
LAS ACTITUDES DE LOS ESTUDIANTES DE BACHILLERATO HACIA LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA SOCIEDAD EN RELACIÓN CON LA RESPONSABILIDAD SOCIAL HACIA LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

MAYRA GARCÍA-RUIZ / GABRIELA PEÑA GONZÁLEZ / ÁNGEL VÁZQUEZ ALONSO

RESUMEN:

Una extensa investigación en la enseñanza de la ciencia ha mostrado que estudiantes y profesores no alcanzan una comprensión adecuada de las cuestiones que aborda la educación CTS. Por lo que emana la imperiosa necesidad de una alfabetización científica y tecnológica, que tome en cuenta el contexto social y ambiental para construir procesos de enseñanza-aprendizaje significativos. Este estudio pretende investigar las actitudes hacia la ciencia, la tecnología, la sociedad y su relación con la responsabilidad social hacia la contaminación en estudiantes de bachillerato. Forma parte del Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad. Fueron encuestados 80 estudiantes de bachillerato. El instrumento utilizado es el Cuestionario de Opiniones sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad, del cual analizamos 6 reactivos: conceptos de CyT, interacciones entre CTS, relación CTS con la responsabilidad social hacia la contaminación, relaciones de la tecnología con el nivel de vida de nuestro país y las decisiones sobre los asuntos científicos y tecnológicos de nuestro país que pueden impactar en el ambiente. Los resultados mostraron una tendencia actitudinal ligeramente positiva hacia las cuestiones CTS y cierta responsabilidad social hacia el ambiente, ya que se les dificultó distinguir las frases plausibles e ingenuas al respecto, por lo que concluimos que es necesaria una alfabetización científico-ambiental adecuada en el aula. Este estudio pretende contribuir a concientizar acerca de la importancia de la educación científico-ambiental en la enseñanza de las cuestiones CTS, con implicaciones favorables en el medio.

PALABRAS CLAVE: Actitudes, CTS, Ambiente, Contaminación, Bachillerato.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo forma parte del Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS),

que es un estudio de investigación cooperativa internacional en el que participan diversos grupos de investigación pertenecientes a distintos países e instituciones (países participantes: Argentina, Brasil, Colombia, España, México, Portugal y Uruguay; Vázquez *et al.*, 2006).

La perspectiva del estudio es fundamentalmente educativa, centrada en los temas denominados genéricamente de ciencia, tecnología y sociedad (CTS), acerca de la percepción de estudiantes y profesores de diferentes niveles escolares sobre cómo funcionan la ciencia y la tecnología (CyT) en el mundo actual, la naturaleza de la CyT y las relaciones entre la CTS (CTS; Vázquez *et al.*, 2006) con el ambiente (CTSA).

Científicos, educadores y organizaciones internacionales coinciden en señalar como indicador esencial de la alfabetización científica y tecnológica que todos los estudiantes desarrollen concepciones informadas y apropiadas sobre las relaciones mutuas entre la ciencia, la tecnología y la sociedad (Manassero *et al.*, 2004), verdaderamente necesarias, debido a la crisis ambiental que estamos viviendo. Una extensa investigación en el campo de la enseñanza de la ciencia ha mostrado que estudiantes y profesores no alcanzan una comprensión adecuada de las cuestiones que aborda la educación CTS (Acevedo *et al.*, 2002; Manassero y Vázquez, 2001; Rubba y Harkness, 1993; Solbes y Vilches, 2001 y 2004). Las investigaciones realizadas en México por nuestro grupo (García-Ruiz y Pérez, 2005, Calixto, 2006; García Ruiz y López, 2005; García-Ruiz y Sánchez, 2006, García-Ruiz y Orozco, 2008) muestran diversos problemas en las concepciones y actitudes de los profesores de educación básica y media superior hacia la ciencia y el ambiente. Se margina el desarrollo de las capacidades de un amplio sector de nuestra población. Niños y jóvenes que se encuentran inscritos en el sistema educativo mexicano, que en muchos casos tendrán las mismas concepciones o actitudes que sus profesores.

