

Una opción para el cambio social en México: El movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS)

Ana María Mancisidor Alanís

Fernando González Aguilar

José de Jesús Casas Jiménez

Centro Interdisciplinario de Investigación y

Docencia en Educación Técnica, Querétaro

Resumen

Históricamente, la ciencia y la tecnología han tenido gran importancia en la vida social y ésta, a su vez, ha sido determinante en el desarrollo tecnocientífico. Recientemente, la interacción entre ciencia, tecnología y sociedad ha sido más intensa, condicionando las formas de vida social y natural. Como respuesta, ha surgido el movimiento CTS, tema de reflexión que promueve la participación ciudadana en las decisiones que orientan el desarrollo científico y tecnológico.

Como parte del movimiento CTS, el CIIDET participa en dos proyectos: el PIEARCTS (internacional) y el PROESCO-CTS. Cada proyecto cuenta con un instrumento: (COCTS) y CUESCO-CTS, respectivamente.

Este reporte destaca las ventajas de la aplicación presencial, en el primer caso, la descripción del proceso de construcción en el segundo y la utilización de la información recabada. Ambos proyectos tienen como objetivo, propiciar el cambio social a través de la Alfabetización Científica y Tecnológica para todas las Personas.

Antecedentes

El movimiento CTS estudia las relaciones entre los tres elementos de la tríada ciencia, tecnología y sociedad. Estas relaciones adquieren, por un lado, un nuevo significado cuando se explican a partir del desarrollo de la epistemología, la historia de la ciencia y los estudios sociales sobre el tema. Por otro lado, evidencia y promueve nuevas formas de organización social y de participación ciudadana en asuntos como el desarrollo sustentable o la democratización en la toma de decisiones relacionadas con el campo científico y tecnológico.

El desarrollo de la filosofía y sociología de la ciencia quedó profundamente marcado por la obra de Kuhn (1962), hasta el punto que muchos autores la consideran una frontera entre dos períodos. El primero, conocido como “filosofía clásica” y el segundo, como “nueva filosofía de la ciencia”. Es en este último donde tiene lugar el surgimiento del movimiento CTS, dirigido tanto al análisis de la ciencia y la tecnología como productos culturales, como a su aplicación a la enseñanza de las ciencias.

Ciencia, Tecnología y Sociedad se originó hace más de tres décadas como resultado no solo de las nuevas corrientes de investigación en filosofía y sociología de la ciencia, sino además, por el incremento de la sensibilidad ciudadana e institucional acerca de una regulación democrática del cambio científico-tecnológico. Se define como un campo de trabajo bien consolidado institucionalmente en universidades y centros educativos de numerosos países.

Trabajos recientes sostienen que la ciencia y la tecnología tienen tres imágenes: la *científico-tecnológica*, que se deriva de las actividades, prácticas, instituciones y resultados de los científicos y tecnólogos; la *filosófica*, que proviene del análisis que hacen la filosofía y otras disciplinas, como la historia y la sociología; y por último, la imagen *pública*, que en nuestros días está conformada principalmente por la enseñanza escolar y por la comunicación y divulgación pública de la ciencia. (Olivé, 2001). Si bien estas tres imágenes se complementan entre sí y se afectan recíprocamente, son necesariamente diferentes por lo que es difícil que lleguen a coincidir totalmente. Científicos, filósofos y comunicadores tienen responsabilidades sociales y morales en relación con los contenidos y logros de la ciencia, una relevante es la que tiene que ver con reducir la distancia entre cada una de estas imágenes. Acercarlas entre sí es uno de los objetivos centrales del movimiento CTS, que se enuncia como *alfabetización científica y tecnológica para todas las personas*.

Otro de sus objetivos es mostrar la ciencia y la tecnología como actividades humanas de gran importancia social, integrándose a la cultura general en las sociedades democráticas modernas. También busca estimular o consolidar en los jóvenes la vocación por el estudio de las ciencias y la tecnología, a la vez que la independencia de juicio y un sentido de la responsabilidad crítica, favorecer el desarrollo y consolidación de actitudes y prácticas democráticas en cuestiones de importancia social relacionadas con la innovación tecnológica o la intervención ambiental, propiciar el compromiso respecto a la integración social de las mujeres y minorías, así como el estímulo para un desarrollo socioeconómico respetuoso con el medio ambiente y equitativo con relación a generaciones futuras.

