

¿Para qué enseñar ciencias en la actualidad? Una propuesta que articula la tecnología, la sociedad y el medio ambiente



José Joaquín García García*
Jesús Francisco Cauich Canul**

Resumen

**¿Para qué enseñar ciencias en la actualidad?
Teaching science currently: What for? A proposal to articulate technology,
society and the environment**

Este artículo pretende exponer una nueva visión acerca de la educación científica y las finalidades de la misma, basada en el movimiento ciencia-tecnología-sociedad-medioambiente y orientada hacia la educación para la acción política. Esta propuesta se ofrece con el fin de que la educación científica pueda contribuir a solucionar los problemas que actualmente se presentan en nuestra sociedad.

Abstract

This paper presents a new vision on scientific education and its goals, on the basis of the scientific-technological-environmental movement and oriented towards education for political action. This proposal intends to help scientific education contribute to solve problems occurring in our present day society.

Résumé

Cet article cherche à exposer une nouvelle vision au sujet de l'éducation scientifique et les buts de celle-ci, basé sur le mouvement science-technologie-société- environnement et guidé vers l'éducation pour l'action politique. Cette proposition est offerte afin que l'éducation scientifique puisse contribuer à résoudre les problèmes présentés dans notre société à présent.

Palabras clave

*Educación en ciencias, ciencia-tecnología sociedad-medioambiente, acción política
Science teaching, science-technology society-environment, political action*

-
- * Docente titular, Facultad de Educación, Universidad de Antioquia. Doctor en Didáctica de las ciencias experimentales, por la Universidad de Granada.
E-mail: jjgarcia@ayura.udea.edu.co
- ** Docente Catedrático del Centro de Estudios Superiores de Campeche (COPESEC), de la Escuela Normal Superior de Yucatán, México. Doctor en Pedagogía, por la Universidad de Granada
E-mail: jfcanyl@hotmail.com

Introducción

En este trabajo inicialmente presentamos algunas problemáticas de carácter mundial, para luego articularlas con otras referidas al campo de la educación en ciencias. De la misma forma, se hace un análisis somero sobre lo que sucede en la actualidad en la educación científica y sobre el enfoque de la alfabetización científica. Por último, se expone el enfoque ciencia-tecnología-sociedad-medioambiente (STSE, por sus siglas en inglés), articulado a la educación para la acción política, así como algunas alternativas metodológicas para llevar a cabo en las aulas lo que dicho enfoque propone.

Problemáticas mundiales presentes y futuras

Las problemáticas a las que hacen frente los seres humanos en la actualidad son de gran envergadura y, por tanto, de carácter mundial. Estas problemáticas se refieren a aspectos que tocan el bienestar y la estabilidad de las sociedades humanas. Entre ellas se pueden nombrar las siguientes:

- El apoderamiento, por parte de los ricos y poderosos, de la capacidad de la tecnología para cambiar a las sociedades, así como para manejar los sistemas políticos. Esto es muy grave, porque dicho grupo de personas está guiado por valores e intereses, la mayoría de las veces, ajenos a los de la gente. Esto hace que vivamos en un estado de injusticia social global, en el que la distribución de la riqueza sólo garantiza una vida digna a algo menos del 30% de los habitantes del planeta, lo que genera conflictos en todo el orbe. Igualmente, este monopolio en el que priman los intereses privados ha producido una crisis ambiental global que se evidencia en cómo se ha multiplicado por tres el número de catástrofes ambientales en los últimos diez años. Por otra parte, esta crisis es

negada por los gobiernos industrializados y las transnacionales, por ir en contra de sus intereses.

- En la actualidad, las políticas económicas comerciales y de consumo gobiernan la ciencia y la tecnología y, por ende, la educación científica. Estas políticas sostienen que sólo formando ciudadanos con mayores habilidades, capaces de resolver los problemas del mundo y preparados para aprender toda la vida, podrá mantenerse la prosperidad actual, de la que sólo gozan unos pocos. Este discurso de las transnacionales se ha llevado a las escuelas, que ahora abanderan la globalización, el aumento de la producción, la expansión ilimitada y la identificación de tecnología con progreso, trabajo con dinero, y de excelencia con competencia inescrupulosa. El que la educación científica actual esté integrada al mercado concibe, a los estudiantes como consumidores, y no como personas libres para participar en la construcción de su sociedad en lo económico, lo político, lo educativo y lo social (Apple, 1993). Además, estas políticas, hacen que los sistemas educativos se basen en los procesos de producción propios de fábricas y en la disminución máxima de los costos. Así, estos supuestos obligan a llevar a cabo una educación de carácter masivo, en la cual se sobrecarga a sus trabajadores (los docentes) y se desprecia a los clientes (los estudiantes) en aras de la mayor eficiencia económica, sin preocuparse por el futuro de la sociedad (Lemke, 2006). Por otra parte, los adultos en el mundo actual, fruto de estos sistemas educativos, son egocéntricos, e infantiles, sin conciencia de los recursos, incapaces de simpatizar con otros o reconocerlos, proclives a la violencia cuando se frustran por su baja tolerancia al fracaso, y desinteresados por el mundo social (Lemke, 2006).
- El mundo ha cambiado en su configuración y en su ritmo de desarrollo. Así, la so-

