
Marlene Ochoa de Toledo

**Experiencias de un curso
CTS a nivel de pre-grado en
el Instituto Pedagógico de
Caracas**

e

Resumen

La presente investigación trata sobre la experiencia de nueve años con el curso de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) a nivel de pregrado. La metodología utilizada fue la cualitativa y, para la cual, se diseñaron diversos instrumentos: reflexiones, redes CTS, pruebas para concepciones previas y posteriores al curso. La comparación entre pre-test y post-test y, el análisis de contenido de la reflexión final del curso, han permitido evidenciar el aprendizaje significativo por parte de los estudiantes y la adquisición de una actitud crítica ante la ciencia y la tecnología, lo que permite concluir que el enfoque es una alternativa altamente recomendada para la enseñanza de las ciencias.

Palabras Clave: CTS, enseñanza de la ciencia.

CTS experiences of a course to undergraduate level at the Instituto Pedagógico de Caracas

Abstract

This research is about the experience of nine years with the course of Science, Technology and Society (STS) at undergraduate level. The methodology used was qualitative which were designed with various instruments: reflections, STS networks, testing concepts for pre-and post-course. The comparison between pre-test and post, and content analysis of reflection end of the course, have helped demonstrate the significant learning by students and the acquisition of a critical attitude to science and technology, which leads to the conclusion that the approach is a highly recommended alternative to science education.

Key Words: STS, teaching of science.

Enviado: 09/05/2008

Aprobado: 27/06/2008

1 Profesora titular de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas (UPEL-IPC). Investigador del Centro de Investigaciones de Ciencias Naturales (CICNAT IPC). marlene8toledo@gmail.com

Introducción

El optimismo que existía luego de la Segunda Guerra Mundial, cuando el progreso científico era visto como sinónimo de bienestar social, desapareció en las décadas de los 60 y 70 ante ciertas catástrofes provocadas por la tecnología, los movimientos ecologistas y las protestas públicas contra el uso civil y militar de la energía nuclear (López, 1999). En este contexto se plantea el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) (Yager, 1990; Yager, 1993; Membiela, 1995), donde la ciencia representa el conocimiento, producto de las investigaciones científicas; la tecnología, toda la serie de herramientas y procesos que resultan de la aplicación del conocimiento científico; y la sociedad, el contexto que es influido y que, a su vez influye, en la ciencia y la tecnología (Pytlik, Lauda y Johnson, 1978; López, 1999).

Actualmente más de mil colegios incluyen cursos en el área de CTS, término que fue acuñado por John Ziman en 1980 (Yager, 1993). Desde el punto de vista didáctico se acerca a la propuesta de Vygotsky al considerar los factores sociales como fundamentales para el aprendizaje de las ciencias; además, es un campo de estudio ya que puede incluir filosofía, historia de la ciencia, sociología del conocimiento, políticas públicas en ciencia y tecnología, etc. (Ayús, 2002). CTS está enmarcado dentro del constructivismo y es considerado en el campo de la Didáctica como un *movimiento*, ya que puede emplearse como modelo metodológico, como criterio de secuenciación curricular (*Objetivos y lineamientos generales*) y como fundamento de la concepción de ciencia escolar (Tricárico, 2003). Se plantea como un enfoque cuyos objetivos son:

- Promover la alfabetización científica.
- Estimular la vocación por el estudio de la ciencia y la tecnología y, a la vez, fomentar la responsabilidad crítica.

- Contribuir a salvar el abismo existente entre la cultura humanista y la cultura científico-tecnológica (Rodríguez, 2002; Yager, 1990; Yager, 1993).

En Venezuela, CTS aún no se ha popularizado en la enseñanza de las ciencias. Algunas razones que lo explican podrían ser:

- 1) En la mayoría de los países latinoamericanos, la ciencia y la tecnología son áreas bastante descuidadas (Lafuente y Genatios, 2002; Organización de Estados Iberoamericanos, OEI, 1999; Cifuentes y Golowash, 2002). El aporte tecnológico se ve reflejado en empresas petroleras, en la petroquímica, en la creación de infocentros; pero, en líneas generales, se tienen muchas deficiencias en investigación. Sin embargo, en los últimos años, ha comenzado una promoción a través de la Misión Ciencia (estudios de postgrado) y de convenios entre empresas y universidades por la Ley de Ciencia y Tecnología (LOCTI); quizás es el momento para promover la ciencia y la tecnología a través de la educación.
- 2) La gran mayoría de los docentes sigue manteniendo sus metodologías conductistas a pesar de la incorporación de los contenidos actitudinales por parte del Ministerio de Educación. La preparación del docente en el enfoque CTS podría solventar el problema; pero no hay cursos de CTS en todas las universidades; tampoco hay cursos de actualización en CTS para los profesores en ejercicio. Por otra parte, la didáctica de la especialidad no ayuda o no existe, por lo que se dan conceptos y estrategias generales que el futuro docente no sabe cómo aplicar en su práctica diaria.
- 3) En cuanto a los textos en ciencias para la educación básica y media diversificada, la gran mayoría sigue la estructura expositiva que no ofrece alternativas para el docente.

