
CAPÍTULO 6

LA COMPRENSIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO A TRAVÉS DEL ENFOQUE CTSA

*Mayra García Ruiz**

INTRODUCCIÓN

La Educación Ambiental (EA) surge por la preocupación de la humanidad por el mejoramiento ambiental debido, entre otros factores, al deterioro en la calidad de vida de la mayoría de la población y, a las presiones económicas y políticas de los países desarrollados, que ven amenazados sus intereses comerciales en el mundo por el agotamiento de recursos.

En la actualidad los países más industrializados son los que gastan más recursos, sus empresas y gobiernos priorizan la competitividad económica sin tomar en cuenta que los recursos pueden agotarse a corto o mediano plazo (Nieto, 2006), pero el daño que provocan va más allá de sus fronteras, ya que sus industrias alojan contaminantes en países menos desarrollados con gobiernos que, aunque tienen legislada la protección del ambiente, no la llevan a

* Profesora-investigadora del Área Académica Diversidad e Interculturalidad de la UPN.

cabo en la realidad, debido a los intereses económico-políticos que están implicados. Estos países siguen un modelo económico de industrialización no sustentable y de inequidad social que consume cada vez más a nuestro planeta.

Todos estos elementos, tanto los factores biológicos y físicos, como los sociales, los políticos, los económicos y los culturales son los que han marcado una notable crisis civilizatoria de la mayoría de la población mundial.

Uno de los problemas más importantes a los que se enfrenta actualmente la humanidad es el Cambio Climático (CC), es el que mayor repercusión social ha tenido hasta la fecha. No obstante, hoy en día la mayor parte de la población mundial está familiarizada con estos términos de CC, Calentamiento Global (CG) y efecto invernadero; empero no mucha gente comprende realmente lo que significan, ni los impactos a gran escala que pueden tener, debido a que no cuentan con una alfabetización científico-ambiental que ayude a su entendimiento. Previa investigación han enfatizado las concepciones erróneas y la poca comprensión que tienen los estudiantes, profesores y la ciudadanía en general acerca del CC. Los especialistas han señalado que la solución al problema del CC comienza por una conciencia del problema y su adecuada comprensión. Por lo que en este capítulo se propone que el enfoque educativo Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente (CTSA) puede ayudar a que tanto estudiantes como profesores tengan una clara comprensión del fenómeno de CC.

LA RELACIÓN SER HUMANO-NATURALEZA

Para entender la crisis planetaria que estamos viviendo actualmente debemos analizar un poco como ha sido la relación de los seres humanos con la naturaleza. La relación ser humano-naturaleza comienza cuando el hombre hace su aparición sobre el planeta. Los registros fósiles muestran cambios, como la aparición de nuevas

especies y extinción de otras, existen diferentes teorías que tratan de explicar estos eventos. Desde la teoría religiosa del diluvio, que proponía que las especies extintas habían sido víctimas del diluvio universal hasta la teoría de la Evolución de Charles Darwin que fue planteada en su libro *El origen de las especies* donde explica el mecanismo de la selección natural y la evolución de las especies. Pero para esclarecer mejor esta relación podemos echar un vistazo a los diferentes periodos por los que ha pasado la humanidad acorde a Alberto Otero (2001) quien los clasifica el subsistema humano y el natural en varios periodos, el Preagrícola, el Agrícola y el Industrial.

En el periodo Preagrícola (desde la antigüedad hasta aproximadamente 10 000 años), el ser humano era nómada, recolector y por consiguiente prácticamente no causó un impacto ambiental, no existen registros antropológicos de esto. El Agrícola (desde 10000 años hasta mediados del siglo XVIII) marcó un gran cambio. Al hacerse los seres humanos sedentarios con el surgimiento de la agricultura comienza una verdadera alteración de la naturaleza, se incrementa el crecimiento poblacional y surgen las primeras ciudades. Empero, fue hasta el periodo Industrial, desde la Revolución Industrial hasta la Segunda Guerra Mundial y posteriormente desde esta última hasta nuestros días, cuando el hombre produce un fuerte impacto sobre la naturaleza.

Al desarrollarse en Inglaterra la Revolución Industrial, después en Francia y en Estados Unidos de América, comenzaron a observarse por primera vez impactos en el ámbito global. Ante la mecanización masiva y la producción en escala, se generó una nueva manera de producir mercancías. Comenzó la utilización de combustibles fósiles y de los motores de combustión interna con los que inició la contaminación del ambiente y aunado a esto emerge la acumulación de los residuos que se generaban por la producción. Posteriormente, durante la Segunda Guerra Mundial se desarrollaron nuevos materiales no reciclables como el plástico y nuevas fuentes de energía más peligrosas, como la atómica a lo que se le agregó un enorme aumento del consumo. Todo esto generó

la problemática ambiental que ahora se ha tornado más evidente y alarmante.

EL CAMBIO CLIMÁTICO

El CC es uno de los problemas ambientales más preocupantes que enfrenta nuestro planeta hoy en día, por las graves consecuencias que tiene en todos los ámbitos, natural, social, económico, cultural, entre otros. Pese a que, hasta hace relativamente poco tiempo fue aceptado internacionalmente que las actividades antropogénicas estaban provocando cambios adversos en el clima –como el incremento de los gases del efecto invernadero– fue hace más de un siglo que el científico Svante A. Arrhenius, Premio Nobel de Química 1903, en su trabajo *On the influence of carbonic acid in the air upon temperature of the Ground* en 1896 ya mencionaba el cambio en la temperatura de la Tierra; Arrhenius se dio cuenta que si se duplicaba la concentración de CO₂ en el aire, la temperatura promedio de la Tierra podría aumentar de manera impresionante entre 5-6°C. Actualmente, ya existe un amplio consenso –inclusive en el ámbito político– de que el CC realmente está sucediendo y no sólo por causas naturales sino más bien por causas antropogénicas.

Pero ¿Qué es el CC? ¿Qué factores o elementos lo producen? ¿Qué relación tiene con el CG y los gases del efecto invernadero? Estas preguntas son grandes incógnitas que causan confusiones y concepciones erróneas en la sociedad, dado que son términos que escuchamos por diferentes medios en nuestra vida cotidiana, pero que no son explícitamente tratados. Por lo que considero importante detenerme un poco para dar algo de claridad a estos aspectos.

