pérez, R.R. (2010). Ciencia, Tecnología y Sociedad: Desde la Perspectiva de la EDUCACIÓN. Editor: Palibrio, p 74.
- Pérez, R.R. (2010). Ciencia, Tecnología y Sociedad: Desde la Perspectiva de la EDUCACIÓN. Editor: Palibrio, p 74.
- San Valero, C. (1995). *El Proyecto Genoma Humano, sus implicaciones sociales y la Biología de Bachillerato*. Alambique, 3, 109-115.
- Smith, M.R. y Marx, L., Eds. (1994). *Does technology drive history? The dilemma of technological determinism*. Cambridge, MA: MIT Press. Traducción castellana (1996): Historia y determinismo tecnológico. Madrid: Alianza.
- Solbes, J. y Vilches, A. (1992). *El modelo constructivista y las relaciones Ciencia, Técnica, Sociedad (C.T.S)*. Enseñanza de las Ciencias, 10(2), 181-186.
- Solbes, J. y Vilches, A. (1995). *El profesorado y las actividades CTS*. Alambique, 3, 30-38.
- Solís, C., Comp. (1998). *Alta tensión: Historia, filosofía y sociología de la ciencia*. Barcelona: Paidós.
- Spector, B., Strong, P. & Laporta, T. (1998). *Teaching the nature of science as an element of science, technology and society*. En W.F. McComas (Ed.). The nature of science in science education. Rationales and strategies (pp. 267-276). Netherland: Kluwer Academic Publishers.
- 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, Septiembre-Diciembre, p.p. 13-40*.
- Vázquez, A. (1999). *Innovando la enseñanza de las ciencias: El movimiento ciencia-tecnología-sociedad*. Revista del Collegi Oficial de Doctors i Llicenciats de Balears, 8, 25-35.
- Vázquez, A. y Manassero, M.A. (1999). *Características del conocimiento científico: creencias de los estudiantes*. Enseñanza de las Ciencias, 17(3), 377-395.
- Vázquez, A., Acevedo, J.A., Manassero, M.A. y Acevedo, P. (2001). *Cuatro paradigmas básicos sobre la naturaleza de la ciencia. Argumentos de Razón Técnica*. Revista Iberoamericana de Educación. Recuperado de <<http://www.campus-oei.org/revista/rie28a02.PDF>>.
- Vilches, A. (1993). *Las interacciones CTS y la*

*enseñanza de las ciencias físico- químicas.*

Tesis doctoral no publicada. Universidad de Valencia- El Movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias. José Antonio Acevedo Díaz, Ángel Vázquez Alonso y María Antonia Manassero.

Waks, L. (1990). *Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos intelectuales*". En: Medina, Manuel, y Sanmartín, José, Ciencia, tecnología y sociedad, Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública. Barcelona: Anthropos.

Woolgar S. (1988) *Knowledge and Reflexivity: New Frontiers in the Sociology of Knowledge*. Sage.

Yager, R.E. & Tamir, P. (1993). STS Approach: Reasons, Intentions, Accomplishments, and Outcomes. *Science Education*. 77(6), 637-658.

Yager, R.E., Ed. (1992). *The Status of STS: Reform Efforts Around the World*. ICASE Year Book. Petersfield: ICASE.