CTS contribuye a salvar el creciente abismo entre la cultura humanista y la cultura científico-tecnológica que fractura nuestras sociedades. Este movimiento abre un nuevo campo de investigación para entender los aspectos sociales del fenómeno científico-tecnológico, tanto en lo que se refiere a sus condiciones como a sus consecuencias sociales.

Como parte de este movimiento, el CIIDET está desarrollando diferentes actividades de investigación y docencia para conocer cuál es la concepción que los ciudadanos tienen sobre cuestiones tales como: ¿cuáles son las

características que definen a la ciencia y a la tecnología?, ¿qué criterios distinguen a cada una de ellas en relación con otras prácticas y puntos de vista?, ¿qué papel juega el experimento en la ciencia y la tecnología?, ¿cuál es la responsabilidad social de científicos y tecnólogos?, ¿qué es el progreso científico?

Estas actividades tienen tres vertientes: la participación en el Proyecto Iberoamericano de Evaluación de Actitudes Relacionadas con la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad (PIEARCTS)¹, el desarrollo del Proyecto para el Estudio de las Concepciones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (ProEsCo-CTS)² y la intervención curricular en los planes de estudio del propio CIIDET y del Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica.

El PIEARCTS y el PROESCO-CTS

El PIEARCTS es una investigación multinacional que se ha estado desarrollando en el ámbito educativo, desde el 2007, en nueve países simultáneamente. Esta investigación utiliza un instrumento llamado Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS) que cuenta con un banco de cien reactivos de opción múltiple y respuesta múltiple. De dicho banco se seleccionaron treinta reactivos para integrar las dos formas, con quince reactivos cada una, del instrumento que se ha venido aplicando.

Las actitudes relacionadas con Ciencia, Tecnología y Sociedad que se investigan, aunque se plantean y pertenecen al currículo escolar científico, forman parte de la alfabetización científica que debería lograr toda persona, con independencia de que elija estudiar ciencias o letras, sea hombre o mujer, maestro o estudiante, etc. Por alfabetización científica y tecnológica, se entiende que todos los ciudadanos, y no sólo algunos privilegiados, deben poseer actitudes adecuadas acerca de estos temas³. Entendemos por “actitud adecuada”, de acuerdo con Olivé, aquella que reduce las distancias entre las tres imágenes de la ciencia y la tecnología que se citaron antes.

La interpretación de los resultados que se obtengan en cada uno de los nueve países participantes, permitirá conocer con cierto detalle las opiniones que actualmente privan en el medio educativo e identificar el tratamiento que se da a los temas de Ciencia, Tecnología y Sociedad en los planes de estudio. Como es de esperar en una investigación de esta naturaleza, se podrán generar, en diversas etapas del proceso, comunicaciones científicas locales, nacionales e internacionales.

Una etapa importante del PIEARCTS que ya ha sido concluida, es el *trabajo de campo* que iniciamos con un minucioso análisis de la estructura, contenidos, semántica y sintaxis de las dos formas del COCTS. A partir de este análisis, decidimos realizar una aplicación directa, presencial y

sistemática basada en cuadernillos, lo cual, en nuestra opinión, suponía las siguientes ventajas:

- 1) Establece una relación directa con los estudiantes y profesores encuestados, abriendo un espacio para la palabra y para la comunicación no verbal.
- 2) Crea condiciones para obtener información adicional, más allá de la que pueden proporcionar los instrumentos clásicos como cuestionarios impresos y bitácoras.
- 3) Permite realizar registros observacionales acerca de cómo fue recibida la encuesta.

Estos supuestos han mostrado su utilidad en varias fases del proceso, desde la captura hasta la etapa del procesamiento estadístico y análisis de los datos.

La muestra quedó integrada por 1374 personas, entre estudiantes y profesores de 8 instituciones educación media superior y superior.

El COCTS se deriva del Views on Science, Technology and Society (VOSTS) con ciertas modificaciones e innovaciones, entre las que destaca un proceso de validación que ha permitido transformar su estructura y su métrica, de un cuestionario de opción múltiple y respuesta única a un modelo de opción múltiple y respuesta múltiple. Los investigadores que principalmente han trabajado y desarrollado este instrumento han sido Ángel Vázquez Alonso, José Antonio Acevedo Díaz y María Antonia Manassero Mas.