La realidad de nuestro país es que sólo 7% de los alumnos que concluyen la educación básica llegan a la educación superior y de éstos un reducido porcentaje trabaja en el campo en que se formó. Muchos de estos niños y

jóvenes no obtienen los aprendizajes esperados, con estos hechos se les margina el acceso al conocimiento en ciencia y tecnología.

Por ello, el diagnóstico de las actitudes hacia CTS y su relación con el ambiente es un problema relevante de la investigación como indicador de alfabetización científica y tecnológica, por la necesidad de conocer sus creencias iniciales y los aprendizajes alcanzados.

Por tanto, el objetivo de este estudio es investigar las actitudes hacia la ciencia, la tecnología, la sociedad y su relación con la responsabilidad social hacia la contaminación en estudiantes de bachillerato.

Los resultados de la investigación en CTS pueden contribuir a la generación de diversas alternativas para una alfabetización científico-ambiental en el aula.

METODOLOGÍA

Se trabajó con una muestra de 80 estudiantes del último año de educación media superior provenientes de dos bachilleratos de la Ciudad de México, con las siguientes características:

Tabla 1. Características de la muestra de estudiantes de bachillerato participantes en este estudio

| Edad (años) | Frecuencia | % Válido |
|---------------|------------|----------|
| 17 | 23 | 28.8 |
| 18 | 31 | 38.8 |
| 19 | 15 | 18.8 |
| 20 | 5 | 6.3 |
| 21 | 3 | 3.8 |
| 22 | 3 | 3.8 |
| Total | 80 | 100.0 |
| Género | | |
| Hombres | 39 | 48.8 |
| Mujeres | 41 | 51.3 |
| Total | 80 | 100.0 |

El instrumento utilizado es el Cuestionario de Opiniones sobre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (disponible en línea www.oei/cocts/). Es un formato de elección múltiple, que permite a los encuestados expresar sus propios puntos de vista sobre temas CTS, está conformado por un problema respecto de cual se desea conocer la actitud de los encuestados, seguido de una serie de frases para responder el grado de acuerdo/desacuerdo en una escala del 1 al 9. Cada frase fue clasificada como por un panel de jueces como adecuada, plausible o ingenua, según la cual se valoran las respuestas dadas por los encuestados (Manassero *et al.*, 2003).

Del COCTS se analizaron seis reactivos (ver anexo 1) que se vinculaban directamente con el objetivo planteado: los conceptos de CyT, interacciones entre CTS, relación de la CTS con la responsabilidad social hacia la contaminación, relaciones de la tecnología con el nivel de vida de nuestro país y las decisiones sobre los asuntos científicos y tecnológicos de nuestro país que pueden tener impacto ambiental. Los cuestionarios fueron aplicados durante 2008.

Los datos se analizaron en forma global, obteniendo estadísticas descriptivas y los índices actitudinales, con el fin de diagnosticar las actitudes de los alumnos sobre los aspectos CTSA.

RESULTADOS

En la tabla 2 se muestran los índices de actitud de los estudiantes por categoría de las frases para las cuestiones representativas las relaciones CTSA.

Tabla 2. Índices Actitudinales por categoría de las frases para las cuestiones de CTSA analizadas en este estudio

| Ítems* | Adecuada | Plausible | Ingenua | Índice Global Ponderado |
|--|----------|-----------|---------|-------------------------|
| 10111 | 0.2516 | 0.1282 | 0.1375 | 0.0808 |
| 10211 | 0.0694 | -0.1023 | -0.4583 | -0.1637 |
| 30111 | 0.4424 | ----- | -0.1276 | 0.1574 |
| 40161 | 0.5006 | -0.2601 | 0.0068 | 0.0824 |
| 40531 | 0.3600 | -0.2100 | -0.2933 | -0.0478 |
| 40211 | 0.3051 | -0.1507 | 0.2778 | 0.0607 |
| Índice global de cada categoría | 0.3215 | -0.1189 | -0.0762 | 0.0421 |

*En el anexo 1 se encuentran los enunciados completos de cada ítem.