ciudad actual es multiétnica y multicultural, y esto no ha sido suficientemente asumido por los sistemas educativos, para los cuales educar en la diferencia todavía es algo marginal. Igualmente, la sociedad contemporánea ha sufrido y sufre acelerados cambios científicos y tecnológicos, lo que hace que, en la actualidad, no sea posible pronosticar qué tipo de conocimientos, habilidades y actitudes necesitarán los estudiantes para enfrentar un futuro incierto, complejo y cambiante.

Problemáticas actuales en la educación en ciencias

En la educación en ciencias, actualmente se vienen enfrentando un grupo de problemáticas, algunas de ellas ya de vieja data, y otras un poco más recientes. Dichas problemáticas se enmarcan en las de orden mundial ya enunciadas. Entre las problemáticas en la educación en ciencias se encuentran las siguientes.

— La motivación para la ciencia existente en la primaria se pierde en la secundaria, siendo reemplazada por una actitud negativa hacia las ciencias y las tecnologías, con la consecuente pérdida de la vocación científica. Esta desmotivación de los jóvenes hacia las ciencias puede deberse a:

1. Las escuelas presentan currículos de ciencias alejados de los problemas de la gente, y en lugar de esto, hacen énfasis en contenidos abstractos, planos, superficiales, aburridos y sin correlatos empíricos. Es decir, estos contenidos no están conectados con los intereses de los estudiantes ni con sus experiencias cotidianas. Por esto, dichos contenidos son alienantes para ellos e incapaces de interesarlos. En lugar de constituirse en motivos de aprendizaje, los contenidos presentados en las aulas de ciencias, la mayoría de las veces, son cargas académicas obligatorias y sin sentido para los estudiantes. Este tipo de contenidos

produce, en éstos, dos tipos de conducta: la resistencia en el proceso educativo, que se configura en un rechazo al mismo, y la docilidad irreflexiva frente aquél (Lemke, 2006).

2. La educación es poco atractiva, porque no enfatiza en la creatividad, la ética, el desarrollo histórico o el impacto social de las ciencias, elementos que han sido considerados como centrales por los jóvenes en su aprendizaje (Acevedo, 2004).
 3. Las propuestas educativas actuales para la educación en ciencias se encuentran basadas sólo en el constructivismo, en el que lo importante es la construcción de significados, pero no de sentidos. Es decir, en este tipo de propuestas lo importante es cómo se aprende, no para qué se aprende o por qué se aprende, como lo sostendrían Novack y Gowin (1984). Así, la educación en ciencias basada en el constructivismo diluye las dimensiones afectivas y emocionales del aprendizaje y se enfoca sólo en las cognitivas. Este énfasis en el constructivismo hace que la educación en ciencias se aisle de la vida cotidiana y de las preocupaciones morales y sociales de los estudiantes.
 4. La aparición de la tecnociencia, que contempla la comercialización, la industrialización y la militarización de los conocimientos científicos y tecnológicos, ha hecho que la ciencia, a pesar de contribuir a mejorar la calidad de vida de la gente, haya perdido el aprecio de un buen porcentaje de los ciudadanos, porcentaje en el que están incluidos los estudiantes de ciencias.
- La educación científica en el nivel básico, hoy está diseñada por gobiernos y corporaciones para que los estudiantes vayan luego a la universidad, o a los institutos, a

estudiar ciencias, esto con el fin de formar trabajadores que se puedan desempeñar, la mayoría de las veces, como técnicos especializados (fuerza de trabajo alfabetizada y barata) en sus proyectos comerciales y militares. Es decir, presenta una finalidad exclusivamente propedéutica, que desinteresa a los estudiantes, sobre todo en los países industrializados. Además de esto, la educación científica suele estar guiada por orgullos nacionales e intereses particulares, o de élites, que esconden la relación entre la ciencia y los proyectos comerciales, industriales y militares (Lemke, 2006). Con el objetivo de seguir estos lineamientos, en muchos países (incluido Colombia) se ha realizado una imposición absurda de regímenes estrictos de estándares y competencias laborales.