Primeramente debemos discernir entre el tiempo y el clima. El tiempo y el clima son estados de la atmósfera que resultan de la combinación de diferentes procesos físicos del planeta y dependen de la interacción de un gran número de factores, como por ejemplo: la actividad solar y los cambios en la radiación que entra a la

Tierra; los cambios en la composición de la atmósfera y la circulación del aire; las condiciones de salinidad y temperatura del mar y el funcionamiento de ríos y lagos; la forma de la superficie terrestre, el uso del suelo, la vegetación y los ecosistemas; la dinámica de los glaciares, el hielo y la nieve; los seres vivos y las transformaciones que hacen del entorno y los cambios en el ciclo del agua (Landa, Ávila y Hernández, 2010).

El tiempo es la condición de la atmósfera (en términos de temperatura, lluvia, presión, viento, nubosidad y humedad) presente o esperada en un periodo de uno a tres días para un lugar determinado, como las tormentas.

El clima es el promedio de muchos estados del tiempo en un lapso de meses, años o décadas, por ejemplo la sequía que se origina por un tiempo prolongado sin lluvia.

El tiempo y el clima están muy relacionados pero tienen diferencias importantes. El tiempo es determinista, mientras que el clima es probabilista y esa es la razón por la que los meteorólogos pueden predecir el clima –de dos décadas por ejemplo– a partir de distintos estudios sobre los registros históricos de los estados del tiempo, pero no lo pueden hacer con el tiempo para muchas semanas, sólo lo pueden hacer por unos cuantos días. Seguirá siendo muy difícil asegurar si lloverá por la tarde al día siguiente, pero será posible hacer afirmaciones sobre el estado promedio esperado de la atmósfera para los próximos meses e incluso años (Magaña, 2004).

Ahora, analicemos las diferencias entre el CG y el CC, estos son conceptos que están tan estrechamente relacionados y que muchas veces son utilizados como sinónimos, pero no lo son. El CG se refiere al aumento progresivo y gradual de la temperatura media de la superficie terrestre, responsable de los cambios en los patrones climáticos mundiales. Aunque en el pasado geológico de la Tierra se ha presentado un aumento de temperatura global como resultado de influencias naturales, este término se utiliza para referirse al calentamiento de la superficie terrestre, registrado desde principios del siglo XX y relacionado con el incremento en la concentración de

los gases de efecto invernadero en la atmósfera (González, Jurado, González, Aguirre, Jiménez y Navar, 2003; Staines, 2008).

El CC se refiere a la variación global o regional del clima en la Tierra a lo largo del tiempo. Este fenómeno es definido como la variabilidad observada respecto al clima promedio en escalas de tiempo que van de unas cuantas décadas hasta millones de años. No obstante, es importante aclarar que el CC se utiliza no sólo para los cambios ocurridos muy recientemente en la historia del planeta, sino para mostrar que el clima ha cambiado a lo largo de la historia de la Tierra inclusive desde antes de que los seres humanos existieran. Así, ya se puede entender que las variaciones climáticas pueden ser producidas naturalmente por fenómenos internos del sistema Tierra-atmósfera, por factores externos como variaciones en la órbita terrestre y cambios en la radiación solar, y recientemente por la actividad humana que ahora se ha convertido en otra de las fuerzas modificadoras del clima bastante importante (Conde, 2007; Staines, 2008).

Por tanto, la relación tan estrecha entre el CC y el CG de la que se habló anteriormente, se refiere a que el CC puede ser provocado por el CG el cual, a su vez, es influenciado por el aumento de gases de efecto invernadero —que se trata en el siguiente párrafo— en la atmósfera y el CC influye en las precipitaciones y temperatura del planeta (Conde, 2007; Staines, 2008).

Los gases del efecto invernadero (GEI), son gases de origen natural y antropogénico que componen la atmósfera. El vapor de agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O), el metano (CH_4), son los principales gases de efecto invernadero. Además, existen en la atmósfera una serie de GEI totalmente producidos por las actividades humanas, como los halocarbonos y otras sustancias que contienen cloro y bromuro (IPCC, 2007), por lo que se producen graves consecuencias en el ambiente.

La severidad del CC está repercutiendo a la sociedad actual con una gran diversidad de nuevos retos que tendrán como resultado una dislocación social, por ejemplo el aumento en la temperatura puede

afectar la producción de alimentos y disponibilidad de agua, lo que a su vez puede derivar en otros problemas como la desnutrición y enfermedades infecciosas; cambios en el nivel del mar incrementarán inundaciones, eventos como huracanes con intervalos más frecuentes y más intensos con daños cada vez más graves no sólo a nivel material, sino más importante aún, con pérdidas humanas, pero además estos eventos interactúan con otras fuentes de vulnerabilidad social como la densidad urbana y el estatus socioeconómico (Brouwer, Akter, Brander y Haque, 2007; Cutter y Finch, 2008; Few, 2007). Paradójicamente, los países que contribuyen más al CC por sus emisiones, son los menos afectados, mientras que los países que tienen una menor contribución al problema desafortunadamente se ven mayormente afectados porque son las poblaciones más pobres (Dodman, Ayers y Huq, 2009).

Desafortunadamente, como se mencionó arriba, esta problemática en la actualidad no es ampliamente comprendida por la ciudadanía, existen muchas confusiones que se generan por diferentes medios uno de los cuales y muy importante es la escuela.