Las definiciones de CyT mostraron índices actitudinales positivos pero bajos en las frases adecuadas, y negativos para las plausibles e ingenuas (tecnología) esto indica que a los estudiantes se les dificulta un poco identificar las frases adecuadas y más aún identificar las plausibles e ingenuas para definir CyT.

Con respecto a las interacciones mutuas entre CTS, los índices mayores se encontraron en las frases adecuadas (tabla 2) y correspondientes a un acuerdo alto/total, por lo que se puede asumir una tendencia actitudinal ligeramente positiva en cuanto a estas relaciones.

Referente a la dimensión ambiental evaluada a través de las actitudes hacia la disminución de la contaminación producida por los países industriales, la mejora del nivel de vida y las decisiones de los científicos e ingenieros, encontramos que las actitudes más altas se localizaron en las frases adecuadas, pero se les dificultó distinguir las frases plausibles (tabla 2).

En la tabla 3 se muestran las proporciones de estudiantes que respondieron de manera adecuada, plausible o ingenua a los diferentes ítems y se exponen únicamente los ítems de mayor acuerdo y desacuerdo.

Tabla 3. Proporción de estudiantes de bachillerato que mostraron mayor acuerdo o desacuerdo con las frases adecuadas, plausibles e ingenuas para las cuestiones de CTSA analizadas

| Ítems* | Alto/Total Acuerdo (%) | Ítem | Alto/Total Desacuerdo (%) |
|---------|------------------------|---------|---------------------------|
| 10111-B | Adecuada 51.3 | 10111-I | Ingenua 51 |
| 10211-B | Ingenua 50 | 10211-A | Plausible 28.8 |
| 30111-F | Adecuada 48.8 | 30111-G | 32.8 |
| 40161-F | Adecuada 60.1 | 40161-A | Ingenua 27.6 |
| 40531-E | Adecuada 39.0 | 40531-B | Plausible 37.5 |
| 40211-D | Adecuada 51.2 | 40211-C | Plausible 46.4 |

*En el anexo 1 se encuentran los enunciados completos de cada ítem.

En esta tabla se observa que poco más de la mitad de los estudiantes (51%) opinaron que las decisiones sobre los asuntos científicos de nuestro país deberían ser compartidas porque afectan a nuestra sociedad; 39% estuvo de acuerdo en que más tecnología puede mejorar el nivel de vida aunque también causaría más contaminación, y el 60% coinciden en que la contaminación es un problema global, que para resolver estos problemas no se trata de trasladarla a otros países sino de reducirla y evitar nuevos problemas de contaminación que afectan a la sociedad mundial, lo que indica cierta responsabilidad social hacia el ambiente.

CONCLUSIONES

De estos resultados podemos concluir que los estudiantes fueron capaces de distinguir mejor algunos aspectos adecuados en cuanto a la ciencia, la tecnología y la sociedad, pero no sucedió así con los aspectos plausibles e ingenuos. Esta limitación queda patente mediante los índices de actitud obtenidos en las cuestiones adecuadas, que son positivos pero bajos, lo que

señala la necesidad de alcanzar una comprensión de los principales procesos científicos y tecnológicos y una actitud positiva hacia la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente (Acevedo *et al.*, 2002).

Los índices bajos en las frases plausibles e ingenuas sugieren la falta de una alfabetización científico-ambiental adecuada en el aula, por lo que la educación sobre estas cuestiones no debe limitarse a trabajar las ideas y actitudes más adecuadas, verdaderas o correctas, sino también, y especialmente, aquellas otras que tienen aspectos inadecuados o erróneos.