Los 100 reactivos que componen el COCTS están divididos en cuatro categorías y nueve temas, como sigue: A) DEFINICIONES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA: 1. Ciencia y Tecnología; B) SOCIOLOGÍA EXTERNA DE LA CIENCIA: 2. Influencia de la Sociedad sobre la Ciencia/Tecnología, 3. Influencia triádica CTS, 4. Influencia de la Ciencia/Tecnología sobre la Sociedad, 5. Influencia de la ciencia escolar sobre la Sociedad; C) SOCIOLOGÍA INTERNA DE LA CIENCIA: 6. Características de los científicos, 7. Construcción social del conocimiento científico, 8. Construcción social de la Tecnología; D) EPISTEMOLOGÍA: 9. Naturaleza del conocimiento científico.

Cada reactivo incluye diferentes opciones de respuesta que están clasificadas como “ingenua”, “plausible” o “adecuada” de acuerdo con la opinión de un grupo de jueces expertos. Al contestar el cuestionario, la respuesta a cada una de las opciones manifiesta el grado de acuerdo-desacuerdo del encuestado en una escala del 1 al 9.

El segundo proyecto que estamos desarrollando, como parte del movimiento CTS es el PROESCO-CTS. La pregunta obligada es ¿Por qué un nuevo Proyecto y por lo tanto un nuevo instrumento?

Para responder esta pregunta, indicaremos aquellos puntos que marcan una diferencia conceptual y metodológica en relación con el COCTS. El primero de estos puntos es el desplazamiento de los sujetos de interés: de estudiantes y profesores a grupos ciudadanos más amplios, y de la unidad de análisis: de creencias a concepciones.

Los trabajos de investigación realizados en el ámbito educativo sobre las actitudes acerca de la naturaleza de la ciencia, han transitado del estudio de las actitudes al de las concepciones y de los estudiantes, como sujetos de interés, a los profesores. En este tránsito, un punto intermedio lo constituye, conceptualmente, la investigación sobre las “creencias”

El término “creencias” significa que en la forma de pensar de profesores y estudiantes no hay, generalmente, una reflexión explícita sobre cuestiones filosóficas, sociológicas o históricas, acerca de la naturaleza de la ciencia y la tecnología. Constituyen “teorías implícitas” o no articuladas, a veces llamadas “filosofías espontáneas de las ciencias”.

Las concepciones sobre la ciencia y la tecnología que tienen los profesores se forman generalmente a partir de sus experiencias de aprendizaje escolar y universitario y se transmiten a quienes en su momento son sus estudiantes. Además, las creencias se transforman en concepciones a través de un proceso reflexivo que no se limita a los especialistas y expertos, trascendiendo el ámbito académico, de esta manera, son transmitidas e inculcadas en el contexto cultural, a través de ciertas imágenes estereotipadas de la ciencia y de los científicos.

Se puede apreciar que la educación es un proceso de socialización por medio del cual las sucesivas generaciones comparten un conjunto de valores; normas de pensamiento y procedimientos, así como generalizaciones que dan coherencia intelectual a los temas relativos a la ciencia y la tecnología contribuyendo a la conformación de creencias y concepciones. Los conceptos de "ciencia normal" y "matriz disciplinaria", desarrollados por Kuhn⁴, sirven de referencia para una caracterización de este proceso de socialización.

El PROESCO adopta como unidad de análisis las “concepciones” acerca de la ciencia y la tecnología que el ciudadano común tiene. Al hacerlo, estamos tomando como base algunas de las ideas con las que Kuhn caracterizó su concepto de Paradigma, siendo ésta la segunda diferencia en relación con otros estudios. Las “concepciones” son consideradas como categoría metodológica y operativa que hasta ahora, como tal, ha estado ausente dentro del movimiento CTS.