A este respecto algunas investigaciones han evidenciado las concepciones erróneas y la poca comprensión que tienen los estudiantes, profesores y ciudadanía en general acerca del CC. Por ejemplo, se ha reportado que los estudiantes de secundaria manifiestan concepciones erróneas acerca del efecto invernadero y el calentamiento global (Mason y Santi, 1998; Rye, Rubba y Wiesenmajer, 1997). Otras investigaciones han mostrado que los estudiantes de secundaria y bachillerato tienen confusiones acerca de lo que es el clima y el tiempo, no les queda claro que es el efecto invernadero y piensan que el CC es causado por la contaminación o el agujero en la capa de ozono (Choi, Niyogi, Shepardson y Charusombat, 2010). Los estudiantes creen que el efecto invernadero es un problema ambiental solamente, no lo visualizan como que es un fenómeno natural también (Myers, Boyes, y Stanisstreet, 2004). Más aún, hay investigaciones que reportan que los profesores de primaria tienen las mismas concepciones erróneas sobre estas temáticas

que los estudiantes de secundaria, todavía después de una intervención instruccional (Lambert, Lindgren y Bleicher, 2012). Esta falta de comprensión de los estudiantes requiere de un profesorado que cuente con las competencias necesarias acerca de esta problemática. Sin embargo, algunos estudios han mostrado que muchos profesores de educación básica y profesores en formación no tienen la conciencia sobre el CC, ni la comprensión adecuada de este fenómeno y los eventos relacionados como, el efecto invernadero, disminución de la capa de ozono, ciclo del carbono, CG y creen que el CC se debe a la contaminación del aire y la lluvia ácida (Dove, 1996; Summers, Kruger, Childs y Mant, 2000; Papadimitriou, 2004; Daskolia, Flogaitis y Papageorgiou, 2006). Además, se ha reportado que tanto el profesorado como los estudiantes adquieren la mayor parte de sus conocimientos a este respecto de los medios de comunicación (Michail, Stamou y Stamou 2006, en Lambert *et al.*, 2012; García y López, 2011) y esto representa un gran problema, porque la información de los medios de comunicación no muestra necesariamente un punto de vista científico o confiable, no proporciona información profunda ni completa acerca de esta temática y por tanto lo que muestran son datos inconexos que conllevan a malas interpretaciones o concepciones poco adecuadas del CC. Más aún los medios de comunicación pueden tener impactos psicológicos en la población inclusive en comunidades que no han tenido directamente la experiencia del impacto físico (Reser y Swin, 2011), pero los medios pueden causar ese efecto.

Esto es debido, entre otras cosas, a la complejidad del fenómeno y las controversias surgidas alrededor de éste. Los especialistas del CC han señalado que la solución a este gran problema inicia con la adquisición de conciencia al respecto y su clara comprensión (Ekpoh y Ekpoh, 2009). Esto significa la construcción de conocimiento y la generación de actitudes, valores y destrezas en relación al CC en toda la sociedad. En este sentido la escuela y los profesores juegan un papel relevante. Por tanto, una educación de calidad es la clave para apropiarse del conocimiento y las actitudes y destrezas necesarias para

afrontar la realidad del ambiente cambiante. Los estudiantes necesitan una buena comprensión de los factores, tanto naturales como los inducidos por el ser humano, que provocan el CC, sus consecuencias y por supuesto las diferentes formas de ir mitigando el CC.

LA ALFABETIZACIÓN AMBIENTAL, CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

La problemática ambiental apunta a la imperante necesidad de una verdadera alfabetización ambiental que contribuya a construir una ciudadanía ambientalmente responsable y permita a los educadores y educandos reconocer como se transmiten y construyen los significados culturales sobre el ambiente (González, 2001). En este contexto, la educación debe encontrar opciones para conocer y transformar creencias, conocimientos, actitudes, valores y en general las costumbres que tengan como resultado cambios sociales y culturales benéficos para la sociedad y el ambiente.

La alfabetización ambiental está encaminada hacia un sentido de aprendizaje personal y comunitario, dirigida a un determinado tipo de conciencia del valor de la conservación de nuestro ambiente local y mundial, así como a elevar la calidad de vida familiar, laboral y comunitaria. Contrario al concepto literal de alfabetizar (habilidad para leer y escribir para comunicar información), con la alfabetización ambiental no sólo se pretende enseñar contenidos ecológicos, sino tener una visión integral u holística. De esta manera, una persona alfabetizada ambientalmente, procurará tener actos menos negativos para su entorno, será una persona con conocimientos (científicos y populares) y habilidades, pero sobre todo con una gran sensibilidad y coherencia en sus prácticas cotidianas (Figuroa, 2002).

En actualidad debemos de tener además de una alfabetización ambiental, una científica y tecnológica para tener una perspectiva integral de cómo estas construcciones sociales contribuyen de manera tanto positiva como negativa en el ambiente.

De hecho, en diversos informes sobre política educativa de organismos internacionales, como La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés) y la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), en los documentos y declaraciones de influyentes asociaciones profesionales y en la investigación especializada en didáctica de la ciencia se alude con reiteración a máximas tales como alfabetización científica y tecnológica y su relación con el ambiente, cultura científica, tecnológica y ambiental, entre otros. La necesidad social de este tipo de alfabetización se justifica por diversas razones: socioeconómicas, culturales, de autonomía personal, de utilidad para la vida cotidiana, democráticas para la participación social en las decisiones sobre asuntos de interés público relacionados con la CyT (Fourez, 1997; Sjøberg, 1997) a las que Jenkins (1997) añade la razón ética de la responsabilidad que deben tener científicos, técnicos, políticos y ciudadanos en general en el manejo de CyT.

La alfabetización ambiental, científica y tecnológica pretende dentro del ámbito educativo, por una parte proporcionar a los alumnos algunos conocimientos básicos de ciencia, tecnología y ambiente y por otra, que el individuo aprenda a establecer relaciones, encontrar significados, a valorar críticamente lo que vive, a identificar y solucionar problemas cotidianos y a participar en comunidad para resolverlos; se busca formar un ciudadano consciente y analítico que se capaz de tomar decisiones responsables.

EL ENFOQUE CIENCIA, TECNOLOGÍA, SOCIEDAD Y AMBIENTE (CTSA)

Como respuesta a las demandas de alfabetización científica, tecnológica y ambiental, han surgido algunas propuestas para su abordaje y el presente enfoque emerge como una propuesta sólida para la transformación de la enseñanza en las cuestiones científicas, tecnológicas y ambientales.

El enfoque CTSA busca seleccionar aquellos contenidos básicos y relevantes que resulten más útiles para los estudiantes, de modo que puedan relacionarlos con su vida cotidiana, logrando de esta manera reflexionar y comprender las problemáticas sociales y ambientales que vivimos y las formas en que pueden involucrarse para hacer de este mundo un mejor lugar para vivir.