- La educación actual transmite una imagen de la ciencia errada, que muestra al pensamiento científico como superior y deshumanizado, aislado del trabajo de los científicos, de la sociedad, de la historia, de las leyes, de la economía, de la política y de los intereses de la gente. Además, la educación científica actual presenta la ciencia académica o clásica del siglo XIX, pero no de la ciencia contemporánea, de la macrociencia (*big science*) y de la tecnociencia nacidas en el siglo XX y en pleno desarrollo en el siglo XXI (Acevedo, 2004). Esto hace que en los programas académicos del área de ciencias sólo se incluyan los conceptos referidos a esta ciencia clásica. Por otra parte, la didáctica de las ciencias y los investigadores en esta área sólo atienden, en su mayoría, a la epistemología propia de esta ciencia académica clásica, sin enfocarse sobre la epistemología de la ciencia contemporánea, es decir, la referida a la tecnociencia y a la megaciencia.

Estas problemáticas generan tres consecuencias que son bastante graves:

1. Muchos estudiantes no aprenden el conocimiento científico ni cómo usarlo efecti-

vamente. Además, muchos de ellos tampoco alcanzan una comprensión adecuada de la naturaleza y los métodos de la ciencia, por lo que tampoco aprenden a construir nuevos conocimientos científicos.

2. Los adultos formados en nuestros sistemas educativos no están alfabetizados científicamente, es decir, preparados para vivir como ciudadanos en una sociedad científica y tecnológica, ni se encuentran formados para estudiar carreras científicas y mucho menos para tomar decisiones adecuadas sobre asuntos científicos o tecnológicos (Lemke, 2006).
3. Los adultos formados en los sistemas educativos minusvaloran los componentes afectivos, sociales y culturales, y presentan un interés muy bajo por el medio ambiente y por los demás.

Tendencias actuales en la educación científica

Actualmente, aunque la educación científica sigue centrada en disciplinas y está orientada a la profundización conceptual, en ella se han presentado algunos cambios interesantes:

- Durante los últimos treinta años, el enfoque constructivista de la educación científica ha sido el dominante. Esto, aunque ha provocado algunos cambios positivos en la educación en ciencias, como el abandono de la didáctica tradicional por transmisión-recepción y su remplazo por modelos didácticos más centrados en el alumno, como los del cambio conceptual y el aprendizaje significativo, ha degenerado en una especie de dogma que niega la racionalidad interna de las ciencias, haciendo sólo énfasis en los procesos de aprendizaje de las mismas.

- Recientemente, en la educación en ciencias se ha dado más importancia a los tra-

bajos prácticos, a las actividades de campo y al uso de espacios no convencionales como parques y museos. Es decir, se ha dado relevancia al aprendizaje denominado “auténtico”, adquirido de forma experimental, y directa, preferiblemente articulado a investigaciones autónomas. En este enfoque se destacan propuestas como las del aprendizaje experiencial (Kruger, 2005) y las de la enseñanza para la comprensión (Perkins y Blythe, 2005). Aunque este cambio es interesante, no se debe perder de vista la necesidad de llenar de sentido y significado las actividades, los contextos y los lugares, porque, de lo contrario, las actividades realizadas se podrían quedar sólo en el campo recreativo.

- La historia, la filosofía y la sociología de la ciencia han mostrado que ésta no es universal, coherente y objetiva, si no que es problemática y a veces incierta, incapaz de resolver algunas preguntas, y en ocasiones ambigua (Chalmers, 1984). Además, los investigadores de estas áreas han demostrado que las ciencias están profundamente relacionadas con los lugares, las instituciones y la cultura que las generan (Bowler y Morus, 2007; Crombie, 1987). Estos avances han hecho que, en muchos de los programas de formación en el campo de la educación en ciencias, en los últimos años, se hayan incluido cursos referidos a la historia, a la epistemología y a la sociología de las ciencias. Aunque este énfasis puede ser necesario, podría resultar insuficiente, ya que deja de lado aspectos tan importantes del conocimiento científico como sus procesos de producción y la incidencia del mismo en la sociedad.
- Se ha encontrado que los aspectos morales, emotivos y culturales relacionados con los conceptos y los hechos científicos son más importantes para la resolución de asuntos sociocientíficos y la toma de decisiones sobre los mismos, que otros factores, como la información sobre el tema o

las experiencias personales de los sujetos con dichos conceptos y hechos científicos (Zeidler y Schafer, 1984; Acevedo, 2004). Esto obligaría a repensar el énfasis en lo epistemológico e histórico que se le da a los programas de formación en educación en ciencias, para comenzar a incluir en ellos los aspectos contextuales, sociales y motivacionales del conocimiento científico.

