

PRECONCEPCIONES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN LOS PROFESORES DE BACHILLERATO: UN ESTUDIO EMPÍRICO EN EL ESTADO DE GUANAJUATO

Jorge Luis Rebollo León

1. INTRODUCCIÓN

La manera en que los estudiantes aprenden lo que es la ciencia y la tecnología, no solo repercute dentro del aula, también afecta lo que sucede fuera de ella. Si la ciencia es concebida como un conjunto de saberes estáticos o como un quehacer desligado del contexto social, será poco probable que los estudiantes logren incorporarla en su futura vida profesional.

Vivimos en un mundo beneficiado y deteriorado por la tecnología. Sin embargo, muchas personas difícilmente comprenden y cuestionan los avances científicos y técnicos. La especialización creciente, el lenguaje que utiliza y las características propias de la actividad investigadora constituyen una dificultad añadida que complica aún más el tan necesario puente entre los científicos y la sociedad. Un esfuerzo importante por construir dicho puente ha sido la corriente educativa denominada Ciencia- Tecnología – Sociedad (CTS)

El enfoque CTS se originó hace tres décadas a partir de nuevas corrientes de investigación en filosofía y sociología de la ciencia, y de un incremento en la sensibilidad social e institucional sobre la necesidad de una regulación democrática del cambio científico-tecnológico.

Uno de los objetivos de dicho enfoque es promover la alfabetización científica, mostrando la ciencia como una actividad humana de gran importancia social.

Aunque pueden identificarse diferentes posiciones dentro de esta corriente educativa, los promotores del enfoque CTS han puesto sobre la mesa de discusión la necesidad de educar en ciencias para formar ciudadanos responsables, con los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para enfrentar problemas individuales y sociales y tomar decisiones en un mundo donde los productos de la ciencia y la tecnología son parte esencial de la vida cotidiana (Bybee, 1993).

La organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) sostiene que los contenidos de CTS son considerados cada vez más como un indicador de calidad en la innovación de una enseñanza de las ciencias (OEI, 2001). El enfoque CTS ha buscado que en la enseñanza de las ciencias se vincule de manera explícita las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. Pero a pesar de los esfuerzos por incorporar el enfoque CTS en los planes de estudio tanto del nivel medio como del medio superior, y de capacitar a los profesores en dicho enfoque, los estudios al respecto nos muestran que falta mucho por hacer (Talanquer, 2000). Prueba de ello es la encuesta realizada por la OEI en Argentina, Brasil, España y Portugal (2003), donde pueden encontrarse enunciados tales como: “el mundo de la ciencia no puede ser comprendido por el común de la gente”, ideas que continúan prevaleciendo en la opinión pública.

Cabe señalar que son muchos los factores que pueden afectar la poca efectividad de las reformas curriculares; algunos de ellos son las instituciones escolares, sus políticas, los alumnos, las

técnicas didácticas, entre otros. Sin embargo, este estudio se enfoca de manera especial al profesor que tiene a su cargo la educación científica y que es parte esencial desde el enfoque CTS.

Desafortunadamente la formación de los profesores en CTS no ha sido suficiente para lograr el cambio deseado en los estudiantes. (Lederman, 1992). En esta transferencia hay otros factores relacionados directamente con los docentes (Mellado, 1997). En especial nos referimos a las preconcepciones o “visiones deformadas” que siguen sosteniendo algunos profesores sobre lo que es la ciencia y la tecnología. (Acevedo, 1997; Vázquez, 1999).

Inicialmente se realizará una revisión teórica de algunas imágenes o preconcepciones presentes en la enseñanza de las ciencias y la tecnología a nivel bachillerato y que conforman el marco teórico del estudio. Posteriormente se presentará la metodología del estudio empírico que actualmente se lleva a cabo en el Estado de Guanajuato, y finalmente se revisarán los resultados preliminares logrados.

2. LAS IMÁGENES ACERCA DE LA CIENCIA Y SU ENSEÑANZA

De acuerdo con Olivé (2004), existen tres imágenes distintas de la ciencia: la imagen científica, la imagen filosófica y la imagen pública. La primera es la que tienen los propios científicos de sus actividades, sus prácticas, sus instituciones y sus resultados. La filosófica se deriva del análisis que la filosofía y otras disciplinas, como la historia y la sociología hacen de la ciencia y de la tecnología. Y la imagen pública de la ciencia es la que sostienen los hombres y mujeres que no son especialistas en ninguna disciplina científica o técnica, y que aprenden en la escuela o por la difusión que realizan los medios de comunicación. Los profesores que enseñan ciencias participan de esa visión pública de la ciencia y de la tecnología a sus alumnos (Fernández, Gil, Carrascosa, Cachapuz, Praia, 2002).

Por lo general la ciencia que se enseñan en la escuela tiende a estar más cerca de lo que es la imagen pública. Desafortunadamente esta imagen de la ciencia tiende a desvincular el conocimiento científico de la tecnología y su relación con la sociedad; muestra de ello son los estudios de percepción pública de la ciencia y de la tecnología (De la Peña, 2005; OEI, 2003; Godin, 2002), donde prevalece la idea de la ciencia como una actividad reservada solo para algunas personas con capacidades sobresalientes.

Es posible que algunas personas con formación científica o investigadores cualificados tengan concepciones inadecuadas sobre la ciencia y el conocimiento científico. De igual manera, hay ciertos profesores de ciencias que tienen una formación deficiente en los aspectos relacionados con la naturaleza de la ciencia y la epistemología, la filosofía o la sociología de la Ciencia.” (Campanario, 1999).