Este enfoque proviene del movimiento que inicialmente se denominó Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) y aunque éste contemplaba desde sus inicios elementos ambientales, en algunos países Canadá, Israel, Países Bajos, España, entre otros se decide incluir el ambiente (A) en las siglas de manera explícita CTSA. Esto es importante, porque es una manera de que la ciudadanía en general se percate de su trascendencia y relación con la vida cotidiana, además de evitar que se diluya al tenerlo únicamente de manera implícita.

El movimiento CTS es una disciplina de estudio e investigación relativamente reciente, surgida en la frontera entre los estudios sociales, la ciencia y la tecnología. Éstos resultan ser una propuesta innovadora para la educación en ciencias basada fundamentalmente en el tratamiento curricular simultáneo y conjunto de CTS, así como las interacciones mutuas entre ellos (Vázquez, Acevedo, Manassero y Acevedo, 2001) y su relación con el ambiente.

La mayoría de las recomendaciones internacionales asociadas a la alfabetización científica y tecnológica para todas las personas contienen numerosos elementos propios del movimiento CTS para la enseñanza de la ciencia; entre ellos, la inclusión de la dimensión social y ambiental, la referencia a la tecnología como elemento que facilita la conexión con el mundo real, la comprensión de la naturaleza de la ciencia y la tecnociencia contemporánea, la relevancia para la vida personal y social de las personas con objeto de resolver problemas y tomar decisiones responsables, los planteamientos de democracia participativa de la sociedad en la CyT, la familiarización con los procesos de acceso y comunicación de la información y el conocimiento, el papel humanístico y cultural de la CyT, su uso

para actuar con propósitos sociales específicos, la presencia de la ética y los valores de la CyT, etc. En suma, la orientación CTS puede guiar mejor la selección de contenidos básicos, relevantes y útiles para todos los estudiantes, que contribuyan realmente a su alfabetización científica y tecnológica, se relacionen con la vida cotidiana y la participación social, así como ofrecer pautas metodológicas para llevar a la práctica esta importante innovación educativa de la alfabetización científica y tecnológica de todo el alumnado (Acevedo, 1996; Acevedo, Manassero y Vázquez, 2002; Acevedo, Vázquez, Acevedo y Manassero, 2003).

El enfoque CTSA surge como una alternativa diferente y apropiada, mediante la cual el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, ya no se concibe como un proceso memorístico, sino como una estrategia motivadora y enriquecedora para el estudiante.

A mediados de los años 1990 la educación CTSA reemplaza a la CTS por la inclusión explícita del ambiente, lo que la hace una perspectiva más robusta para el aprendizaje de la ciencia (Pedretti, Bencze, Hewitt, Romkey y Jivraj, 2006).

Los orígenes del movimiento CTSA los encontramos en un artículo publicado por Jim Gallagher en 1971, en el que afirma que para los futuros ciudadanos de una sociedad democrata, la comprensión de las interrelaciones de la ciencia, la tecnología y la sociedad puede ser tan importante como la comprensión de los conceptos y procesos científicos. A través de los años, las realidades política y social, como la atención creciente hacia la ciencia y la responsabilidad social, el movimiento ambientalista y la disminución por el interés de las carreras científicas (Aikenhead, 2002) proporcionaron las bases para el surgimiento de la educación CTSA.

Posteriormente, Martínez y Rojas (2006) refieren que la orientación CTSA emergió en los años setentas y ochentas por parte de grupos ambientales y sociales que reclamaban acciones políticas para el uso responsable de la ciencia y la tecnología en Norteamérica, debido a las consecuencias nefastas que habían generado en el ambiente.

A partir de estas crisis sociales y del limitado papel que estaba jugando la escuela y su enseñanza, para hacer frente a las problemáticas ambientales y demandas sociales, se han desarrollado investigaciones y realizado propuestas educativas para realizar modificaciones curriculares que incluyan los elementos CTSA.

Además, esta nueva perspectiva educativa representó un cambio en la dinámica escolar, dado que el rol docente y el papel del estudiante se han ido transformando, de tal manera que el educando ha sido considerado como un sujeto involucrado en un proceso de constitución de su ciudadanía, lo que exige reconocer tanto la estructura teórica, conceptual y metodológica de las ciencias, como sus relaciones con aspectos ideológicos, políticos y éticos. Esta nueva concepción del estudiante y su respectiva relación con el conocimiento científico permitieron el desarrollo de actitudes y valores correspondientes a la comprensión de las ciencias como una actividad cultural (Martínez y Parga, 2013).

Los objetivos básicos de esta orientación son:

- Promover el interés por conectar la ciencia con las aplicaciones tecnológicas y los fenómenos de la vida cotidiana con la finalidad de abordar el estudio de aquellas aplicaciones científicas que tengan una mayor relevancia social tomando en cuenta el impacto ambiental.
- Abordar las implicaciones sociales y éticas que el uso de la tecnología conlleva.
- Adquirir una comprensión de la naturaleza de la ciencia, del trabajo científico y de la tecnología.

El CC y el enfoque CTSA

¿Por qué se considera como una buena alternativa el enfoque CTSA para abordar el tema del CC? Para responder esta pregunta se analiza el enfoque, se describe ampliamente y se presentan

las características que evidencian sus bondades en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La perspectiva CTSA remarca las relaciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad y el ambiente, por lo que es importante hacer notar que ahora la dimensión ambiental se introduce en la educación básica de manera transversal. Sin embargo, lo que sucede en la práctica es que sólo en las asignaturas relacionadas con el área científica o tecnológica se tratan temas ambientales, en las otras materias no se aborda la dimensión ambiental para nada. Entonces el enfoque CTSA es una buena estrategia para que se traten temas ambientales como el CC ya que: promueve la contextualización social de los contenidos científicos y tecnológicos; reflexiona sobre los impactos ambientales que provocan la CyT y la sociedad; incorpora los valores y normas de la CyT; además de otros valores sociales para promover una participación ciudadana responsable, informada y con fundamentos en las políticas científicas y tecnológicas, con el fin de procurar un desarrollo más justo y sustentable mediante la toma de decisiones razonadas y democráticas (Acevedo *et al.*, 2002). De hecho para algunos autores (Aikenhead, 2002) CTSA representa fundamentalmente un desplazamiento de estado hacia una visión postpositivista de la educación que enfatiza una filosofía de la ciencia para todos, lo que la coloca dentro de un contexto social, tecnológico, cultural, ético y político (Pedretti y Nazir, 2011).