En México existe una enseñanza mínima de la ciencia desde la perspectiva de CTS, lo que implica que en la mayoría de la población exista una escasa comprensión del significado de los procesos científicos y de los procesos que conllevan los distintos problemas ambientales. Por tanto, consideramos que es necesario un tratamiento adecuado en el aula sobre estas temáticas y sus respectivas interacciones. Por ello y debido a la problemática socioambiental de nuestro planeta es importante reconocer que todos, estudiantes, profesores y sociedad en general debemos desarrollar concepciones informadas y actitudes apropiadas sobre la CyT y sus relaciones con la sociedad y el ambiente.

Esta investigación pretende contribuir a concientizar a la comunidad educativa acerca de la importancia de la educación científico-ambiental para promover la enseñanza y aprendizaje de las cuestiones CTS, con implicaciones favorables hacia el medio ambiente, no sólo a través de la educación de las ideas más adecuadas, sino también trabajar aquellas equivocadas, que son las más difíciles de asumir por los estudiantes.

REFERENCIAS

Acevedo, J.A., Vázquez, A., Acevedo, P. y Manassero, M.A. (2002). Un estudio sobre las actitudes y creencias CTS del profesorado de primaria, secundaria y universidad. *Tarbiya*, 30, 5-27. En *Sala de Lecturas CTS+I de la OEI*, 2003, <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo15.htm>.

Calixto, R. (2006). *La enseñanza de la Biología*, México: UPN, pp. 224

-
- García Ruiz, M. y Pérez, M.S. (2005). "Las Actitudes hacia la Ciencia y su Enseñanza en las Docentes de Educación Preescolar". En Méndez, Paz y Martínez (coords.) *La Enseñanza de la Ciencia en la UPN Natura Red 2001-2004*. México: Universidad Pedagógica Nacional, pp. 12-15, ISBN 970-702-154-3.
- García-Ruiz, M. y Orozco, L. (2008). "Orientando un cambio de actitud hacia las ciencias naturales y su enseñanza en profesores de educación primaria", *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7 (3): 539-568.
- García Ruiz, M. y López, I. (2005). "Las actitudes relacionadas con la ciencia y el ambiente en profesores de bachillerato de Oaxaca, México". *Revista Enseñanza de la Ciencias*, vol. núm. VII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias, Granada, Granada, España, pp. 1-6. Disponible en: (www.ensciencias.uab.es/webblues/wwwcongres2005/material/comuni_orales/1_ense_ciencias/1_1/Garcia_Ruiz_019.pdf).
- Manassero, M.A. y Vázquez, A. (2001). "Opiniones sobre las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad", *Tarbiya*, 27, 27-56.
- Manassero, M. A., Vázquez, A., y Acevedo, J. A. (2003). *Cuestionario de opiniones sobre ciencia, tecnología i societat (COCTS)*. Princeton, NJ: Educational Testing Service. En <http://www.ets.org/testcoll/>.
- Rubba, P.A. y Harkness, W.L. (1993). "Examination of preservice and in-service secondary science teachers' beliefs about Science-Technology-Society interactions", *Science Education*, 77(4), 407-431.
- Solbes, J. y Vilches, A. (2001). "Percepciones del alumnado de ESO y bachillerato acerca de las interacciones CTS". *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra, VI Congreso, pp. 27- 28.
- Solbes, J. y Vilches, A. (2004). "Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente". *Enseñanza de las Ciencias*, 22(3): 337-348.
- Vázquez, A.; Castillejos, A.; García-Ruiz, M.; Garritz, A.; Manassero, M.A.; Martín, M.; Quetglas, B. y Rueda, C. (2006). *Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS)*. Disponible en: <http://www.oei.es/congresoctsi/mesas.htm>

Proyecto de investigación financiado por la Universidad Pedagógica Nacional (México) y por la Convocatoria de ayudas a proyectos de I+D 2007 del Ministerio de Educación y Ciencia (España) ProyectoSEJ2007-67090/EDUC.