La alfabetización científica

Los avances obtenidos en el estudio de la educación científica han hecho surgir el movimiento de “ciencia para todos” o *alfabetización científica*. Este movimiento persigue aumentar la población que recibe educación científica y la duración de dicha educación. La necesidad de una alfabetización científica y tecnológica, como parte esencial de la educación básica, se ve claramente reflejada en numerosos informes de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco, 2003) y la Organización de Estados Iberoamericanos (Vaccarezza *et al.*, 2003). Esta alfabetización científica se puede entender de diversas maneras:

- Formar para obtener la capacidad de leer y entender razonablemente información científica o tecnológica. Es decir, para comprender las noticias con carácter científico, así como las publicaciones dedicadas a la divulgación científica.
- Educar para conocer mejor las teorías científicas, la historia de las disciplinas, la ética y el control científico, la naturaleza del trabajo científico y la interdependencia entre ciencia, tecnología, sociedad y humanidades, además de formar para entender cómo se aplican la ciencia y la tecnología en la resolución de problemas cotidianos.
- Preparar propedéuticamente para superar las pruebas de acceso a la universidad y

responder a la educación superior (dirigido al 2% de estudiantes que quieren estudiar ciencias). Para esto se estructuran los currículos de ciencias en disciplinas (física, química, biología, etc.).

- Desarrollar capacidades laborales en los sujetos, como trabajo en equipo, iniciativa, creatividad, habilidades de comunicación y competencias académicas.
- Formación para aprender, durante toda la vida, conceptos, habilidades y actitudes para ser científico, ingeniero o técnico. O sea, para comprender cómo se genera y prueba el conocimiento, cómo investigar, cómo extraer conclusiones desde la evidencia, como resolver problemas y tomar decisiones (Millar y Osborne, 1998).

Las preguntas que surgen sobre la educación científica que plantea estos objetivos son: ¿en qué contribuye a los estudiantes y a la sociedad? ¿Cómo puede servir más a sus intereses?

La propuesta de alfabetización científica ha sido criticada, porque no responde a estas preguntas y porque, al contrario, se compromete con la educación científica tradicional y se niega a su rediseño radical. Con respecto a esto, Shamos (1995) argumenta que la alfabetización científica persigue fines no pertinentes, poco alcanzables e innecesarios para la vida de la mayoría de los ciudadanos, que actualmente sólo son consumidores ignorantes. Por otra parte, Layton (1993) proponen introducir, a la alfabetización científica, el “conocimiento práctico en acción”, que ayude a los sujetos a usar la ciencia para resolver los problemas de la vida.

Igualmente, Lemke (2006) ha criticado el enfoque de alfabetización científica, porque considera que sus metas deben enmarcarse en las metas más amplias de la educación, como contribuir a mejorar la sociedad y la vida de la gente. Es decir, para este autor, la educación científica debe dar oportunidades a la gente

para tener una vida digna (salud, educación, alimentación, vivienda, vestido y seguridad), desarrollar sus habilidades y talentos, desarrollar una perspectiva global y, sobre todo, construir esperanza. Además, este mismo autor argumenta que sólo una educación científica orientada a problemas sociales y no a conceptos abstractos, puede cautivar y mantener la imaginación, la lealtad y el compromiso afectivo y cognitivo de los estudiantes.

Por otra parte, Hodson (2003) argumenta que los ciudadanos deben comprender cómo la ciencia y la tecnología transforma el ambiente, para poder defenderse y ejercer sus derechos sin vulnerabilidad en una sociedad democrática, pero dependiente tecnológicamente y gobernada por intereses económicos de políticos y corporaciones. Los ciudadanos científicamente formados podrán defenderse ante las amenazas que pueda representar un uso inadecuado de la ciencia y la tecnología. Entre estas amenazas se podrían citar el uso de la ciencia, con más frecuencia, para fines bélicos, como en el caso del empleo de armas químicas y biológicas de diseño, y los efectos nocivos que pudiesen ocasionar los productos científicos y tecnológicos en el medio ambiente y en la salud humana, entre otros.

Estas objeciones a la concepción clásica de la alfabetización científica han dado lugar a un nuevo enfoque para la educación en ciencias: el *enfoque ciencia-tecnología-sociedad-medioambiente* (STSE, por sus siglas en inglés).

Enfoque ciencia-tecnología-sociedad-medioambiente para la educación en ciencias

El enfoque STSE pretende, además de lograr la alfabetización científica, educar en ciencias para alcanzar fines de gran envergadura, y articular dicha educación con las necesidades e intereses de la gente. Este enfoque requiere de ampliar el currículo de ciencias experimentales para la educación básica y media, relacio-

nando la ciencia con la tecnología, la técnica, la sociedad y el medio. Algunos de los objetivos que se persiguen en este enfoque son los siguientes:

1. Mostrar a la ciencia y a la tecnología como accesibles e importantes.
2. Enseñar a la gente a participar en las decisiones tecnocientíficas.
3. Hacer, a la ciencia, pertinente y útil en la vida cotidiana, es decir, para comprender los procesos y los artefactos del mundo, motivando e interesando al estudiante.
4. Formar buenos ciudadanos, capaces de participar en sus sociedades, enfrentándolos en las aulas a problemáticas científico-sociales.
5. Educar para una comprensión y difusión pública de la ciencia y de la cultura científica, para popularizar la ciencia y, sobre todo, sus formas de pensamiento.
6. Educar para proveer, a la gente, de conocimientos y capacidades que faciliten su participación, con aptitudes y actitudes de diálogo y negociación, en la toma de decisiones sobre asuntos como: definición de prioridades de investigación, resolución de controversias tecnocientíficas y ambientales, o aspectos relacionados con la salud y el consumo.