Por otra parte Hewson y Hewson (1987) sostienen que del mismo modo que los alumnos poseen preconcepciones, ideas y comportamientos intuitivos, que interfieren en la adquisición de los conocimientos científicos, cabe suponer también que los profesores poseen preconcepciones acerca de la enseñanza que pueden entrar en conflicto con lo que la investigación ha mostrado acerca de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias.

Una manera de entender esas posibles preconcepciones sostenidas por los profesores que enseñan ciencias en las aulas la podemos encontrar en Fernández (*et al.*, 2002). Estos autores llaman a

dichas concepciones: “visiones deformadas” de la actividad científica, y destacan una variedad de ellas: empírico-inductivista y atórica, rígida, apblemática y ahistórica, acumulativa, individualista y elitista, y socialmente descontextualizada.

Cada una de estas visiones deformadas muestra una serie de preconcepciones sobre la ciencia y su naturaleza. Algunas ideas que conforman dichas deformaciones son que: el método científico se considera como una serie de etapas a seguir mecánicamente, el conocimiento científico se construye de manera lineal y acumulativa, los conocimientos científicos son el resultado de individuos asilados, la observación y experimentación son consideradas actividades neutras, la actividad científica se considera una actividad predominantemente masculina, la actividad científica se concibe como un quehacer desligado de la sociedad.

3. LAS IMÁGENES ACERCA DE LA TECNOLOGÍA Y SU ENSEÑANZA

A pesar de que hoy en día la tecnología está muy presente en nuestras actividades cotidianas, parece ser que la educación tecnológica en la enseñanza de las ciencias ha sido generalmente marginada por quienes planifican y diseñan los currículos de ciencias, los autores y editores de libros de texto y el profesorado (Maiztegui *et al.*, 2004).

Sin duda, un factor que subyace en esta falta de atención es la menor estima que suele tener en los ambientes académicos el conocimiento práctico frente al teórico (Acevedo, 1996; Cajas, 1999; De Vries, 1996; Gardner, 1999; González-García, López-Cerezo y Luján, 2000).

Es importante hacer notar que la enseñanza de la tecnología no se reduce a la utilización de ésta en la educación científica (por ejemplo, el uso de Internet o de plataformas computacionales). La educación tecnológica, en este estudio, busca un sentido más amplio el cual implica descubrir sus vínculos con la ciencia y la sociedad.

Para entender cuáles son las preconcepciones que tienen los profesores de ciencias sobre lo que es la tecnología, consideraremos las posibles relaciones clarificadas por Niiniluoto (1997):

1. La tecnología se subordina a la ciencia y puede reducirse a ella; depende, pues, ontológicamente de la ciencia.
2. La ciencia se subordina a la tecnología y puede reducirse a ella; es decir, depende ontológicamente de la tecnología.
3. Ciencia y tecnología son más o menos lo mismo. Esta posición conduce al concepto de tecnociencia introducido por Latour (1992).
4. La ciencia y la tecnología son ontológicamente independientes; también lo son desde un punto de vista causal.
5. La ciencia y la tecnología interaccionan causalmente, pero son ontológicamente independientes.

En síntesis, aunque algunas de las imágenes arriba mencionadas puedan ser más convincentes que otras, hay sin duda una recurrencia en las aulas por aquella donde se percibe a la tecnología como producto de la ciencia (Fleming, 1987). La imagen pública de la ciencia, presentada anteriormente, vuelve a repetirse cuando hablamos de la enseñanza de la ciencia vinculada con la tecnología. Perdura

aún la creencia básica y elemental según la cual sin ciencia y tecnología no hay desarrollo, ni progreso, ni riqueza (Ordoñez, 2001).

4. PROBLEMA

El problema actual al que nos enfrentamos es que existe un abismo entre el currículum oficial y el real en cuanto a la enseñanza de la ciencia. Una cosa es lo que está escrito en los planes y programas de estudio y otra lo que sucede en las aulas, en lo que es la enseñanza de la ciencia y la tecnología.

La Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) ha trabajado fuertemente en México para capacitar profesores en el enfoque CTS. Uno de los cursos que actualmente ofrece es el de “Formación de Docentes de Educación Media y Superior: Ciencia, Tecnología, Sociedad y Valores (Enfoque CTS en la Educación). Educar para participar en la Sociedad del Conocimiento”. Sin embargo, a pesar de estos importantes esfuerzos para mejorar la enseñanza de las ciencias, los resultados obtenidos en evaluaciones internacionales no son muy alentadores. Por ejemplo en el Programa Internacional para la Evaluación del Estudiante (PISA) realizado en el 2003 (OCDE, 2004), donde se midió el aprovechamiento de estudiantes de 15 años en las áreas de: lectura, matemáticas y ciencia, México quedó ubicado en el lugar 31 entre 32 países participantes.

Los resultados obtenidos en PISA 2003 y otros estudios locales (Lisker *et al.*, 2002) nos invitan a seguir revisando qué es lo que sucede en la enseñanza de las ciencias en México.

En los niveles medio y medio superior, la implementación de los planes y programas de estudio queda en manos de docentes con escasa o nula formación didáctica, y depende de los libros de texto disponibles en el mercado. Una gran parte de los maestros de secundaria y bachillerato en México son contratados para trabajar por horas y sólo se requiere que hayan estudiado una licenciatura en el área científica o tecnológica. La mayoría de ellos dan clases en varias instituciones tratando de obtener más horas frente a grupo, sin tiempo para poder reflexionar sobre su práctica docente (Talanquer, 2000).

De esta forma el enfoque CTS en México se ha visto frenado por los mismos docentes quienes mantienen algunas de las imágenes deformadas de las ciencias y la tecnología en el aula.