Anexo 1

Reactivos del COCTS analizados en esta investigación:

10111 Definir qué es la ciencia es difícil porque ésta es algo complejo y engloba muchas cosas. Pero la ciencia PRINCIPALMENTE es:

- A. el estudio de campos tales como biología, química, geología y física.
 - B. un cuerpo de conocimientos, tales como principios, leyes y teorías que explican el mundo que nos rodea (materia, energía y vida).
 - C. explorar lo desconocido y descubrir cosas nuevas sobre el mundo y el universo y como funcionan.
 - D. realizar experimentos para resolver problemas de interés sobre el mundo que nos rodea.
 - E. inventar o diseñar cosas (por ejemplo, corazones artificiales, ordenadores, vehículos espaciales).
 - F. buscar y usar conocimientos para hacer de este mundo un lugar mejor para vivir (por ejemplo, curar enfermedades, solucionar la contaminación y mejorar la agricultura).
 - G. una organización de personas (llamados científicos) que tienen ideas y técnicas para descubrir nuevos conocimientos.
 - H. un proceso investigador sistemático y el conocimiento resultante.
 - I. no se puede definir la ciencia.
-

10211 Definir qué es la tecnología puede resultar difícil porque ésta sirve para muchas cosas. Pero la tecnología PRINCIPALMENTE es:

- A. muy parecida a la ciencia.
 - B. la aplicación de la ciencia.
 - C. nuevos procesos, instrumentos, maquinaria, herramientas, aplicaciones, artilugios, ordenadores o aparatos prácticos para el uso de cada día.
 - D. robots, electrónica, ordenadores, sistemas de comunicación, automatismos, máquinas.
 - E. una técnica para construir cosas o una forma de resolver problemas prácticos.
 - F. inventar, diseñar y probar cosas (por ejemplo, corazones artificiales, ordenadores y vehículos espaciales).
 - G. ideas y técnicas para diseñar y hacer cosas; para organizar a los trabajadores, la gente de negocios y los consumidores; y para el progreso de la sociedad.
 - H. saber cómo hacer cosas (por ejemplo, instrumentos, maquinaria, aparatos).
-

30111 ¿Cual de los siguientes diagramas representaría mejor las interacciones mutuas entre la ciencia, la tecnología y la sociedad? (Las flechas simples indican una sola dirección para la relación, y las dobles indican interacciones mutuas. Las flechas más gruesas indican una relación más intensa que las finas, y éstas más que las punteadas; la ausencia de flecha, indica falta de relación).

- A) Ciencia → Tecnología → Sociedad
- B) Tecnología → Ciencia → Sociedad
- C)


```

      graph TD
      C[Ciencia] -.-> T[Tecnología]
      C -.-> S[Sociedad]
      T -.-.-> S
      
```
- D)


```

      graph TD
      C[Ciencia] -.-> T[Tecnología]
      C -.-> S[Sociedad]
      S -.-.-> T
      
```
- E)


```

      graph TD
      C[Ciencia] <-.-> T[Tecnología]
      C <-.-> S[Sociedad]
      T <-.-.-> S
      
```
- F)


```

      graph TD
      C[Ciencia] <-> T[Tecnología]
      C <-.-> S[Sociedad]
      T <-.-.-> S
      
```
- G)


```

      graph TD
      C[Ciencia] <-.-.-> T[Tecnología]
      S[Sociedad]
      
```

40161 La industria pesada ha contaminado enormemente los países industriales. Por tanto, es una decisión responsable trasladarla a los países no desarrollados, donde la contaminación no está tan extendida.