Una tercera diferencia es la de adoptar como fundamento teórico para la construcción del CUESCO-CTS, los cuatro puntos de vista que Laudan sintetiza como: positivismo, realismo, relativismo y pragmatismo (Laudan, 1993, pág.13). Los puntos de vista están agrupados con base en los distintos argumentos que se aducen respecto a nociones centrales como progreso, objetividad, racionalidad e intereses sociales en la ciencia. Esta agrupación tiene mayores bondades en relación con la que maneja el COCTS, ya que integra las concepciones que actualmente se discuten en filosofía de la ciencia, salvando con ello el uso de términos como “sociología interna de la ciencia”, “sociología externa de la ciencia” y “epistemología”, que por su amplitud resultan ambiguos tanto en el momento de identificar reactivos como en el de interpretar resultados. Por otro lado, nuestro instrumento responde al modelo de respuesta única, lo que permite que el encuestado asuma inequívocamente una de las opciones de respuesta⁵.

De una manera especial, hemos cuidado los aspectos semánticos, sintácticos y pragmáticos en la estructuración de cada enunciado, con lo que pretendemos lograr un mayor nivel de certeza de que son entendidos de la misma manera por el encuestado y por el encuestador⁶.

El CUESCO está integrado por dos partes: la primera dedicada a obtener las concepciones sobre la ciencia, basada como ya dijimos en los puntos de vista que reporta Laudan, y la segunda, dedicada a la tecnología, que se basa en clasificaciones propuestas por Jover, Quintanilla, Broncano, Osorio y Liz, entre otros.

Cabe aclarar que esta división no se debe a una imagen popular generalizada de la tecnología, según la cual se le considera como sinónima de ciencia aplicada, subordinada jerárquicamente a la ciencia, sino a una distinción temática que facilita la configuración del instrumento. La división que hacía de la ciencia conocimiento puro y de la tecnología la acción práctica, consideramos que resulta obsoleta actualmente.

Sin embargo, no debemos soslayar que la imagen popular de la relación entre C y T que reporta la literatura⁷, es lineal, de sentido único y jerárquico: parte de la adquisición científica de conocimientos básicos sobre la naturaleza que se aplican después de manera racional y lógica en la construcción de tecnologías. Considerarla como ciencia aplicada, implica que la tecnología es tan neutral como la propia ciencia y por ello, todo lo que técnicamente pueda hacerse hay que realizarlo, disociando la acción técnica de la práctica social. Actualmente se puede afirmar que la tecnología no representa sólo un peculiar modo de actuar, sino además de conocer la realidad: la tecnología también genera ciencia.

Descripción de los enfoques sobre ciencia y tecnología utilizados para la construcción del CUESCO-CTS

Con el fin de establecer con claridad y de manera unívoca los enfoques que se pueden expresar respecto a C y T, el instrumento contempla dos temas principales: Naturaleza de la Ciencia y Naturaleza de la Tecnología, con las siguientes dimensiones:

Naturaleza de la Ciencia (NC)

- *Desarrollo y progreso del conocimiento científico (DP)*. La idea de desarrollo y progreso del conocimiento científico es un asunto polisémico y por lo tanto polémico. No existe acuerdo en todas sus implicaciones, pero se puede coincidir en algunos aspectos generales. Por ejemplo, se puede estar de acuerdo en que el papel de la ciencia está orientado a acrecentar el conocimiento. Sin embargo, esto es únicamente atendiendo a la etimología de la palabra progreso.

La manera en que se incrementa y se dan los cambios en el conocimiento, se puede entender de diferente forma. Así, es posible presentarlo como un proceso lineal y acumulativo, cuando compromete la idea de una finalidad determinada en la que cada vez existe un mayor acercamiento a la verdad, o bien, como una ruptura que origina una nueva forma de plantear los problemas recurrentes o de formular nuevos problemas.

También se puede entender el desarrollo del conocimiento como un proceso lineal, pero no acumulativo, en el que hay tanto pérdidas como ganancias de capacidad explicativa. En este caso, no se tiende hacia una verdad teleológica, sino solamente a encontrar mejores soluciones para un mayor número de problemas.

En esta categoría se clasifican los enunciados que tienen que ver con las ideas centrales de cada enfoque acerca de cómo se desarrolla el conocimiento, p.e. de forma evolutiva o de forma acumulativa, como un desarrollo lineal, como un proceso continuo o como rupturas cíclicas que producen cambios.

- *Significado de las teorías científicas (ST)*. Atendiendo a su etimología, el término teoría alude a un enunciado que aporta un conocimiento que está más allá de los datos o hechos que se perciben de una forma inmediata; conjetura o hipótesis meramente especulativa que nada tiene que ver con la práctica, con la observación o con la verificación.