El problema de la enseñanza de las ciencias se ha acentuado ante las nuevas propuestas de modificar el currículo. Éstas comenzaron por la educación por proyectos y la que está en discusión actualmente (año 2008), que incluye educación por áreas. En ambos casos, la educación científica es contextualizada, por lo que aunque no se menciona, supone como eje transversal al enfoque CTS. La presente investigación tiene como objetivo mostrar resultados de la aplicación de un curso CTS a nivel de pregrado a fin de considerar CTS como enfoque alternativo para la enseñanza de las ciencias.

Antecedentes

En los años 70, se producen numerosas propuestas para desarrollar un planteamiento más crítico y contextualizado de la enseñanza de la ciencia, tanto en enseñanza superior como en enseñanza secundaria (Acevedo, Vázquez y Manassero 2003). Entre los países pioneros estaban los Estados Unidos, el Reino Unido y los Países Bajos (López, 1999). Hoy en día se incluyen: Alemania, España, Canadá, Australia y Latinoamérica (Acevedo y col., 2003).

Yager (1990) señala que la aplicación del enfoque CTS permite que los estudiantes relacionen la ciencia con la vida diaria, se involucren con problemas sociales, vean la ciencia como una vía para resolver problemas, y puedan hacer relaciones con nuevas situaciones. Caseau y Norman (1996) en cursos universitarios para maestros, evidencian mayor interés y participación con la comunidad y el ambiente. Y, en 1995, Yukish, McLaren y Yorks trabajan con alumnos de quinto grado en Pensilvania, quienes identifican problemas CTS locales pertinentes con consecuencias globales.

Por su parte, en Venezuela, Daniel Gil hace énfasis en la necesidad de un currículo centrado en las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad (Ministerio de Educación, 1997). De hecho en el programa de Ciencias de la Naturaleza y Tecnología para la Primera Etapa de Educación Básica (Ministerio de Educación, 1997) se plantea el eje transversal Valores, mientras que para la Tercera Etapa se incorpora el eje Ambiente (Ministerio de Educación, Venezuela, 1998a). Para la Educación Media Diversificada y Profesional, se propone un curso denominado *Grandes Temas* que incluye Globalización e Impacto del Desarrollo Tecnológico (Ministerio de Educación, Venezuela, 1998b).

A nivel superior, entre 1988 y 1990, en el Instituto Pedagógico de Caracas se dictó un curso electivo denominado Ciencia, Tecnología y Sociedad. La *justificación* del curso era “Lograr que los egresados fueran capaces de analizar las implicaciones bio-psicosociales del progreso científico y tecnológico, a través de las interacciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad, en el mundo moderno”.

Lo anteriormente expuesto son antecedentes de los cursos actuales: *curso de Ciencia, Tecnología y Sociedad* en la Universidad Pedagógica Experimental Libertador como obligatorio en el área de Biología y de Química, como

opcional para Integral y como obligatorio en las Maestrías en Enseñanza de la Ciencia. Un curso similar se dicta en la Universidad Simón Bolívar como general. La Universidad Católica lo ha incorporado en la Escuela de Educación en la especialidad de Biología y Química como Seminario. Cursos similares, denominados Ciencia y Tecnología, existen en el Instituto Universitario Rodolfo Loreto Arismendi (IUTIRLA), y, en el Colegio Universitario Monseñor de Talavera.

Metodología

Es una investigación de campo cuasi experimental. La muestra incluye todos los estudiantes de Biología y de Química que han cursado CTS en nueve años. El procedimiento incluye el diseño y aplicación de distintos instrumentos para la recolección de datos:

1. Prueba de entrada de los estudiantes para conocer sus concepciones sobre la ciencia y su objetividad, la tecnología, el enfoque CTS, imagen de un científico.
2. Prueba de salida de los estudiantes para conocer sus concepciones luego del curso.
3. Redes como instrumentos para evaluar las interacciones CTS que realizan los estudiantes a partir de un tema.
4. Reflexión final del curso. Instrumento autoevaluativo sobre el aprendizaje en el curso.
5. Seguimiento del uso del enfoque CTS que han hecho los estudiantes en cursos posteriores: Fase de Proyecto, Fase de Ida, Postgrado.