Algunos de los elementos educativos más relevantes del enfoque STSE son los siguientes:

- Articulación de las formas científicas de conocer con otras formas, como la matemática, la historia, la literatura, la economía, la política o la ética. En este campo, por ejemplo, Millar y Osborne (1998) proponen la articulación de la narrativa a la enseñanza de las ciencias. Así mismo, se han hecho esfuerzos por integrar el arte dramático y la ciencia, con el estudio de obras teatrales excepcionales, como *Galileo Galilei*

de Bertold Brecht (1974) o *Copenhague* de Michael Frayn (1998). Estas obras tratan temas tan complejos como las bases cosmológicas de la física newtoniana o los fundamentos de la física cuántica. Así mismo, algunos autores han llamado la atención sobre la estrecha relación entre la literatura y la ciencia (García y González, 2007).

- Tratamiento de las dimensiones éticas y axiológicas del conocimiento científico y tecnológico, además de la incorporación del pensamiento crítico en la educación en ciencias y tecnología, sobre sus usos tanto perjudiciales como benéficos. Para ello, se requiere de la introducción, en el currículo de ciencias experimentales para la educación básica y media, de las realidades sociales e históricas en las que se han desarrollado la ciencia y la tecnología, así como de su función social, admitiendo, además, su complicidad asidua con lo militar, lo político y lo comercial.
- Aplicación de un enfoque de ambientalización del currículo de ciencias experimentales (García, 2003), que presente una visión ampliada del ambiente, que incluye, además del contexto natural, los contextos tecnológicos y sociales, con sus problemáticas, desarrollos, innovaciones y objetivaciones. Este tipo de currículo permite relacionar los conocimientos científicos con el mundo de la vida, facilita su comprensión y aumenta su valor para los estudiantes no interesados, al combinar sus compromisos emocional e intelectual.
- Tratamiento de problemáticas relevantes para el estudiante en campos como la salud, la sexualidad, la higiene corporal o la alimentación sana, teniendo en cuenta sus experiencias personales como joven que hace parte de una cultura en particular, y sus intereses sociales. Esta condición del enfoque STSE asegura el compromiso afectivo de los estudiantes con el conocimiento

to que aprenden y, además, los prepara para apropiarse de las problemáticas particulares de sus sociedades.

- Conexión de la ciencia y la tecnología con la acción política que necesariamente los ciudadanos deben ejercer en las sociedades democráticas. Dicha conexión se puede alcanzar mediante el tratamiento de temas de carácter tecno-científico, que requieren de la participación de los ciudadanos. Entre estos temas pueden enumerarse, como ejemplos, la clonación humana y la mezcla de genes humanos y animales, autorizada con fines militares; los niveles intolerables de contaminación del aire, sobre todo en los países en vías de desarrollo o en las llamadas “economías emergentes”; los efectos de las radiaciones electromagnéticas en la salud humana y su ausencia de control en dichos países; la presencia de aditivos y sustancias químicas en la mayoría de los alimentos procesados, con efectos nocivos para la salud humana (alérgenos y cancerígenos), que han sido prohibidos en las democracias desarrolladas, pero que son permitidos por los gobiernos de los países del tercer mundo; el uso comercial y militar de pesticidas, plaguicidas y herbicidas con probado efecto contaminante sobre el agua y el suelo, y efectos nocivos para la salud humana, etc.
- Articulación de las nuevas tecnologías al acceso, análisis e interpretación de la información científica y tecnológica, para la alfabetización multimedial de los estudiantes y en el uso de múltiples representaciones. Este elemento del enfoque STSE reconoce que, en la actualidad, los estudiantes viven inmersos en el ciberespacio y que la mayoría de la información a la cual ellos tiene acceso proviene de él. Así mismo, reconoce que, en la actualidad, el aprender se concibe como un proceso situado y cruzado por múltiples factores, y que uno de ellos es el carácter múltiple que deben tener las representaciones del co-

nocimiento que ellos adquieren, para obtener un aprendizaje multirregistro y de largo plazo, que pueda ser transferido en la resolución de situaciones problema presentadas en diversos contextos (García, 2003).

- Énfasis, en las aulas, en la utilización didáctica de los procedimientos, las formas y los métodos que emplean los científicos para conocer y crear conocimiento. Entre las formas de trabajo se pueden citar la reflexión racional y el trabajo en equipo. Entre los métodos usados por los científicos puede ponerse, como ejemplo, la extracción de conclusiones a partir de evidencias y no de supuestos. Entre los procedimientos están la elaboración de hipótesis y la construcción de diseños experimentales.