Guardando ciertas proporciones, se puede decir que hay coincidencia en que una teoría es un conjunto de proposiciones, conceptos e hipótesis organizados de manera coherente. La teoría se puede entender también como un campo amplio de estudio, filosófico o científico.

En el terreno científico, la idea más generalizada considera que una teoría es un conjunto de hipótesis y leyes verificadas sobre un aspecto de la realidad, que establecen entre sí relaciones conceptuales a partir de las cuales se pueden inferir deductivamente enunciados observacionales que se corresponden intrínsecamente⁸.

Sin embargo, las discrepancias surgen cuando se hacen consideraciones respecto a la primacía o anterioridad de la teoría respecto a la experiencia, o viceversa. Así, hay quienes sostienen que puede haber observaciones totalmente desprovistas de cualquier tipo de referente teórico o conceptual, dado que las observaciones son la base del conocimiento científico, mientras que hay otros para quienes la teoría es un producto racional de mayor jerarquía y del cual no se puede prescindir, a diferencia de la observación.

Para quienes consideran que la teoría es un producto racional de mayor jerarquía, lo relevante es formular teorías o conjeturas que sean falsables, es decir, que puedan ser contrastadas con los hechos observables. Asimismo, a partir de las teorías se pueden construir predicciones sorprendentes, que van más allá del conocimiento básico aceptado, cuya confirmación no ocurre en el futuro inmediato.

Desde otro punto de vista, las teorías no son verdaderas ni falsas, simplemente son instrumentos que pueden resultar útiles. De esta forma, una teoría exitosa es aquella que resuelve de mejor manera los problemas, sin que su veracidad o falsedad sean relevantes.

Finalmente, aun sin haber agotado el concepto, se pueden definir las teorías como un conjunto de objetivos, valores y creencias compartidas por los miembros de una comunidad científica que los acepta de común acuerdo. A partir de esto, la comunidad establece lo que es importante investigar, en qué dirección se desarrolla la teoría y con qué criterios se valida.

- *El experimento y la metodología de Investigación (MI)*. El método es un conjunto de criterios y procedimientos con los que se justifica y valida una afirmación que se pretende sea científica. De acuerdo con lo anterior, se diseñan pruebas rigurosas a las que son sometidas las teorías y las hipótesis. El experimento es, sin duda, uno de los ejemplos de rigurosidad más recurrente.

En lo que se refiere a los procesos de validación y justificación, no existe un total acuerdo acerca de qué tipo de pruebas han de usarse y el papel que éstas juegan. Por ejemplo, se puede desechar definitivamente una hipótesis que no pasa una prueba; se puede intentar mejorar la hipótesis para volverla a someter a la misma prueba, o bien, conservar la misma hipótesis y diseñar un nuevo tipo de prueba.

Para algunos autores, método y racionalidad se hallan estrechamente interrelacionados, por cuanto el primero es una manera de aplicar la racionalidad para justificar adecuadamente nuestras creencias, por medio de criterios y procedimientos que son válidos en todo tiempo y lugar.

Asumiendo lo dicho sobre las teorías, el papel del experimento es crucial para su elección, dado que es por medio de él que se verifica si hay correspondencia entre la teoría y el mundo. Por otra parte, el experimento, como contrastación de hipótesis falsables, es el medio para determinar su veracidad y aceptación, o su falsedad y rechazo.

La comunidad científica decide y determina qué teorías o hipótesis han de ser aceptadas o rechazadas y bajo qué lineamientos y reglas metodológicas se determinan su grado de veracidad, descripción de la realidad, complejidad y predictividad. Bajo esta perspectiva, la metodología no tiene un carácter objetivo, no hay ninguna norma superior y ajena a la propia comunidad científica que indique, por ejemplo, el tipo de experimentos que deben ser realizados.

Las reglas y criterios metodológicos se ponen a prueba aplicándolos a la investigación, y aquellos que resulten exitosos, es decir, que conduzcan a la obtención de teorías que resuelven de mejor manera problemas prácticos y conceptuales, son los que se asumen decididamente y se conservan, sin importar el grado de objetividad que se les reconozca.