Numerosos estudios han mostrado que la enseñanza transmite visiones de la ciencia que se alejan notoriamente de la forma como se construyen los conocimientos científicos (Fernández *et al.*, 2002). No basta con arreglar el currículum oficial, es necesario atender a los principales actores que lo componen: los profesores y los alumnos.

A la fecha son pocos los estudios realizados en México sobre la concepción que tienen los docentes sobre la ciencia y la tecnología. Cabe mencionar el trabajo de Carvajal Cantillo, Enna y Gómez Vallarta, María del Rocío (2002), donde a partir de una muestra de siete profesores de ciencias de los niveles medio básico y medio superior se exploraron las representaciones que tienen sobre la naturaleza de la ciencia y su enseñanza.

Otro estudio es el realizado por Barona, Verjovsky, Moreno y Lessard (2004), sobre la concepción de la naturaleza de la ciencia en un grupo de profesores, participantes en un programa de formación profesional en ciencias en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Los resultados

de ambas investigaciones demuestran que en los profesores persisten imágenes deformadas sobre la ciencia, tales como considerar que el avance científico se logra de forma lineal y acumulativamente.

5. Metodología

El estudio consiste en una investigación no experimental, transeccional, descriptivo. Se trata de un estudio urbano conformado por las ciudades con mayor índice de población en el Estado de Guanajuato: León, Irapuato, Celaya y Salamanca; el total de escuelas de bachillerato en estas ciudades es de 215.

El Estado de Guanajuato es la entidad federativa que ocupa el cuarto lugar con mayor número de escuelas de Bachillerato General en México; actualmente cuenta con 473 escuelas de este nivel (SEP, 2004).

La obtención de la información se realizó mediante la técnica de la encuesta. El instrumento diseñado para tal propósito fue el cuestionario escrito.

El cuestionario se aplicó mediante un muestreo probabilístico por racimos. Se eligió esta forma de muestreo debido a que es necesario diferenciar las unidades de análisis y la unidad muestral (Hernández *et al.*, 2003).

Las unidades de análisis y de observación fueron los profesores que enseñan ciencias naturales en los bachilleratos de las cuatro ciudades mencionadas anteriormente. Las unidades muestrales fueron las escuelas que ofrecen la enseñanza media superior (bachillerato) en dichas ciudades. El tamaño de la muestra se calculó en base a un nivel de confianza del 95 %, un nivel de precisión del 5 % y una variabilidad máxima del 50%. El tamaño de la muestra calculado fue de 190 escuelas.

Para la construcción del cuestionario, se tomaron en cuenta básicamente dos instrumentos que indagan la opinión acerca de la ciencia y la tecnología, uno de ellos es el desarrollado por Aikenhead, Ryan y Fleming (1989), titulado “*Views on Science-Technology-Society*” (VOSTS). Este instrumento pretende una indagación sobre las definiciones de ciencia y tecnología, la relación entre ciencia-tecnología-sociedad, la influencia que la ciencia tiene sobre la tecnología y viceversa, y la naturaleza del conocimiento científico.

Otro cuestionario tomado en cuenta es el realizado por Manassero, Vázquez y Acevedo (2001), titulado “*Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad*” (COCTS), que al igual que el VOSTS indaga la opinión de los maestros acerca de la ciencia, la tecnología y la sociedad. El cuestionario construido para este estudio consta de 35 reactivos (con opciones de respuesta múltiple) que presentan una situación respecto a la ciencia, la tecnología y la sociedad.

Se eligieron dos criterios esenciales para identificar las posibles “visiones deformadas” en los docentes encuestados: por una parte la relación Ciencia-tecnología-sociedad (CTS) y por el otro la postura epistemológica que está relacionada con cada “visión deformada”. Las preconcepciones sobre la ciencia y la tecnología que se pretende encontrar son: una visión descontextualizada, una concepción individual y elitista, una concepción empiro-inductivista y atórica, una visión rígida, algorítmica e infalible, una visión apromblemática y ahistórica, una visión exclusivamente analítica, y una visión acumulativa, de crecimiento lineal. En el Cuadro 1 se muestra cada criterio relacionado con las preconcepciones antes mencionadas.

CUADRO 1. CRITERIOS A OBSERVAR EN LA OPINIÓN DE LOS PROFESORES ACERCA DE LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA SOCIEDAD.

Criterio	Visión descontextualizada	Concepción Individualista y elitista
Relación Ciencia-Tecnología-Sociedad	La tecnología es una aplicación de la ciencia La ciencia y la tecnología son responsables del progreso y/o deterioro del medio ambiente	La ciencia es obra de genios aislados La ciencia está reservada a un grupo minoritario La ciencia es una actividad predominantemente masculina
Postura Epistemológica	Visión positivista de la ciencia	Visión positivista de la ciencia Los resultados obtenidos por un solo científico o equipo pueden ser suficientes para verificar o falsar una hipótesis o incluso una teoría.
Criterio Relación Ciencia-Tecnología-Sociedad	Concepción empírico-inductivista y ateórica La ciencia es una actividad neutral	Visión rígida, algorítmica e infalible No se establece relación CTS
Postura Epistemológica	El conocimiento científico se logra a partir de la inferencia inductiva a partir de datos "puros".	El conocimiento científico se obtiene siguiendo rigurosamente los pasos del método científico (un solo método) Observaciones y experimentos rigurosos son necesarios para lograr la objetividad (obsesión por la fiabilidad)
Criterio Relación Ciencia-Tecnología-Sociedad	Visión aporética y ahistórica La relación CTS es muy simplista. La ciencia debe resolver los problemas de la sociedad	Visión exclusivamente analítica El trabajo científico incurre en visiones parciales y simplistas. Se pierde la relación CTS
Postura Epistemológica	Se pierde cuál es el problema (original) que se pretendía resolver. Hay una visión pobre de la naturaleza de la ciencia.	De alguna manera se tiende a la inconmensurabilidad. No se ve la relación entre las distintas disciplinas (química, biología, física)
Criterio Relación Ciencia-Tecnología-Sociedad	Visión acumulativa, de crecimiento lineal No establece relación CTS	
Postura Epistemológica	El desarrollo científico es fruto de un crecimiento puramente acumulativo a lo largo del tiempo.	