A pesar del carácter integral del enfoque STSE, algunos teóricos consideran que sus contribuciones al mejoramiento de la educación en ciencias, al no ser incorporadas a las aulas por los docentes, se pueden quedar sólo en buenas intenciones (Vilches y Gil, 2003).

Politización del currículo en ciencia y tecnología

En la actualidad, el enfoque STSE extiende la alfabetización científica articulándola con la alfabetización política. Es decir, se articula con el fin de lograr el bienestar común que es, en últimas, el fin más alto de la política. Esta alfabetización política busca formar ciudadanos críticos con su sociedad y sus valores, dispuestos a transformarla y a construir una democracia justa, y en la que imperen estilos de vida respetuosos con los otros y con el medio ambiente. Dicha articulación con lo político requiere de la preparación para la acción socio-política en la educación en ciencias y tiene en cuenta aspectos como la responsabilidad social y moral de la ciencia y la integración de la misma a la sociedad (Hodson, 2003).

Para lograr la articulación entre la educación en ciencias y la política, podrían llevarse a cabo varios procedimientos. Así, por ejemplo, se podría utilizar la historia, la sociología y la filosofía de las ciencias para mostrar la influencia del contexto sociocultural en las ciencias. Igualmente, sería recomendable confrontar a los estudiantes con el análisis de los intereses políticos y sociales subyacentes a las prácticas científicas y tecnológicas, para que elaboren sus propios juicios. También se les podría proponer, a ellos, la resolución de problemas reales con dimensiones científicas, tecnológicas, sociales y ambientales. Este último procedimiento, además de coadyuvar a la articulación de la política y la ciencia, podría aumentar, en los estudiantes, el interés por los contenidos, su implicación personal y su motivación, y tal vez, posibilitarles un aprendizaje profundamente comprometido y personal.

Para Hodson (2003), la articulación entre la educación en ciencias y la política requiere de vincular la educación en ciencias y sus disciplinas en los ámbitos local, regional, nacional y global, alrededor de las siguientes áreas:

- Salud humana: alimentación, drogas, natalidad y epidemias como el sida, la hepatitis B o la tuberculosis.
- Comida y agricultura: cultivos, protección de semillas, seguridad alimentaria.
- Tierra, agua y recursos minerales: explotación minera y conservación de fuentes de agua, así como de suelos fértiles.
- Energía, recursos y consumo: energías renovables y consumo responsable.
- Industria: manufactura, servicios y biotecnología.
- Transferencia de información y transporte: nuevas tecnologías, comunicaciones y transporte de personas, cargas, mercancías.
- Libertad y control de la ciencia y la tecnología: ética y responsabilidad social de la ciencia, ciencia en pro o en contra de

la guerra, ciencia para resolver problemas humanos o para favorecer a los poderosos y al mercado.

- Preservación y manejo del medio ambiente natural: detenimiento del deterioro ambiental, prevención de desastres y mejoramiento de las conductas humanas frente al medio ambiente.

Para Hodson (1994), estos temas podrían abordarse —de manera sucesiva o no— en cuatro ámbitos:

1. Apreciación de impacto social del cambio científico y tecnológico, y de su determinación cultural. En este ámbito se podría estudiar el impacto de invenciones como la computadora o la clonación, para entender cómo la ciencia y la tecnología cambian las vidas y el medio.
2. Reconocimiento de que el desarrollo científico y tecnológico obedece a intereses particulares y está unido a la distribución del bienestar y del poder. En este ámbito se pueden observar casos en los que el norte desarrollado controla la producción y distribución de los recursos, logrando altos estándares de vida a costa del tercer mundo.
3. Descubrimiento de valores subyacentes y establecimiento de puntos de vista y posiciones propias. En este ámbito se realiza la clarificación de los valores propios, y la reflexión acerca de su significado con respecto a la justicia y el derecho, en lo social, lo político y lo ambiental. En esta fase se pondrían en tela de juicio valores como el racismo, el sexismo, la homofobia o el eurocentrismo, que menosprecian al otro, discriminándolo.
4. Preparación para tomar la acción. En este ámbito es necesario entender que poseer conceptos y teorías no implica ser responsable con el otro y con el ambiente, y que dicho conocimiento se debe transformar en conocimiento en acción. Un *conocimiento en*

acción es aquel que cambia la forma de actuar de los sujetos frente al otro y al medio natural y social. Así, un conocimiento en acción le posibilita al sujeto la apropiación de sus ambientes y problemáticas, y el empoderamiento acerca de los mismos para resolver dichas problemáticas. Según Hodson (2003), en una sociedad, los ciudadanos que actúan presentan las siguientes características:

- Comprensión profunda de los temas y de sus implicaciones humanas y ambientales.
- Involucramiento personal con los problemas relacionados con estas temáticas y orientación hacia su resolución.
- Empoderamiento para hacer los cambios que se deban hacer en la sociedad, lo que implica un sentimiento de poder hacer y de saber cómo hacer dichos cambios.