Resultados y discusión

En el siglo XXI, la educación debe contribuir con la formación de nuevos científicos y tecnólogos, los que deben, a su vez, ser ciudadanos capaces de medir los impactos de la ciencia y la tecnología; no sólo se habla de los impactos presentes, sino de los impactos futuros; al respecto, los países menos desarrollados están en desventaja; los progresos de la ciencia son mayores en los países desarrollados, lo que establece mayores diferencias con los no

desarrollados y una mayor dependencia de los últimos por los primeros (Gagliardo, 2002).

En la actualidad las instituciones educativas de nivel superior se caracterizan por su rol “profesionalizante”; sin embargo, el rol requerido en la actualidad es el de productor de conocimientos para lo cual se requiere una visión integradora de las funciones universitarias; la extensión tendría un rol fundamental al ser el contacto con el entorno tanto para conocer las necesidades del mismo, como para difundir los productos generados en la investigación; la docencia debería ser el más poderoso estímulo para el desarrollo de la investigación, considerando que la mayor producción investigativa en los países latinoamericanos proviene de las instituciones de educación superior.

A pesar de que muchos de los datos están siendo actualmente tabulados y sometidos a análisis de contenido para su interpretación, los resultados obtenidos hasta ahora apoyan el uso de CTS para lograr la educación del siglo XXI.

1. En cuanto a la prueba de entrada de los estudiantes para conocer sus concepciones previas, los resultados muestran desconocimiento de la integración de disciplinas, de las diferencias entre ciencia y tecnología, imagen de la investigación y de los científicos no acordes con la realidad y poca consideración contextual de los contenidos con la vida diaria. Esto evidencia la visión de una educación reduccionista, con el predominio de los contenidos conceptuales, con poco énfasis sobre los contenidos procedimentales y menos aún sobre los actitudinales.
2. En la prueba de salida en la que se evalúan los mismos ítems luego del curso, los estudiantes evidencian cambios en sus concepciones acerca de la ciencia y la tecnología, identificación de los problemas del entorno que pueden ser abordados por la ciencia y la tecnología y la importancia de las diferentes disciplinas para ese abordaje.
3. Estos cambios se explican por el enfoque CTS cuya ventaja radica en el uso de los contenidos actitudinales como vía para lograr la motivación de los estudiantes. Sin duda, esta motivación es importante para el estímulo hacia la investigación, lo cual representa uno de los objetivos fundamentales de la educación actual; a través de CTS, el estudiante es capaz de ver la ciencia y la tecnología como vías que permiten la solución de problemas y como vías para crear nuevos problemas. En este sentido, se abre el panorama

de posibles temas a ser investigados lo que genera la motivación a investigar; estos posibles temas son tomados de los resultados de la misma investigación (institucional, local, nacional, mundial, etc.). Si dentro de los temas considerados se incluyen las problemáticas institucionales y locales, sin duda que la docencia está permitiendo la difusión de problemas los cuales están sujetos a discusiones en el aula. En este sentido, CTS está contribuyendo a lograr la pertinencia de los intereses investigativos; está logrando la conexión con la función extensión que recoge las demandas sociales; y está logrando la conexión con investigación ya que se despierta el interés por investigar acerca de esos problemas.

4. Las redes CTS como instrumento han resultado muy efectivas para evaluar las interacciones CTS, para planificar una clase y presentar una temática determinada. A través de las redes se valoran por igual las ciencias naturales y las ciencias sociales, lo que permite contextualizar la ciencia y valorar el impacto positivo y negativo de la misma, lo que contribuye a la formación de habilidades para la investigación, las cuales deben ser adquiridas en las universidades. De hecho, un ejemplo concreto se presenta en España aunque no está referido a la educación superior universitaria: la introducción de la materia CTS en enseñanza secundaria, desde 1993, ha constituido el mejor estímulo para incentivar la investigación en la universidad. Este hecho en los países latinoamericanos resulta relevante ya que las aspiraciones de progreso están ligadas a la producción de conocimientos a través de la investigación y es, además, una forma de lograr el complemento entre la docencia y la investigación.
5. Reflexión final del curso. Instrumento autoevaluativo sobre el aprendizaje en el curso. A través de ella, el estudiante expresa sus cambios de concepción, la relevancia de temas actuales para llevarlos al aula y la adquisición de una actitud crítica ante los impactos de la ciencia y la tecnología.
6. La implementación de CTS puede solventar algunos problemas como motivación y puede lograr incrementar el interés en las áreas de ciencia y tecnología al visualizarlas como una posibilidad de encontrar respuestas a múltiples problemas de la sociedad; es una motivación hacia los impactos sociales de la ciencia y la tecnología lo que promueve la indagación para las posibles soluciones; puede promover la pertinencia de la investigación al discutirse como problemas dentro de CTS, aquellos que afectan el entorno con el fin de promover preguntas que puedan ser respondidas a través de