- A. La industria pesada debería ser trasladada a los países no desarrollados para salvar nuestro país y sus generaciones futuras de la contaminación.
- B. es difícil de decidir. Trasladar la industria ayudaría a los países pobres a prosperar y también a reducir la contaminación de nuestro país. Pero no tenemos derecho a contaminar el medio ambiente de otros lugares.
- C. No es cuestión de donde esté localizada la industria pesada. Los efectos de la contaminación son globales sobre la Tierra.
La industria pesada NO debería trasladarse a los países no desarrollados:
- D. porque trasladar la industria no es una forma responsable de resolver la contaminación. Se debería reducir o eliminar la contaminación aquí, en lugar de crear más problemas en cualquier otro lugar.

-
- E. porque esos países tienen ya suficientes problemas sin añadir el problema de la contaminación.
 - F. porque la contaminación debería ser limitada tanto como sea posible. Extenderla sólo crearía más daños.
-

40531 Más tecnología mejorará el nivel de vida de nuestro país.

- A. Sí, porque la tecnología siempre ha mejorado el nivel de vida y no hay razón para que no lo haga ahora.
 - B. Sí, porque cuanto más sabemos, mejor podemos resolver nuestros problemas y cuidar de nosotros mismos.
 - C. Sí, porque la tecnología crea trabajo y prosperidad. La tecnología ayuda a hacer la vida más agradable, más eficiente y más divertida.
 - D. Sí, pero sólo para aquellos que pueden usarla. Más tecnología destruirá puestos de trabajo y causará que haya más gente por debajo de la línea de pobreza.
 - E. Sí y no. Más tecnología haría la vida más agradable y más eficiente, PERO también causaría más contaminación, desempleo y otros problemas. El nivel de vida puede mejorar, pero la calidad de vida puede que no.
 - F. No, porque somos irresponsables con la tecnología que tenemos ahora; como ejemplos podemos citar la desmedida producción de armas y el uso abusivo de los recursos naturales.
-

40211 Los científicos e ingenieros deberían ser los únicos en decidir los asuntos científicos de nuestro país porque son las personas que mejor conocen estos asuntos.

Como por ejemplo, los tipos de energía cara al futuro (nuclear, hidráulica, solar, quemando carbón, etc.), los índices permitidos de contaminación del aire en nuestro país (emisiones industriales de dióxido de azufre, control de la contaminación de coches y camiones, emisiones de gases ácidos de los pozos de petróleo, etc.), el futuro de la biotecnología en nuestro país (ADN recombinante, ingeniería genética, desarrollo de bacterias eliminadoras de minerales o creadoras de nieve, etc.), técnicas aplicadas al feto (amniocentesis para analizar los cromosomas del feto, alterar el desarrollo del embrión, los bebés probeta, etc.), o sobre el desarme nuclear.

Los científicos e ingenieros son los que deberían decidir:

- A. porque tienen la formación y los datos que les dan una mejor comprensión del tema.
- B. porque tienen el conocimiento y pueden tomar mejores decisiones que los burócratas del gobierno o las empresas privadas, que tienen intereses creados.
- C. porque tienen la formación y los datos que les dan una mejor comprensión; PERO los ciudadanos deberían estar implicados, o deberían ser informados o consultados.
- D. La decisión debería ser tomada de manera compartida. Las opiniones de los científicos e ingenieros, otros especialistas y los ciudadanos informados deberían ser tenidas en cuenta en las decisiones que afectan a nuestra sociedad.
- E. El gobierno debería decidir porque el tema es básicamente político; PERO científicos e ingenieros deberían aconsejar.

-
- F. Los ciudadanos deberían decidir, porque la decisión afecta a todos; PERO científicos e ingenieros deberían aconsejar.
 - G. Los ciudadanos deberían decidir, porque sirven como control de los científicos e ingenieros. Éstos tienen opiniones idealistas y estrechas del tema y, por tanto, prestan poca atención a las consecuencias.
 - H. Depende del tipo de decisión a tomar; no es lo mismo decidir sobre el desarme nuclear que sobre un bebé. En unos casos podrían hacerlo los científicos solos, y en otros, los ciudadanos o los interesados solos.
-