• *Influencia de los aspectos sociales en la producción del conocimiento científico (IS)*. Hasta 1962, la concepción tradicional sobre la racionalidad y la objetividad de la ciencia sostenía que los méritos de una teoría científica eran independientes de la clase, raza, sexo, o cualquier otra característica o interés de los individuos o grupos que se adherían a ella. Si se denominan influencias sociales a las que proceden de esos intereses y características de los individuos y grupos, entonces se puede decir que, según la concepción tradicional, el desarrollo y evaluación de la ciencia son ajenos a la influencia de los aspectos sociales.

A pesar que desde entonces la concepción tradicional se vio severamente trastocada, aún permanece vigente en muchos ámbitos académicos, aunque simultáneamente el reconocimiento de las influencias sociales ha venido ganando terreno. Esta nueva perspectiva reconoce, además de las sociales, las influencias políticas y económicas en la orientación y producción del conocimiento científico.

Actualmente estas dos tendencias son ampliamente reconocidas, pero ¿que tan claramente puede ser trazada la línea divisoria entre lo epistémico que sostiene a una y lo sociológico que sustenta a la otra? Ésta no es, desde luego, tan nítida como nos gustaría, sin embargo, las motivaciones sociales en la toma de decisiones científicas, como elegir entre teorías rivales por

ejemplo, no deben considerarse como un hecho caprichoso o irracional, por un lado, ni como algo vital o espurio, por otro.

El desarrollo científico no siempre ha sido producto de la racionalidad y objetividad, pues en muchos casos, se ha visto afectado por la ideología y los intereses económicos y políticos de los propios investigadores, de sus comunidades científicas o de los representantes del Estado.

Los reactivos de esta categoría están encaminados a determinar si quien responde considera que la actividad científica es ajena a intereses individuales o de grupos, si no tiene relación o influencia de las diversas ideologías o credos religiosos, si es independiente de características como la raza, cultura, economía o convicciones políticas, o bien si ninguno de estos aspectos influye en la producción del conocimiento.

Naturaleza de la tecnología (NT)

- *Tecnología y sus relaciones con la ciencia (RC)*. Los reactivos de esta categoría pretenden distinguir, entre otras cosas, a quienes consideran que la tecnología está supeditada a la ciencia, o bien que la tecnología es ciencia aplicada y que su relación tiene ese sentido único y jerárquico, de aquellos que sostienen que la tecnología no representa sólo un peculiar modo de actuar, sino además una manera distinta de conocer el mundo y generar conocimiento científico.

- *Usos y aplicaciones de la tecnología (UA)*. Esta categoría incluye reactivos que distinguen entre tres tipos de personas: en primer lugar, quienes consideran que las tecnologías son simples herramientas o artefactos construidos para una diversidad de tareas cuya aplicación busca exclusivamente el progreso y bienestar, o bien, que la tecnología ha provocado grandes catástrofes; en segundo lugar, quienes consideran que la tecnología, al ser una aplicación práctica de la ciencia, depende de ésta para producir innovaciones, y finalmente, quienes piensan que entre la tecnología y la ciencia existe una relación que no es lineal sino una compleja, sin una clara línea divisoria entre ellas.

Enfoques de la Ciencia

Derivado de los puntos de vista de Laudan, se han definido cuatro enfoques de la ciencia, para la construcción del CUESCO-CTS.

A. Positivista. El conocimiento resultado de la investigación científica, parte de la observación de los hechos y de la experiencia que tenemos del mundo a través de nuestros sentidos. Sobre esa base, la ciencia establece leyes generales y explica los hechos o fenómenos particulares.

El conocimiento científico es acumulativo y se desarrolla de manera lineal. Las teorías científicas nos dan una cada vez mejor explicación del mundo,

por lo que se consideran “teorías verdaderas”. Existe un conjunto de reglas y normas que si se observan y aplican correctamente, nos permiten distinguir entre lo que es o no es ciencia.

Por medio de la experimentación repetida, se pueden verificar las teorías hasta considerarlas verdaderas, de lo contrario, si no se verifican, se rechaza el conocimiento implícito como no científico. Los aspectos sociales y subjetivos no intervienen en la elaboración del conocimiento científico, por lo cual se le considera como un conocimiento objetivo y neutral.