la investigación; y, sin duda, puede promover la investigación en las áreas sociales ya que las ciencias naturales y sociales confluyen para el análisis de un problema. La inclusión del enfoque CTS, implica establecer una nueva visión del currículo que hace posible la relación entre la ciencia y la tecnología y el desarrollo de un país, al educar para formar más que para informar.

7. Seguimiento del uso del enfoque CTS que han hecho los estudiantes en cursos siguientes: Fase de Proyecto, Fase de Ida, Postgrado. La inclusión del curso CTS en el Instituto Pedagógico de Caracas a nivel de Pregrado en la especialidad de Biología y Química y a nivel de Postgrado en la Maestría de Enseñanza de la Biología, está generando varios productos que conducen a una nueva área de interés. En este sentido, en el Centro de Investigaciones de Ciencias Naturales (CICNAT) del Departamento de Biología y Química, hay proyectos inscritos, presentados y publicados en el área de CTS. La utilización del enfoque en proyectos posteriores a la aprobación del curso evidencia que el futuro docente encuentra en este enfoque un sistema de enseñanza de la ciencia acorde a las exigencias actuales.

Algunos ejemplos a nivel de pregrado incluyen: “Uso del microambiente como estrategia CTS para el desarrollo de los contenidos de ecología en 8vo grado de educación básica”, Rivas M. y Rivas Y.” (2005); “Unidad Didáctica sobre las técnicas de conservación de alimentos”, Betancourt y González (2005); “Estrategias instruccionales (sic) bajo el enfoque CTS para la enseñanza aprendizaje del Cultivo *In Vitro* como ejemplo biotecnológico en 2º año de E.M.D.P.” por Contreras, L. y Marrero, M. (en desarrollo); “Diseño de estrategias instruccionales con enfoque CTS para la enseñanza – aprendizaje del ciclo celular, en estudiantes de 2º año del ciclo diversificado de ciencias biológicas” por Vivas, Antequera y Tejada (en desarrollo); “Unidad Didáctica sobre el Sistema Nervioso”, Alvarado, G. y Rivas, S. (2006).

A nivel de Maestría (tesis) se pueden mencionar: “Efecto de una estrategia instruccional constructivista (simulación-juego) sobre el aprendizaje de excreción humana en estudiantes de séptimo grado” (Robles, Y., 2006); “Diseño y validación de un software educativo sobre síntesis proteica dirigido a estudiantes de Biología Celular” (Rodríguez, E., 2006); este software educativo (con enfoque CTS) se utiliza como material de apoyo en la cátedra de biología celular del Pedagógico de Caracas y es objeto de comentarios muy

positivos por parte de los estudiantes tal como lo muestran las encuestas en proceso de análisis.

“Desarrollo Instruccional fundamentado en el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad dirigido a estudiantes de Biología Animal en el IPC” (Mauriello, A., 2002). Este trabajo fue aplicado a un curso de biología animal y se encontraron los siguientes resultados: un cambio positivo en los estudiantes en cuanto a las cinco dimensiones medidas: “Elementos escolares, productos de aprendizaje, Imagen Social de la Ciencia, Temas específicos de la Ciencia y la Tecnología con incidencia Social, y Características de los Científicos”. Se evidenció un aumento significativo del rendimiento estudiantil, que puede ser atribuido a que los conocimientos estuvieron vinculados con la vida cotidiana del estudiante.

A nivel de proyectos libres, se han diseñado dos simulaciones-juego para la cátedra de biología celular: “Sintetiza tu Proteína” y “Viaje Intracelular”, ambas con enfoque CTS, las cuales se han incorporado como actividades dentro del curso; una ya fue publicada; los resultados sugieren que ambas ayudan a lograr el aprendizaje significativo en los estudiantes.