Las hipótesis planteadas en este estudio son:

1. A menor experiencia docente, mayor es la posibilidad de que el docente mantenga alguna visión deformada de la ciencia y la tecnología
2. Cuanto menor es el grado académico del docente, mayor es la posibilidad de que el docente mantenga alguna visión deformada de la ciencia y la tecnología
3. Los profesores con formación distinta al área de las ciencias naturales, tienen mayor tendencia a mantener alguna de las visiones deformadas.
4. Los profesores de sexo masculino tienden a considerar que las mujeres tienen menos capacidad para realizar una tarea científica.
5. Los profesores que trabajan en preparatorias federales y estatales presentan mayor tendencia a mantener visiones deformadas de la ciencia y la tecnología.
6. Los profesores que enseñan materias como, física, química y biología, presentan una tendencia menor a mantener visiones deformadas de la ciencia y la tecnología.

5.1. Variables Independientes

1. Años como docente
2. Grado académico del docente
3. Profesión del docente
4. Sexo del docente
5. Tipo de bachillerato donde enseña el docente
6. Materias que actualmente enseña el docente

5.2. Variables dependientes

Son las visiones deformadas incluidas en los dos ejes de análisis.

6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Las seis hipótesis fueron puestas a prueba mediante la prueba estadística Chi-cuadrado de Pearson. El planteamiento general para cada hipótesis fue el siguiente:

Primera hipótesis: *“a menor experiencia docente, mayor es la posibilidad de que el docente mantenga alguna visión deformada de la ciencia y la tecnología”*

Hipótesis nula 1 (H_0): los años como docente no influyen en alguna de las visiones deformadas sobre la ciencia y la tecnología

Hipótesis alternativa 1 (H_1): los años sí influyen en alguna de las visiones deformadas sobre la ciencia y la tecnología

Segunda hipótesis: *“Cuanto menor es el grado académico del docente, mayor es la posibilidad de que el docente mantenga alguna visión deformada de la ciencia y la tecnología”*

Hipótesis nula 1 (H_0): el grado académico del docente no influye en alguna de las visiones deformadas sobre la ciencia y la tecnología

Hipótesis alternativa 1 (H_1): el grado académico del docente sí influye en alguna de las visiones deformadas sobre la ciencia y la tecnología

Tercera hipótesis: *“Los profesores con formación distinta al área de las ciencias naturales, tienen mayor tendencia a mantener alguna de las visiones deformadas de la ciencia y la tecnología.”*

Hipótesis nula 1 (H_0): la profesión del docente no influye en alguna de las visiones deformadas sobre la ciencia y la tecnología

Hipótesis alternativa 1 (H_1): la profesión del docente sí influye en alguna de las visiones deformadas sobre la ciencia y la tecnología

Cuarta hipótesis: *“Los profesores de sexo masculino consideran que el trabajo científico es una actividad que desarrollan mejor los hombres que las mujeres”*

Hipótesis nula 1 (H_0): el género no influye en alguna de las visiones deformadas sobre la ciencia y la tecnología

Hipótesis alternativa 1 (H_1): el género sí influye en alguna de las visiones deformadas sobre la ciencia y la tecnología

Quinta hipótesis: “*Los profesores que trabajan en preparatorias federales y estatales presentan mayor tendencia a mantener visiones deformadas de la ciencia y la tecnología.*”

Hipótesis nula 1 (H_0): el tipo de bachillerato donde trabaja el docente no influye en alguna de las visiones deformadas sobre la ciencia y la tecnología

Hipótesis alternativa 1 (H_1): el tipo de bachillerato donde trabaja el docente sí influye en alguna de las visiones deformadas sobre la ciencia y la tecnología

Sexta hipótesis: “*Los profesores que enseñan materias como, física, química y biología, presentan una tendencia menor a mantener visiones deformadas de la ciencia y la tecnología.*”

Hipótesis nula 1 (H_0): el tipo de materias que enseña el docente no influye en alguna de las visiones deformadas sobre la ciencia y la tecnología

Hipótesis alternativa 1 (H_1): el tipo de materias que enseña el docente sí influye en alguna de las visiones deformadas sobre la ciencia y la tecnología

A continuación se presenta la tabla de frecuencias de cada una de las variables independientes que componen las seis hipótesis anteriormente presentadas. También se muestran las tablas que resumen la prueba de Chi-cuadrado para cada una de dichas variables. Todos los casos de la prueba Chi-cuadrado fueron calculados con un nivel de significancia de 0.05.