De esta manera, el enfoque CTSA ha incursionado en la educación como un movimiento preocupado por responder a la falta de alfabetización científica, tecnológica y ambiental de los ciudadanos, a través de propuestas educativas novedosas cuya finalidad es construir no sólo conocimientos, sino valores y actitudes (dimensión afectiva) que favorezcan la participación ciudadana en la evaluación y el control de las implicaciones sociales y ambientales. La educación CTSA según Martínez y Rojas (2006) permite mejorar aspectos de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias –aquí yo agrego tanto naturales como sociales–, teniendo en cuenta diversas

variables que contribuyen a motivar a los estudiantes para la reconstrucción de su conocimiento.

Los objetivos específicos de la corriente CTSA en el campo educativo son (Rueda Alvarado, 2005, p. 443):

1. Preparar al estudiante para aplicar el conocimiento científico en su vida cotidiana.
2. Fomentar el análisis de las implicaciones sociales y ambientales en relación al desarrollo científico y tecnológico de las naciones.
3. Formar ciudadanos informados y con capacidad de opinar libremente con conocimiento de causa y responsabilidad social, para tomar decisiones sobre problemas y asuntos actuales.
4. Desarrollar un razonamiento crítico con capacidad de resolver problemas.
5. Estimular el crecimiento moral e intelectual de los alumnos para que se desarrollen como individuos autónomos y racionales.

En los planes y programas de estudio las unidades curriculares, concebidas desde un enfoque CTSA, generan actitudes de formación personal en relación con el ambiente y la calidad de vida; permiten al estudiante tomar decisiones con respecto a las temáticas desarrolladas teniendo en cuenta aspectos científicos, técnicos, económicos y políticos, que a la vez promueven la participación individual y social de los estudiantes de una manera responsable y autónoma.

Las conexiones entre CTSA siguen siendo uno de los principales temas en las reformas educativas en todo el mundo.

Los grandes problemas ambientales –como el CC– revelan la emergencia planetaria y la necesidad de dirigir mayores esfuerzos a la educación científica y tecnológica de los ciudadanos, por ello han retomado para sus investigaciones y propuestas las relaciones CTSA. Así los planteamientos desde el enfoque CTSA constituyen una alternativa diferente y apropiada, una estrategia motivadora y enriquecedora para el estudiante, que puede dinamizar el proceso

enseñanza-aprendizaje, alejándolo del proceso memorístico e irrelevante de la enseñanza tradicional (Martínez y Rojas, 2006). Que lo acercan más a la realidad actual en la que vive, comprendiendo la problemática ambiental de una manera holística.

INVESTIGACIONES SOBRE CTSA

La complejidad del enfoque CTSA surge en parte por la naturaleza provisional y cambiante propia de estos temas interdisciplinarios, lo cual requiere una comprensión y aprendizaje diferentes. Esta complejidad y falta global de acuerdo dificulta en buena parte el desarrollo curricular, la pertinencia de los temas CTSA para la enseñanza de las ciencias y también la evaluación de estas cuestiones. No obstante, a pesar de estas dificultades, algunos autores sugieren espacios de consenso que pueden servir de base para construir una visión más adecuada de la CyT de hoy en día (McComas, Clough y Almazroa, 1998; Vázquez, Acevedo y Manassero, 2004).

Algunos autores han observado una evolución positiva respecto a la atención prestada a las relaciones CTSA en la educación científica a través de diversas estrategias. Por ejemplo, la enseñanza de los temas CTSA se han incluido de manera explícita en los currículos como objetivos y contenidos en el campo de las ciencias sociales y ciencias naturales buscando relacionar aspectos científicos y tecnológicos y su impacto a la sociedad y el ambiente, o viceversa, la forma en que aspectos sociales y culturales afectan el desarrollo de la ciencia y la tecnología. De esta manera el aprendizaje se ha hecho más cercano, motivador e interesante para los alumnos, debido a que se encuentra relacionado con sus vivencias, experiencias y su realidad, lo que contribuye a la formación de una estructura conceptual CTSA más amplia y duradera, lo que se traduce a la vez en la mejora del sistema educativo. A esta evolución también han contribuido las numerosas investigaciones y propuestas de investigación didáctica que han dado sustento a lo antes mencionado.

También han encontrado mayor atención a los aspectos CTSA en los libros de texto y materiales didácticos de diferentes niveles educativos; principalmente en lo referente a las aplicaciones de la ciencia y sus relaciones con el medio ambiente. Con ello han observado una mejor visión de los alumnos sobre las relaciones CTSA, así como un mayor conocimiento de la ciencia y la tecnología en relación a su impacto medioambiental, comparados con reformas anteriores (Solbes y Vilches, 2004).

Para comparar los objetivos del enfoque CTSA (comprender y hacer más explícitas las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente) con la realidad, se han llevado a cabo diversos estudios para tener un diagnóstico del estado en cuestión y con ello indagar las formas para avanzar en la búsqueda de soluciones. Si bien la mayoría de los estudios realizados se refieren al enfoque CTS, también encontramos –aunque en menor cantidad– investigaciones y propuestas que incorporan el aspecto ambiental, por su íntima relación con el resto de los elementos, aunque no manejen de manera explícita las siglas CTSA se dirigen hacia los mismos objetivos. A continuación mencionamos algunos de ellos.

Gordillo y Osorio (2003) llevaron a cabo un proyecto para la difusión de la cultura científica a través del modelo de casos simulados. Los casos simulados “consisten en la articulación educativa de controversias públicas relacionadas con desarrollos tecnocientíficos con implicaciones sociales o medioambientales” (p. 179), pretenden ser una alternativa educativa que propicie el aprendizaje social de la participación en las controversias tecnocientíficas. Éstos se experimentaron en 44 aulas españolas de educación secundaria y una de nivel universitario de diferentes comunidades, con la participación de 30 docentes y 800 alumnos. A partir de una noticia ficticia –pero verosímil– se planteó una supuesta controversia en la que intervienen varios actores sociales con ideas, opiniones o intereses diversos científicos, empresas, ecologistas, ciudadanos, políticos.