Conclusión

1. Los resultados analizados hasta ahora apoyan el uso del enfoque CTS para lograr el aprendizaje significativo y contextualizado en los estudiantes.
2. CTS es una opción para cumplir los objetivos actitudinales que permiten el interés, la motivación y la participación ciudadana ante los avances científicos y tecnológicos. Por tanto, es imprescindible su manejo en todas las carreras universitarias, especialmente aquellas de formación docente.
3. CTS puede aplicarse en básica, en media, en superior. Puede aplicarse en educación por proyecto, en educación por áreas. Se adapta a diferentes modalidades de educación ya que supone integración. Implica contextualizar con el medio, con la comunidad ya que considera que la ciencia y la tecnología son vías para resolver o mejorar los problemas de la sociedad.
4. La preparación del docente es fundamental. Es necesario cambiar los diseños curriculares de los centros de formación docente para lograr un docente acorde a las nuevas necesidades.

5. Hace falta material de apoyo que permita la incorporación del enfoque en el aula en todos los niveles de educación, aunque ya hay tesis y trabajos de pregrado que se están dedicando a la producción de tales recursos.

Bibliografía

- Acevedo D., J. A., Vázquez, A. y Manassero, M. A. (2003). *El Movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias*. [Publicación en línea]. Sala de lectura CTS+I. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). Disponible: <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo13.htm> [Consulta: 2003, septiembre 9].
- Ayús R., R. (2002) *Estudios sociales de ciencia y tecnología: merodeando en el campo*. [Publicación en línea]. Sala de lectura CTS+I. Organización de Estados Iberoamericanos. Disponible: <http://www.campus-oei.org/salactsi/ramfis.htm> [Consulta: 2002, noviembre 20].
- Caseau, D. y Norman, K. (1996). *Using Science, Technology and Society investigations to engage diverse learners in science*. [Publicación en línea]. AETS Conference Proceedings. Disponible: <http://www.ed.psu.edu/CI/journals/96pap7.htm> [Consulta: 2003, marzo 12].
- Cifuentes, L. y Golowash, J. (2002). *Ciencia al Día Internacional*. [Editorial] 4 (1).
- Gagliardo, M. J. (2002). *La Educación, la Ciencia y la Tecnología para el Desarrollo*. [Publicación en línea]. Instituto Balseiro, Buenos Aires. Disponible: <http://www.ib.edu.ar/bib2002/Gagliardo.pdf> [Consulta: 2003, junio 26].
- Lafuente, M. y Genatios, C. (2002). *La ciencia y la tecnología*. [Ciclo de Foros Nacionales] Ministerio de Ciencia y Tecnología (MCT). Caracas.
- López C., J. A. (1999). Los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Revista Iberoamericana de Educación*, (20). Organización de Estados Iberoamericanos (OEI).
- Membriela I., P. (1995). Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Experimentales. *Alambique*, II (5), 6-11.

- Ministerio de Educación (1997). *Programa de Ciencias de la Naturaleza y Tecnología para la primera Etapa de Educación Básica*. Caracas, Venezuela: Autor.
- Ministerio de Educación. (1998a). *Propuesta Curricular para la Tercera Etapa del Nivel de Educación Básica*. Caracas, Venezuela: Autor.
- Ministerio de Educación. (1998b). *Propuesta de Reforma Curricular de la Educación Media Diversificada y Profesional*. Caracas, Venezuela: Autor.
- Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). (1999). *Conclusiones de la VII Conferencia del programa Iberoamericano de Ciencia, Tecnología y Desarrollo*. [Documento en línea]. Servicio Informativo Iberoamericano en línea. Disponible: <http://www.oei.org.co//sii/entrega25/art02.htm>. [Consulta: 2002, Febrero 17].
- Pytlik, E.C., Lauda, D.P. y Johnson, D.L. (1978). *Tecnología, cambio y sociedad*. México: México Representaciones y Servicio de Ingeniería.
- Rodríguez G., J. L. (2002). Necesidad de Reforma del Bachillerato Tecnológico en el IPN. *Innovación Educativa*. (3).
- Tricárico, H. R. (2003). *La Educación en ciencias y el enfoque CTS*. [Publicación en línea]. Sala de lectura CTS+I. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI). Disponible: <http://www.campus-oei.org/salactsi/enfoquets.htm> [Consulta: 2003, Septiembre 11].
- Yukish, D.; McLaren, M. and Yorks, K. (1996). Taking action on global atmospheric change. Science educator perceptions: Inclusion in Science classrooms. [Publicación en línea]. 1996 AETS Conference Papers and Summaries of Presentations. PennState, College of Education. Disponible: <http://www.ed.psu.edu/ci/Papers/STS/gac-6/ctakact.htm> [Consulta: Marzo 12, 2007].
- Yager, R. (1990). STS as a Development in Science Education. *Science Education International*, 1 (4), 24-27.
- Yager, R. (1993). Science-Technology-Society as reform. *School, Science and Mathematics*, 93. (3):145-151.