TABLA 1. FRECUENCIAS DE LA VARIABLE “AÑOS DE EXPERIENCIA DOCENTE”

	Frecuencia	Porcentaje
Menos de un año	2	1.0
Entre 1 y 4 años	48	25.0
Entre 5 y 10 años	66	34.4
Entre 11 y 14 años	19	9.9
Entre 15 y 20 años	23	12.0
Mas de 21 años	33	17.2
Total	191	100.0

Casos donde se rechazó H_0 :

TABLA 1.1. PRUEBA CHI-CUADRADO PARA LA VARIABLE “AÑOS DE EXPERIENCIA DOCENTE”

Pregunta	Chi-cuadrado observado
4 a. <i>Los científicos descubren leyes, hipótesis y teorías científicas porque las leyes, hipótesis y teorías están ahí afuera, en la naturaleza y los científicos sólo tienen que encontrarlas</i>	65.38
7 a. <i>Los descubrimientos científicos resultan de una serie lógica de investigaciones porque los experimentos (por ejemplo los que condujeron al modelo del átomo, o los descubrimientos sobre el cáncer) son como colocar ladrillos para construir una pared</i>	56.67

Con 40 grados de libertad y un Chi-cuadrado teórico (obtenido de tablas) de 55.8, de todas las preguntas solamente dos resultaron mayores, demostrando que los años de experiencia docente sí influyen en la visión deformada que pueden tener los docentes sobre la ciencia y la tecnología (Tabla 1.2). Las imágenes deformadas asociadas a las dos preguntas presentadas en esta tabla son: En la

pregunta 4(a) se muestra la concepción empírico-inductivista, donde los científicos sólo tienen que encontrar las leyes, las hipótesis que se encuentran en la naturaleza. La pregunta 7(a) sostiene una visión acumulativa y lineal del conocimiento científico como “acomodar ladrillos para construir una pared”.

TABLA 2. FRECUENCIAS DE LA VARIABLE “GRADO ACADÉMICO DEL DOCENTE”

	Frecuencia	Porcentaje
No cuenta con grados académicos	7	3.6
Licenciatura	133	69.3
Maestría	46	24.0
Doctorado	3	1.6
Técnico	2	1.0
Total	191	100.0

Casos donde se rechazó H_0 :

TABLA 2.1 PRUEBA CHI-CUADRADO PARA LA VARIABLE “GRADO ACADÉMICO DEL DOCENTE”

Pregunta	Chi-cuadrado observado
<i>10 a. El método científico asegura resultados válidos, claros y lógicos. Por lo tanto la mayoría de los científicos siguen las etapas del método científico</i>	53.77
<i>14 a. Las hipótesis pueden conducir a teorías que pueden llevar a leyes porque una hipótesis se comprueba con experimentos. Si se prueba que es correcta llega a ser una teoría. Después que una teoría se ha comprobado como verdadera varias veces por diferentes personas y que se maneja durante mucho tiempo, ésta se convierte en ley</i>	68.48
<i>16 a. La decisión de usar una nueva tecnología depende principalmente de los beneficios para la sociedad, porque si hay demasiadas desventajas, la sociedad no la aceptará y esto puede frenar su desarrollo posterior.</i>	47.88
<i>18 d. Las observaciones hechas por científicos competentes serán distintas si éstos creen en diferentes teorías. No, porque las observaciones son tan exactas como sea posible. Así es como la ciencia ha sido capaz de avanzar</i>	48.87
<i>25 b. ¿La tecnología influye sobre la sociedad? La tecnología hace la vida más fácil</i>	77.29

Con un Chi-cuadrado teórico de 46.2 y 32 grados de libertad, el grado académico de los docentes resultó ser factor de influencia en cinco preguntas (Tabla 2.1). La pregunta 10(a) es una muestra de la visión rígida, algorítmica e infalible donde se sostiene que el conocimiento científico se obtiene siguiendo los pasos del método científico y logrando con ello la fiabilidad de dicho conocimiento. Las preguntas 14(a) y 18(d) se refieren a otra de las visiones deformadas anteriormente mencionada: la concepción empírico-inductivista, donde la experimentación juega un papel fundamental para la comprobación de las hipótesis. En las preguntas 16(a) y 25(b) puede reconocerse una visión utilitarista e ingenua de la tecnología; se le atribuye a la sociedad un papel regulador del uso de la tecnología; la relación entre ciencia y tecnología se da de manera simplista; la ciencia y la tecnología sirven para hacernos más fácil la vida.

TABLA 3. FRECUENCIAS DE LA VARIABLE “GÉNERO DEL DOCENTE”

	Frecuencia	Porcentaje
Hombre	111	57.8
Mujer	80	41.7
Total	191	100.0

Casos donde se rechazó H_0 :

TABLA 3.1. PRUEBA CHI-CUADRADO PARA LA VARIABLE "GÉNERO DEL DOCENTE"

Pregunta	Chi-cuadrado observado
2 b. <i>El proceso de hacer ciencia se describe mejor como: El método científico</i>	19.35
5 b. <i>Los científicos que trabajan en diferentes campos ven una misma cosa desde diferentes puntos de vista (por ejemplo, H+ hace que los químicos piensen en acidez y los físicos piensen en protones). Esto hace difícil a los científicos de diferentes campos entender el trabajo de otro. Es difícil para los científicos de diferentes campos entenderse entre sí porque los científicos tienen que hacer un esfuerzo para entender el lenguaje de otros campos que se superponen con el suyo</i>	16.40
9 a. <i>Cuando los científicos investigan, se dice que siguen el método científico. El método científico es: procedimientos o técnicas de laboratorio, con frecuencia escritas en un libro o revista, normalmente por un científico</i>	17.49
9 c. <i>Los modelos científicos son copias de la realidad porque son verdaderos para la vida. Su objetivo es mostrarnos la realidad o enseñarnos algo sobre ella</i>	34.47
10 b. <i>El método científico, tal como se enseña en las clases, debería funcionar bien para la mayoría de los científicos.</i>	17.19
11 a. <i>Los modelos científicos son copias de la realidad porque los científicos dicen que son verdaderos, por lo tanto deben serlo</i>	17.86
17 f. <i>Los ciudadanos no están implicados en controlar el desarrollo tecnológico porque quienes tienen el poder de desarrollar la tecnología evitan que los ciudadanos la controlen</i>	15.78
20 a. <i>Los científicos hacen sus investigaciones de la misma manera en todo el mundo porque la ciencia es universal. Todos los científicos usan el mismo método independientemente de donde viven</i>	16.94
25 b. <i>¿La tecnología influye sobre la sociedad? La tecnología hace la vida más fácil</i>	17.06
32 a. <i>Invertir más en investigación tecnológica y menos en investigación científica mejorará la producción, el crecimiento y el empleo en nuestro país.</i>	15.84