En este nivel es necesario estudiar cómo son tomadas las decisiones en lo local, lo regional y lo nacional, y quién las toma (industriales, políticos, comerciantes y militares). Es decir, en este nivel los estudiantes deben aprender a participar y, además, participar.

Cambio en los valores y cambio en estilos de vida

La educación orientada a la acción sociopolítica sostiene que los problemas ambientales, debidos a la industrialización, no son causados por ésta en sí misma o por su deficiente manejo, si no por los valores subyacentes de la sociedad. Es decir, este enfoque no cree que las ciencias por sí solas puedan resolver los problemas y que, por el contrario, el medio ambiente es una construcción social dependiente de la red cultural dominante. Según Hodson (2003), esto sucede en dos sentidos: cuando transformamos el medio natural y cuando lo construimos y reconstruimos en el pensamiento.

El enfoque STSE sostiene que problemas actuales como la tala de bosques no renovables (Amazonas); la erosión acelerada, con la consecuente desertificación; los vertidos de sustancias tóxicas a las fuentes de agua y al aire; la lluvia ácida; la desaparición de la capa de ozono; el calentamiento global; el cambio climático; la pérdida de biodiversidad y el riesgo de una catástrofe nuclear, están íntimamente relacionados con nuestros estilos de vida y nuestros vínculos con el ambiente y con los otros. Es decir, dichos problemas no son naturales e inevitables, como proclaman los medios masivos de comunicación, sino que son causados por nuestras prácticas y estructuras sociales, cimentadas en el siguiente grupo de valores (Hodson, 2003):

- “La competencia es la conducta fundamental de la existencia humana”: este valor sostiene que el ser humano debe siempre buscar ser el más grande, el más fuerte, el más rápido y el más poderoso, y debe estar siempre preocupado por elevar la producción. Este valor debería ser cambiado por el de la *cooperación* entre los seres humanos, con el objetivo de obtener un bienestar común. Este valor sostiene la necesidad de: una cultura de lo orgánico en lugar de lo artificial, que no contamine el medio natural que es de todos; de la no violencia, para el respeto de la dignidad humana; y de la elegancia y la belleza antes que de la lujuria, que le permita a los seres humanos construir una estética y no dejarse apresurar por sus instintos irracionales.
- “Determinismo tecnológico”: este valor sostiene que el cambio tecnológico es inevitable e irresistible. Este valor se debe cambiar por la noción de *cambio tecnológico democrático*, en el que los ciudadanos deciden qué tecnología usar y cuál no. Esto implica la adopción de tecnologías apropiadas, humanizadas, en armonía con la naturaleza y basadas en recursos renovables y reciclables y de alta durabilidad, además del rechazo a las tecnologías que violan la ética y explotan a los débiles.

- “Pensamiento antropocéntrico y objetivación de la naturaleza”: este valor está en la base de la crisis ambiental global y se refleja en expresiones como “violación de la naturaleza” o “dominar el mundo”. Este valor debe ser reemplazado por el de *biocentrismo ético*, que sostiene lo siguiente:
 - Todos los seres de la biósfera están conectados y tienen igual valor y derecho a existir, pues el medio no es un recurso para uso humano.
 - Todos los seres humanos y no humanos deben ser cuidados y preservados en su diversidad biológica y cultural, sin discriminaciones.
 - Un estilo de vida basado en la lujuria, la riqueza y el lujo que implica la explotación inescrupulosa y desenfrenada de los otros y del medio natural, no es compatible con los derechos de estos otros a recursos básicos y con la necesidad de preservar el medio natural para las generaciones futuras.
- Fomentar la educación en y a través del medio ambiente, mediante experiencias emocionales que permitan reordenar valores y sentimientos por el medio. Es decir, privilegiar las salidas y estudios de campo, así como las excursiones formativas, mejorando la relación de los estudiantes con el medio, con el objeto de lograr que ellos entiendan que hacen parte de él y que no están fuera, como ellos creen.
- Construir un currículo flexible con base en problemáticas abiertas, y expuesto a constante revisión, además de ser permeable a la participación de las comunidades educativas, con sus intereses y esperanzas (García, 2003). Este currículo podría ofrecer grupos de situaciones problemáticas contextualizadas y ambientalizadas, que ayuden a los estudiantes a aprender los conceptos, a desarrollar sus capacidades de pensamiento y a conseguir un conocimiento en acción.

Los cambios en los valores anteriormente mencionados permitirían lograr objetivos como construir conceptos con un fundamento ecológico y no sólo como abstracciones analíticas, es decir, como herramientas para ver y comprender nuestro papel en la tierra. Igualmente, este cambio podría facilitar aprendizajes sensitivos y espirituales, generando un sentido de unidad hombre-medio.