Los alumnos buscaron argumentos e investigaron con la finalidad de defender sus puntos de vista y su posición en torno a cinco casos simulados: fuentes energéticas y sustentabilidad; radiaciones y vida cotidiana; farmacología y deporte; automatización, empleo y alimentación; y desarrollo urbanístico y participación social. Después se realizaron debates abiertos. Previamente los docentes tuvieron talleres presenciales donde prepararon la estrategia y posteriormente se reunieron para presentar los resultados de las experiencias. Los resultados fueron favorables, para los docentes la estrategia fue funcional y grata; se facilitó su labor; se favoreció la búsqueda de información, el material fue adecuado, los alumnos se implicaron; el aprendizaje de contenidos científicos también se agilizó porque estuvo situado en el contexto, relacionado con sus experiencias y vinculado con el futuro papel de los estudiantes; se logró destacar la repercusión de los avances científicos y tecnológicos en la sociedad y la necesidad de que todos los ciudadanos estemos informados para reclamar la participación en la toma de decisiones. Además se favoreció la creación de una red de docentes y el interés por diseñar nuevos casos. Como lo muestra esta investigación de Gordillo y Osorio (2003) el modelo de educación con enfoque CTS[A] resulta una alternativa útil, interesante y viable para la introducción de temas ambientales. Aunque estos autores no ponen de manera explícita la A de ambiente, consideran que el enfoque CTS ya la incluye y no es necesario hacerlo explícito. Sin embargo en el presente trabajo es importante resaltar la relevancia del ambiente en este enfoque, por lo que es necesario que el lector sepa que cuando la A está dentro del corchete el autor lo maneja sólo como CTS y que esa [A] es agregada por la autora de este trabajo. Pero cuando el lector encuentre CTS (la A sin corchetes) quiere decir que los autores de las investigaciones la enfatizan y por tanto la incluyen al referirse a este enfoque.

Solbes y Vilches (2004) llevaron a cabo un estudio en educación secundaria, aplicando tres cuestionarios distintos. Su objetivo era detectar hasta qué punto los estudiantes eran capaces de valorar algunas

repercusiones de la CyTS y el medio ambiente, así como tomar decisiones al respecto. Las respuestas de los alumnos fueron muy limitadas. Los resultados que se obtuvieron fueron que la gran mayoría desconoce los problemas que afectan y podrían afectar el futuro de la humanidad, así como sus causas y las posibles soluciones que cada uno podrían realizar de manera fundamentada. Desconocen también hacia dónde avanza la ciencia y la tecnología, quién decide su desarrollo, qué intereses los guían, de qué manera interactúan y se interrelacionan los elementos CTSA y cómo repercuten cada uno sobre los demás. Esto ha dejado ver que pese a la importancia de su formación, no son tomadas en cuenta de forma adecuada en la enseñanza de las ciencias. Lo que demanda la necesidad de plantear propuestas que hagan diferente esta situación y permitan estudiar las relaciones CTSA en profundidad para que se puedan derivar las alternativas de solución.

Otra propuesta didáctica innovadora llevada a cabo en Argentina con el enfoque CTS[A], que retoma el ámbito ambiental, relativa al tema del asbesto pretendía a través del juego de roles que los estudiantes adquirieran un aprendizaje significativo, relacionando sus saberes de ciencia y tecnología con cuestiones de interés para la vida cotidiana, contrastando ideas y reflexionando críticamente. Durante la puesta en práctica de la estrategia los alumnos discutieron sus puntos de vista desde distintas posturas (sector salud, sector gobierno-legislación, sector industrial y pueblo) para buscar soluciones al problema del uso del asbesto y tomar decisiones. Los resultados mostraron que con el enfoque CTSA se logró fomentar el desarrollo del juicio crítico y capacidades cognitivas, que integró aspectos afectivos y sociales (Varillas, Ramos y Carrizo, 2005).

En un estudio sobre cómo perciben y manifiestan las relaciones CTSA estudiantes universitarios de Brasil (Carvalho, 2005) encontró que sólo un mínimo porcentaje de ellos relaciona a la CyT con intereses financieros, por lo que es difícil resolver los problemas ambientales. Sobre todo porque los estudiantes refirieron que la CyT son las fuentes de solución para la problemática ambiental. Por lo que el

autor concluye que se requiere mucho por hacer para que los universitarios presenten ideas más consistentes acerca de las relaciones que involucran la CyT y la problemática socio-ambiental.

En un trabajo desarrollado en Colombia (Martínez y Rojas, 2006) se implementó una estrategia didáctica con base en el enfoque CTSA para favorecer el aprendizaje de conceptos de bioquímica y la formación de profesionales de educación química críticos, responsables y capaces de tomar decisiones frente a los problemas sociales y ambientales.

A partir de la aplicación de un cuestionario elaborado de acuerdo a una prueba de tipo Likert para valorar sus concepciones hacia los componentes CTSA y de la utilización de situaciones problema (casos simulados) con la finalidad de discutir cuestiones valorales e implicaciones entre estas relaciones, los alumnos lograron identificar cómo influyen las relaciones CTSA en algunas problemáticas ambientales y que para analizar dichas problemáticas se necesita abordarlo desde diferentes puntos de vista; además valoraron su participación y que para ello requieren una verdadera alfabetización científica. Con las mismas discusiones comprendieron y aprendieron mejor los conceptos que se les enseñaban, lo que logró despertar su interés por el estudio de los problemas ambientales. De esta manera encontraron que las simulaciones CTSA constituyen una alternativa educativa que contribuye a la formación de ciudadanos autónomos y responsables en la toma de decisiones.

Por otra parte Bennett, Lubben y Hogarth (2007) llevan a cabo una revisión de la investigación internacional sobre los efectos de la orientación CTS[A] en la enseñanza de la ciencia en la escuela. En ésta concluyen que el enfoque CTS[A] mejora las actitudes hacia la ciencia y consolida la comprensión de las ideas científicas.