Para la variable "genero del docente" el Chi-cuadrado teórico fue de 15.5, con 8 grados de libertad (Tabla 3.1). La visión deformada encontrada en las preguntas 2(b), 9(a) y 10(b) es la que considera que el conocimiento científico se logra siguiendo sistemáticamente los pasos del método científico; es una visión que descansa en una postura epistemológica positivista. Las preguntas 25(b) y 32(a) son muestra de la visión aporética y ahistórica del conocimiento científico ya que muestran una clara postura pragmática de la tecnología; la tecnología es vista como un factor de mejoramiento de la producción, pero se le concibe así desligada de la ciencia.

Por otra parte la pregunta 5(b) es una clara representación de la visión exclusivamente analítica que pierde la relación entre las distintas disciplinas o campos de las ciencias; se conciben como áreas sin nexo alguno.

TABLA 4. FRECUENCIAS DE LA VARIABLE "PROFESIÓN DEL DOCENTE"

	Frecuencia	Porcentaje
Ingeniero	68	35.4
Medico	4	2.1
Odontólogo	6	3.1
Veterinario	3	1.6
Biólogo	12	6.3
Químico	38	19.8
Físico	4	2.1
Licenciado	8	4.2
Agrónomo	2	1.0
Contador	3	1.6
Otro	43	22.4
Total	191	100.0

Casos donde se rechazó H_0 :

TABLA 4.1. PRUEBA CHI-CUADRADO PARA LA VARIABLE "PROFESIÓN DEL DOCENTE"

Pregunta	Chi-cuadrado observado
<i>8 f. La mayoría de las buenas teorías son complicadas. Si el mundo fuera más sencillo, las teorías podrían ser más sencillas</i>	109.01
<i>12 a. Cuando los científicos clasifican algo (por ejemplo, una planta de acuerdo con su especie, o una estrella según su tamaño), están clasificando la naturaleza tal como realmente es; cualquier otra manera sería simplemente errónea. Las clasificaciones se ajustan a lo que realmente es la naturaleza, ya que los científicos las han probado a lo largo de muchos años de trabajo</i>	112.79
<i>21 a. Cuando se propone una nueva teoría científica, los científicos deben decidir si la aceptan o no. Las decisiones de los científicos se basan exclusivamente en los hechos, en caso contrario la teoría no podría ser adecuadamente apoyada y podría ser inexacta, inútil o, incluso, perjudicial</i>	109.75
<i>23 a. Los científicos necesitan estar profundamente metidos en su trabajo para tener éxito. Esta profunda implicación les impide su vida social y familiar.</i>	110.97

En el caso de la variable "profesión del docente", el Chi-cuadrado teórico fue de 101.9 con 80 grados de libertad (Tabla 4.1). La pregunta 23(a) destaca la concepción individualista y elitista del quehacer científico; la ciencia es considerada una actividad que impide quienes se dedican a ella, llevar una vida social y familiar igual al resto de los profesionistas. En la pregunta 12(a) se muestra una visión pobre de la naturaleza de la ciencia; a través de la ciencia el hombre puede conocer la naturaleza tal cual es. La pregunta 21(a) destaca la importancia de los hechos en la aceptación de una nueva teoría; se trata de una postura positivista, donde lo medible, lo observable es lo que cuenta para el conocimiento científico.

TABLA 5. FRECUENCIAS DE LA VARIABLE "TIPO DE BACHILLERATO DONDE LABORA EL DOCENTE"

	Frecuencia	Porcentaje
Particular	76	39.6
Federal	48	25.0
Estatal	64	33.3
Autónomo	3	1.6
Total	191	100.0

Casos donde se rechazó H_0 :

TABLA 5.1. PRUEBA CHI-CUADRADO PARA LA VARIABLE "TIPO DE BACHILLERATO DONDE LABORA EL DOCENTE"

Pregunta	Chi-cuadrado observado
<i>3 b. Definir qué es la tecnología puede resultar difícil porque ésta sirve para muchas cosas, pero la tecnología principalmente es: la aplicación de la ciencia.</i>	36.86
<i>8 f. La mayoría de las buenas teorías son complicadas. Si el mundo fuera más sencillo, las teorías podrían ser más sencillas</i>	42.82
<i>22 e. Los científicos que proponen una teoría no tienen que convencer a otros científicos porque cada científico puede aplicar la teoría individualmente, en la medida en que ésta explica resultados y es útil, independientemente de lo que crean otros científicos</i>	47.68
<i>24 i. Los hombres realizarían descubrimientos algo diferentes porque, los hombres son mejores que las mujeres en ciencia</i>	41.23
<i>26 b. la ciencia influye directamente sólo en aquellas personas de la sociedad que tienen interés por la ciencia</i>	40.96
<i>28 a. La sociedad no influye demasiado en la tecnología</i>	44.37
<i>30 g. No se necesita que los alumnos estudien más ciencias porque no todos pueden comprender la ciencia. La ciencia no es realmente necesaria para todos</i>	41.37
<i>34 g. La tecnología no tiene ninguna influencia sobre la ciencia. Son dos cosas totalmente distintas</i>	39.14

Para la variable “tipo de bachillerato donde labora el docente” el valor de Chi-cuadrado fue de 36.4 con 24 grados de libertad (Tabla 5.1). Las preguntas 3(b) y 8(f) son muestra de una visión descontextualizada donde sostiene que la tecnología es la aplicación de la ciencia. Las preguntas 22(e), 24(i) y 30 (g) se refieren a la visión individualista y elitista, se considera que la actividad científica es mejor cuando la llevan a cabo los hombres; se sostiene que la ciencia es para unos cuantos, requiere cierto nivel de complejidad que no es accesible a todas las personas, por eso no es necesario que todos los alumnos estudien más ciencias. Las preguntas 26(b), 28(a) y 34(g) muestra una visión simplista de la relación CTS; la tecnología se entiende como un quehacer ajeno a los cambios que pueda tener la sociedad.