Para lograr estos cambios, en las instituciones educativas podrían implementarse las siguientes políticas (Hodson, 2003):

- Aumentar las experiencias de aprendizaje informal, como visitas a museos, parques naturales y centros de producción industrial y agrícola, para facilitar el desarrollo, en los estudiantes, de los componentes afectivos y sociales del aprendizaje, y proveer una fusión de dichos componentes con el componente cognitivo del mismo.

Por último, es necesario hacer un llamado a todos los docentes de ciencias experimentales, para que se organicen en grupos de trabajo en sus colegios y escuelas, con el fin de hacer realidad los planteamientos del enfoque STSE al interior de las instituciones educativas y, así, comenzar a hacer parte de la solución de los problemas educativos y sociales que aquejan nuestras sociedades, ya que si no hacemos parte de la solución, como dijo Martin Luther King, haremos parte del problema.

Referencias biblio y cibergráficas

- Acevedo, J. A., 2004, “Fundamentos y líneas de trabajo. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía”, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 1, núm. 1, pp. 3-16.
- Apple, M. W., 1993, *Official Knowledge: Democratic Education in a Conservative Age*, Nueva York, Routledge.
- Bowler, P. y I. Morus, 2007, *Panorama general de la ciencia moderna*, Barcelona, Crítica.

- Brech, B., 1974, "La vida de Galileo Galilei", en: *Arte y Literatura*, La Habana, s. ed.
- Chalmers, A. F., 1984, *Qué es esa cosa llamada ciencia*, Madrid, Alianza.
- Crombie, A. C., 1987, *Historia de la ciencia: De San Agustín a Galileo*, Madrid, Alianza.
- Frayn, M., 1998, *Copenhagen*, Nueva York, Methuen Drama, Random House.
- García, J. J., 2003, *Didáctica de las ciencias resolución de problemas y desarrollo de la creatividad*, Bogotá, Magisterio.
- García, J. J. y E. M. González, 2007, "Entre la literatura y las ciencias experimentales: hacia una mirada estética para el desarrollo didáctico de una cultura científica", *Revista Unipluriversidad*, Medellín Universidad de Antioquia, Facultad de Educación., vol. 7, núm. 1, pp. 18-27.
- Hodson, D., 1994, "Seeking directions for change: The personalization and politicization of science education", *Curriculum Studies*, núm. 2, pp. 71-98.
- _, 2003, "Time for action: science education for an alternative future international", *Journal of Science Education*, vol. 25, núm. 6, pp. 645-670.
- Kruger, A., 2005, "Formación vivencial más allá de la moda", *Revista Internacional Magisterio, Educación y Pedagogía*, núm. 17, pp. 33-36.
- Layton, D. et al., 1993, *Inarticulate Science?* Driffield, Studies in Education.
- Lemke, J., 2006, "Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir", *Enseñanza de las ciencias*, Barcelona, vol. 24, núm. 1, pp. 5-12.
- Millar, R. y J. Osborne, 1998, *Beyond 2000: Science Education for the Future*, Londres, King's College.
- Novack, J. D. y D. B. Gowin, 1984, "Aprendiendo a aprender", Buenos Aires, Martínez Roca.
- Perkins, D. y T. Blythe, 2005, "Ante todo la comprensión", *Revista Internacional Magisterio, Educación y Pedagogía*, núm. 14, pp. 19-23.
- Shamos, T., 1995, *The Myth of Scientific Literacy*, New Brunswick, NJ., Rutgers University Press.
- Unesco, 2003, "Informe final del encuentro sobre educación científica", Santiago de Chile, 1.º a 4 de jul. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC), Unesco, [en línea], disponible en: http://portal.unesco.org/education/en/ev.php-URL_ID=30733&URL_DO=DO_PRINTPAGE&URL_SECTION=201.html
- Vaccarezza, L.; J. A. López Cerezo; J. L. Luján; C. Polino y M. E. Fazio, 2003, "Proyecto Iberoamericano de indicadores de percepción pública, cultura científica y participación ciudadana", RICYT/CYTED - OEI, Documento núm. 7.
- Vilches, A. y D. Gil, 2003, *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*, Madrid, OEI, Cambridge University Press.
- Zeidler, D. L. y L. E. Schafer, 1984. "Identifying meditating factors of moral reasoning in science education", *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 21, núm. 1, pp. 1-15.

Referencia

García García, José Joaquín y Jesús Francisco Cauich Canul, "¿Para qué enseñar ciencias en la actualidad? Una propuesta que articula la tecnología, la sociedad y el medio ambiente", *Revista Educación y Pedagogía*, Medellín, Universidad de Antioquia, Facultad de Educación, vol. xx, núm. 50, (enero-abril), 2008, pp. 111-122.

Original recibido: julio 2007

Aceptado: octubre 2007

Se autoriza la reproducción del artículo citando la fuente y los créditos de los autores.