Del Rosario (2009) realiza un estudio para determinar la influencia del enfoque CTSA en el rendimiento académico, la autoeficacia y las perspectivas socioculturales de estudiantes que no eran de carreras científicas enrolados en un curso de ciencias ambientales. Encuentra que el uso de CTSA tuvo un efecto positivo en los

factores evaluados e incrementó significativamente la disposición de los estudiantes por colaborar en la protección del ambiente. La autora concluye que es una aproximación de enseñanza efectiva y confirma las ventajas en el desempeño de los alumnos al incluir cuestiones ambientales en el currículum.

Finalmente, en una investigación más reciente (McLeod, 2012) realizada con profesores de física en formación en Canadá, cuyo objetivo era examinar las creencias y actitudes que influyen para la adopción de la educación CTSA, mostró que después de adoptarla y experimentarla, sus actitudes y creencias se modificaron de manera favorable en la comprensión e implementación de la orientación CTSA en el currículum de física.

REFLEXIONES FINALES

La aproximación CTSA pretende ayudar a comprender el mundo y establecer una relación responsable y sustentable con el ambiente, por tanto este enfoque posee un carácter formativo, social, cultural y contribuye a fomentar el interés por el estudio de las carreras científicas, tecnológicas y ambientales.

La perspectiva CTSA propicia en los estudiantes mayor creatividad e independencia, les ayuda a tener un mejor desempeño académico, les proporciona una mejor comprensión de los conceptos ambientales más allá del aula, les permite el desarrollo del pensamiento crítico acerca de esta temática, la integración de elementos cognitivos, afectivos y sociales y la generación de actitudes y comportamientos favorables hacia el ambiente.

También le permite a los estudiantes, profesores y ciudadanía en general comprender la problemática ambiental como el sistema complejo que es, y por tanto plantear alternativas de solución y al mismo tiempo evitar generar más problemas. Asimismo, esta perspectiva proporciona los elementos y herramientas necesarias para que los individuos sean capaces participar en la toma de

decisiones, al ser conscientes de los orígenes y repercusiones económicas, políticas, sociales y culturales de los problemas ambientales en un sistema capitalista en el que los modelos de producción y consumo están centrados en intereses económicos. Con base en esto la alternativa que se propone en este trabajo para abordar la problemática del CC es el enfoque CTSA. Por lo que se concluye, con la finalidad de resaltar, que el enfoque educativo CTSA es una buena aproximación para comprender un fenómeno ambiental tan complejo como lo es el CC, ya que mediante esta orientación se puede ayudar a que tanto estudiantes como profesores, tengan una clara comprensión de este fenómeno y con ello tomen conciencia de sus consecuencias, que les permitan ser capaces de plantear estrategias de mitigación.

REFERENCIAS

- 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. Recuperado el 29 de julio de 2007 de Sala de Lecturas CTS+I de la OEI, <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo9.htm>
- Acevedo, J.A., Manassero y Vázquez, A. (2002). Nuevos retos educativos: Hacia una orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica. *Revista Pensamiento Educativo*, 30, 15-34.
- Acevedo, J.A., Vázquez, A., Acevedo, P. y Manassero, M.A. (2003). Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2 (3). Recuperado el 24 de abril de 2005 de: <http://www.saum.uvigo.es/reec/>
- Aikenhead, G.S. (2002). STS Education: A Rose by Any Other Name. En R. Cross (ed.), *Crusader for Science Education: Celebrating and Critiquing the Vision of Peter J. Fensham*. Nueva York: Routledge. Recuperado el 10 de enero de 2005 de: <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/stsed>
- Bennett, J., Lubben, F. y Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: A synthesis of research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91, 347-370.

- Carvalho, L.P. (2005). Relations involving science, technology and environment in students' perspectives. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, núm. Extra. VII Congreso en Investigación en Didáctica de las Ciencias, Granada, España.
- Choi, S., Niyogi, D., Shepardson, D.P., y Charusombat, U. (2010). Do earth and environmental science textbooks promote middle and high school students' conceptual development about climate change? Textbooks' consideration of students' misconceptions. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 91, 889-898.
- Conde, C. (2007). *México y el cambio climático global*. México: Semarnat/UNAM.
- Daskolia, M., Flogaitis, E., y Papageorgiou, E. (2006). Kindergarten teachers' conceptual frame on the ozone layer depletion. Exploring the associative meanings of a global environmental issue. *Journal of Science Education and Technology*, 15 (2), 168-178.
- Del Rosario, B. (2009). Science, Technology, Society and Environment (STES) Approach in Environment Science for Nonscience Students in a Local Culture. *Liceo Journal of Higher Education Research*, 6 (1), 269-283.
- Dodman, D., Ayers, J. y Huq, S. (2009). Building Resilience. En L. Starke (ed.) *State of the World Into a warming World* (pp. 151-168). Nueva York/Londres: W.W. Norton & Company.
- Dove, J. (1996). Student teachers' understanding of Green-house effect, Ozone Layer Depletion and acid rain. *Environmental Education Research*, 2 (1) 89-100.
- Ekpoh, U.I. y Ekpoh, I. J. (2009). Assessing the level of climate change awareness among secondary school teachers in Calaba Municipality, Nigeria: Implications for management effectiveness. *International Journal of Humanities and Social Science*, 1 (3), 106-110.
- Figuerola, J.A. (2002). Alfabetización ambiental como piedra de toque para la conservación. Recuperado el 18 de noviembre de 2010 de: <http://anea.org.mx/docs/Figuerola-AlfabetizacionAmbiental.pdf>
- Fourez, G. (1997). Scientific and Technological Literacy. *Social Studies of Science*, 27, 903-936.
- García Ruiz, M. y López, E. (2011). Las actitudes y conocimientos ambientales de los profesores de educación básica y media superior. En R. Calixto, García Ruiz, M. y D. Gutiérrez (coord.), *Educación e Investigación Ambientales y Sustentabilidad. Entornos cercanos para desarrollos por venir* (pp. 397-419). México: UPN/Colegio Mexiquense. Colección Horizontes Educativos.
- González, E. (2001). ¿Cómo sacar del coma a la Educación Ambiental? La alfabetización: un posible recurso pedagógico político. *Revista Ciencias Ambientales*, 22, 15-23. Universidad de Costa Rica, San José. Recuperado el 18 de noviembre de 2010 de: www.educacionambiental.org.ar/congreso/conferencias/Articulos/Art01_gonzales.pdf