TABLA 6. FRECUENCIAS DE LA VARIABLE “TIPO DE MATERIAS QUE ENSEÑA EL DOCENTE”

	Frecuencia	Porcentaje
Biología	37	19.3
Química	36	18.8
Física	36	18.8
Matemáticas	35	18.2
CTS	1	.5
Otra	46	24.0
Total	191	100.0

Casos donde se rechazó H_0 :

TABLA 6.1 PRUEBA CHI-CUADRADO PARA LA VARIABLE “TIPO DE MATERIAS QUE ENSEÑA EL DOCENTE”

Pregunta	Chi-cuadrado observado
<i>5 a. Es difícil para los científicos de diferentes campos entenderse entre sí porque las ideas científicas dependen del punto de vista de cada científico o de aquello a lo que está acostumbrado</i>	61.02
<i>8 f. La mayoría de las buenas teorías son complicadas. Si el mundo fuera más sencillo, las teorías podrían ser más sencillas</i>	67.32
<i>9 a. Cuando los científicos investigan, se dice que siguen el método científico. El método científico es: procedimientos o técnicas de laboratorio, con frecuencia escritas en un libro o revista, normalmente por un científico</i>	65.50
<i>13 d. El conocimiento científico parece cambiar porque el nuevo conocimiento se añade sobre el anterior, el conocimiento antiguo no cambia</i>	61.14
<i>23 c. La vida familiar y social de los científicos es normal; de lo contrario su trabajo se vería afectado. La vida social es valiosa para un científico</i>	63.29
<i>24 i. Los hombres realizarían descubrimientos algo diferentes porque, los hombres son mejores que las mujeres en ciencia</i>	60.72
<i>25 a. La tecnología no influye demasiado en la sociedad</i>	82.17
<i>26 a. La ciencia no influye demasiado en la sociedad</i>	61.22
<i>30 g. No se necesita que los alumnos estudien más ciencias porque no todos pueden comprender la ciencia. La ciencia no es realmente necesaria para todos</i>	76.06
<i>32 g. La calidad de vida no mejorará con los avances en la ciencia y en la tecnología, sino que mejorará con inversiones en otros sectores de la sociedad (por ejemplo, la educación, creación de empleo, difusión del deporte, difusión de las artes y la cultura)</i>	64.40
<i>33 h. La ciencia no tiene ninguna influencia sobre la tecnología</i>	62.73
<i>34 g. La tecnología no tiene ninguna influencia sobre la ciencia. Son dos cosas totalmente distintas</i>	67.66

El Chi-cuadrado teórico para la variable “tipo de materias que enseña el docente” fue de 55.8, con 40 grados de libertad (Tabla 6.1). El tipo de materias que enseña el profesor resultó ser un factor donde hay más preguntas que nos llevan a rechazar H_0 , es decir donde este variable influye para que los profesores mantengan algún tipo de visión deformada. Las visiones deformadas que más destacan en este análisis son: la visión exclusivamente analítica, en la pregunta 5(a) el trabajo científico se percibe como una actividad parcializada y simplista. Se muestra en la pregunta 13(d) la visión

acumulativa de la ciencia; el nuevo conocimiento sólo se añade al anterior. Las preguntas 23(c), 24(i) y 30 (g), nuevamente aparecen para destacar la imagen masculina como la mejor para realizar las actividades científicas.

Finalmente las preguntas 32(g), 33(h) y 34(g) muestran la pobre o nula relación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad sostenida por algunos docentes.

7. CONCLUSIÓN

La enseñanza de las ciencias y de la tecnología es un quehacer complejo donde se hacen presentes las distintas preconcepciones sobre la ciencia y la tecnología. A pesar de que hay tres imágenes distintas (Ordóñez, 2001) la sostenida por el docente es fundamental en la educación científica y tecnológica. Podemos decir que en la relación entre tecnología y ciencia no se puede considerar en realidad la preeminencia de una sobre la otra; no se puede decir que antes de la tecnología está la ciencia.

La imagen pública de la ciencia y la tecnología reproducida en las aulas alimenta el divorcio entre las ciencias y las humanidades. Es una visión que dificulta la vinculación entre las ciencias, la tecnología y la sociedad. Por lo general se privilegia la postura de la ciencia sobre la tecnología; los científicos son jerarquizados por arriba de aquellos que se dedican al desarrollo tecnológico.

La enseñanza de una ciencia desligada de la tecnología y de todo contexto social, conduce a una visión a-histórica y por lo tanto a-humana de la ciencia. La ciencia se presenta como un quehacer aislado desinteresado de todo cuestionamiento de lo que sucede en el mundo.

Los resultados preliminares del estudio llevado a cabo en Guanajuato nos muestran que algunas de las visiones deformadas continúan presentes en algunos profesores, en especial las ideas de que el conocimiento científico se construye de forma lineal y acumulativa; que la principal finalidad de la ciencia es la de construir un conocimiento válido para todos y comunicable mediante un lenguaje universal, lo cual corresponde a una concepción tradicional (positivista) de la ciencia

Estas visiones deformadas no son fáciles de superar, sin embargo, es importante considerarlas como uno de los factores que continúan frenando el desarrollo de los objetivos planteados en el enfoque CTS para los bachilleratos en México.

Sabemos que no basta con que los docentes reconozcan que las actividades científicas conllevan diversas tecnologías. Es necesario promover la reflexión del profesorado sobre los impactos de la ciencia y la tecnología, incluyendo la presencia de lo social en la naturaleza y la práctica de ambas, ya que se trata de construcciones humanas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, J.A. (1996). La tecnología en las relaciones CTS. Una aproximación al tema. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(1), pp. 35-44.

- Acevedo, J. A. (1997). Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS). Un enfoque innovador para la enseñanza de las ciencias. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 10, pp. 269 -275.
- Aikenhead, G., Ryan, A. y Fleming, W. (1989). *Views on Science-Technology-Society*. (VOSTS). College of Education. University of Saskatchewan. Form CDN.mc.5.
- Barona, C., Verjovsky, J., Moreno, M. y Lessard, C. (2004). La concepción de la naturaleza de la ciencia (CNC) de un grupo de docentes inmersos en un programa universitario de formación profesional en ciencias. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 6 (2). Consultado el día de 22 de mayo de 2007 en: <http://redie.uabc.mx/vol6no2/contenido-barona.html>
- Bybee, R.W. (1993). *Reforming Science Education. Social Perspectives and Personal Reflections*. New York: Teachers College Press.
- Cajas, F. (1999). Public Understanding of Science: Using technology to Enhance School Science in Everyday Life. *International Journal of Science Education*, 21(7), pp. 765-773.
- Campanario, J. M.. (1999). La ciencia que no enseñamos. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), pp. 397-410.
- Carvajal, E. y Gómez, M.R. (2002). Concepciones y representaciones de los maestros de secundaria y bachillerato sobre la naturaleza, el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 7(16), pp. 577- 602.
- De la Peña, J.A. (2005). La percepción pública de la ciencia en México. *Ciencias*, 078, pp. 30-36.
- De Vries, M.J (1996). Technology Education: "Beyond the Technology is Applied Science" Paradigm". *Journal of Technology Education*, 8(1), pp. 7-15.
- Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. y Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), pp. 447-488.
- Fleming, R.W.. (1987). High school graduates' beliefs about science-technology-society (II). The interaction among science, technology and society. *Science Education*, 71(2), pp. 163-186.
- Gardner, P.L. (1999). The representation of science-technology relationships in Canadian physics textbooks. *International Journal of Science Education*, 21(3), pp. 329-347.
- Godin, B. (2002). Outline for a history of science measurement. *Science, Technology & Human Values*, 27, pp. 3-27.
- González García, M., J.A. López Cerezo y J.L. Luján (2000), *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Madrid: Tecnos.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2003). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill.
- Hewson, P. W. y Hewson, M-G. (1987). Science teacher's conceptions of teaching: Implications for teachers education. *International Journal of Science Education* 9, pp. 425-440
- Latour, B. (1992). *Ciencia en acción. Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad*. Barcelona: Labor.
- Lederman, N.G. (1992). Students and Teacher's Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. *Journal of Research in Science Teaching*. 29(4), pp. 331- 359.
- Lisker, R., Carnevale, A., Pérez, V. y Betancourt, M. (2002). Opiniones de un grupo de estudiantes universitarios sobre ciencia y tecnología. *Revista de Investigación Clínica* 54(5). pp. 422-429.
- Maiztegui, A. et al. (2004). El papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada. En Documentos de la UNESCO. Consultado el 20 de mayo de 2007 en: http://www.unesco.cl/medios/biblioteca/documentos/ed_ciencias_papel_tecnologia.pdf
- Manassero, M.A., Vázquez, A.A., y Acevedo, D.J. (2001). *Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS)*. Universidad de las Islas Baleares: Palma de Mallorca.

- Mellado, V. (1997). Preservice Teacher's Classroom Practice and Their Conceptions of the Nature of Science. *Science & Education*, 6, pp. 331-354.
- Niiniluoto, I. (1997). Ciencia frente a Tecnología: ¿Diferencia o identidad?. *Arbor*, 620, pp. 285-299.
- OCDE (2004). *Programme for International Student Assessment. Learning for Tomorrow's World. First Results from PISA 2003*. Paris: OCDE.
- OEI (2001). *Memoria de la programación 1991-2000*. Madrid: OEI.
- OEI (2003). Proyecto: "Indicadores Iberoamericano de percepción pública, cultura científica y participación ciudadana" *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, 5. Consultado el día de 5 de junio de 2007 en: <http://www.oei.es/revistactsi/numero5/documentos1.htm>
- Olivé, León. (2004). *El bien, el mal y la razón. Facetas de la ciencia y la tecnología*. México: Paidós.
- Ordóñez, J. (2001). Ciencia, tecnología e historia: relaciones y diferencias. Cuadernos de la Cátedra Alfonso Reyes del Tecnológico de Monterrey. México: Ariel.
- Secretaría de Educación Pública (2004). Sistema Educativo de los Estados Unidos Mexicanos, principales cifras, ciclo escolar 2003-2004. México: SEP.
- Talanquer, V. (2000). El movimiento CTS en México, ¿vencedor vencido? *Educación Química*, 11 (4), pp. 381-386.
- Vázquez, A. (1999). Innovando la enseñanza de las ciencias: El movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad. *Boletín del Colegio de Doctores y Licenciados de Baleares*, pp. 25-35.