- González, M., Jurado, E., González, S., Aguirre, O., Jiménez, J. y Navar, J. (2003). Cambio climático mundial: origen y consecuencias. *Ciencia UANL*, 6 (3), 377-385.
- Gordillo, M. y Osorio, C. (2003). Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, (32), 165-210.
- IPCC (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Recuperado el 10 de abril de 2012 de: <http://www.ipcc.ch/>
- Jenkins, E.W. (1997). Scientific and technological literacy for citizenship: What can we learn from research and other evidence? En S. Sjøberg y E. Kallerud (eds.) *Science, technology and citizenship. The public understanding of science and technology in Science Education and research policy*, pp. 29-50. Oslo: NIFU.
- Lambert, J., Lindgren, J. y Bleicher, R. (2012). Assessing elementary science methods students' understanding about global climate change. *International Journal of Science Education*, 34 (8): 1167-1187.
- Landa, R., B. Ávila y M. Hernández. (2010). *Cambio Climático y Desarrollo Sustentable para América Latina y el Caribe. Conocer para Comunicar*. México: British Council/PNUD/Cátedra UNESCO-IMTA/Flacso.
- Magaña, V. (2004). El cambio climático global: comprender el problema. En: Martínez, J. y A. Fernández (comps.). *Cambio climático: una visión desde México*. México: INE/Semarnat.
- Martínez, L., y Parga, D. (2013). *Discurso ético y ambiental sobre cuestiones sociocientíficas: aportes para la formación del profesorado*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Martínez, L. y Rojas, A. (2006). Estrategia didáctica con enfoque ciencia, tecnología, sociedad y ambiente, para la enseñanza de aspectos de bioquímica. *TEA*, (19), 44-62.
- Mason, L., y Santi, M. (1998). Discussing the greenhouse effect: Children's collaborative discourse reasoning and conceptual change. *Environmental Education Research*, 4 (1): 67-86.
- McComas, W.F., Clough, M.P. y Almazroa, H. (1998). The Role And Character of The Nature of Science in Science Education. En W.F. McComas (ed.) *The Nature Of Science In Science Education. Rationales and Strategies*, pp. 3-40. Dordrecht, Holanda: Kluwer Academic Publishers.
- McLeod, K.A. (2012). *Integrating Science, Technology, Society and Environment (STSE) into physics teacher education: Pre-service teachers' perceptions and challenges*. Tesis de doctorado. Institute for Studies on Education. Universidad de Toronto.

- Myers, G., Boyes, E., y Stanisstreet, M. (2004). School students' ideas about air pollution: Knowledge and attitudes. *Research Science Technology Education*, 22, 133-152.
- Myers, G., Boyes, E., y Stanisstreet, M. (2004). School students' ideas about air pollution: Knowledge and attitudes. *Research Science Technology Education*, 22, 133-152.
- Nieto, E. (2006). Reflexiones sobre los problemas y retos para la construcción de una ciudadanía ambiental global. En García-Ruiz, M. y Calixto, R. *Educación para un futuro sustentable* (pp. 189-198). México:UPN.
- Otero, R. A. (2001). *Medio Ambiente y Educación. Capacitación en Educación Ambiental para Docentes*. 2a. ed. Buenos Aires: Novedades Educativas.
- Papadimitriou, V. (2004). Prospective primary teachers' understanding of climate change, greenhouse effect, and ozone layer depletion. *Journal of Science Education and Technology*, 13 (2), 299-307.
- Pedretti, E. y Nazir, J. (2011). Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. *Science Education*, 95 (4), 601-626.
- Pedretti, E., Bencze, L., Hewitt, J., Romkey, L. y Jivraj, A. (2006). Promoting Issues based STSE Perspectives in Science Teacher Education: Problems of Identity and Ideology. *Science Education*. Recuperado el 17 de junio de 2012 de: <http://www.ucalgary.ca/ihpst07/proceedings/IHPST07%20papers/117%20Pedretti.pdf>
- Reser, J. P. y Swim, J. K. (2011). Adapting to and coping with the threat and impacts of climate change. *American Psychologist*, 66, 277-289. doi:10.1037/a0023412
- Rueda, C. (2005). La dimensión ciencia-tecnología-sociedad en la educación de México: antecedentes, estado actual y perspectivas. *Revista Educación Química*, 16 (3), 442-449.
- Rye, J., Rubba, P. y Wiesenmajer, R. (1997). An investigation of Middle School students' alternative conceptions of global warming. *International Journal of Science Education*, 19 (15), 527-551.
- Sjøberg, G. S. (1997). Scientific literacy and school science. Arguments and second thoughts. En S. Sjøberg y E. Kallerud (eds.) *Science, technology and citizenship. The public understanding of science and technology in Science Education and research policy*, pp. 9-28. Oslo: NIFU. Recuperado el día 11 de noviembre de 2008 de: <http://folk.uio.no/sveinsj/Literacy.html>
- Solbes, J. y Vilches, A. (2002). Visiones de los estudiantes de secundaria acerca de las interacciones Ciencia, Tecnología y Sociedad. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1 (2). Recuperado el 12 de julio de 2005 en <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/Numero2/Art3.pdf>
- Solbes, J. y Vilches, A. (2004). Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 22 (3), 337-348.

- Staines, F. (2008). Cambio climático: interpretando el pasado para entender el presente. *Ciencia Ergo Sum*, 14 (3), 345-351.
- Summers, M., Kruger, C., Childs, A., y Mant, J. (2000). Primary school teachers' understanding of environmental issues: an interview study. *Environmental Education Research*, 6 (4): 293-312.
- Varillas, A. E., Ramos, J. F. y Carrizo, M. A. (2005). Una propuesta innovadora con enfoque ciencia, tecnología y sociedad: el asbesto. *Educación Química*, 16 (3), 450-455.
- 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*, 4, 135-176. Recuperado el 15 de septiembre de 2006 de *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo20.htm>
- Vázquez, A., Acevedo, J.A. y Manassero, M.A. (2004). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*, edición electrónica De los Lectores. Recuperado el 5 de junio de 2005 de: <http://www.campus-oei.org/revista/deloslectores/702Vazquez.PDF>