B. Relativista. El desarrollo de la ciencia no es continuo ni acumulativo, existen cambios y rupturas que en poco tiempo pueden alterar la estructura interna de un cuerpo de conocimientos. La historia de la ciencia muestra que dichos cambios pueden ser muy diversos en su tiempo de gestación y en su profundidad.

La ciencia y las teorías científicas están asociadas a concepciones amplias del mundo y de la realidad, no solamente a los resultados del trabajo de los científicos en un momento histórico. La realidad y las teorías formuladas para explicarla, no tienen una total correspondencia, lo cual abre la posibilidad de aparición frecuente de nuevas teorías en reemplazo de las existentes, por la incompatibilidad que entre ellas se establece.

En la concepción relativista, no se acepta la existencia de un conjunto de reglas y normas aplicables a la búsqueda de nuevos conocimientos en todo tiempo, lugar o área del conocimiento. Las comunidades científicas son las que determinan lo que es relevante para la investigación, así como lo que se puede considerar como ciencia. Además pueden responder a presiones sociales ajenas al puro interés científico.

C. Racionalista-Realista. El conocimiento científico proviene de conjeturas y especulaciones, que el científico establece para proporcionar una explicación del comportamiento del universo. Estas conjeturas y especulaciones tienen que contrastarse por medio de la observación y la experimentación.

El desarrollo científico se logra a través del ensayo y error de las conjeturas sometidas a prueba, es decir, depende de su aceptación o rechazo. Una conjetura que ha sido contrastada varias veces y en todas ellas ha sido aceptada, se convierte en una teoría que describe, o aspira a describir, lo que es la realidad.

El realismo científico sostiene que las entidades, resultados y procesos descritos por teorías “correctas”, realmente existen, es decir, las teorías bien corroboradas nos dicen como es efectivamente la realidad. En este enfoque, la influencia social ocupa un lugar secundario, pues es la contrastación con la realidad la base que sustenta la aceptación o rechazo de una teoría.

D. Pragmatista. La finalidad de la ciencia es producir teorías, pero entendidas como mecanismos o instrumentos convenientes para relacionar un conjunto de cosas observables con otro, sin interesar si en el mundo existen cosas no observables. Las teorías, entonces, son instrumentos para moldear la experiencia con el propósito de adecuarnos a ciertos fines.

Lo relevante para el desarrollo científico, no es tanto el contenido cognoscitivo de las teorías, sino llegar a conclusiones estables, es decir que se mantienen en el tiempo. No hay verdad científica sino respuestas a nuestras necesidades.

En este enfoque no es relevante el origen de las teorías sino su utilidad, las teorías surgen y son aceptadas si permiten relacionar entre sí, conjuntos de resultados observados empíricamente.

El desarrollo social está determinado por la utilidad que reporta la aplicación de las teorías, no importando los beneficios o perjuicios que provoque. La teoría es científica en la medida en que da resultados.

Enfoques de la tecnología

A. Instrumental. Considera que las tecnologías son simples herramientas o artefactos construidos para una diversidad de tareas; implica principalmente objetos materiales, instrumentos y máquinas. En este enfoque se privilegia la utilidad como principal valor tecnológico. El criterio de validez de una teoría no es tanto que sea verdadera, o verosímil, sino que funcione en la práctica y sea útil. (Mitcham, 1989).

B. Cognitivo. Considera a la tecnología como aplicación práctica de la ciencia y a ésta última como una búsqueda de nuevas leyes de la naturaleza. El científico, por la naturaleza de su trabajo, se ve obligado a asumir teorías que se encuentran en la frontera del conocimiento, mientras que el tecnólogo utiliza teorías generalmente aceptadas y probadas. Este enfoque hereda los supuestos que acompañan la idea del progreso humano basado en la ciencia: a más ciencia, más tecnología, más progreso económico y más progreso social.

C. Ideológico. Este enfoque considera que entre la tecnología y la ciencia no existe una relación lineal, sino compleja y no existe entre ellas una clara línea divisoria. La tecnología esta constituida por materiales, artefactos y la energía, así como por los agentes que los transforman, en tanto que la ciencia está constituida, además, por teorías, hipótesis y leyes. En este enfoque es muy importante el para qué de la tecnología, sus finalidades, objetivos y resultados, así como quién los determina.

Sobre la base de los enfoques descritos, se planeó la construcción del CUESCO-CTS considerando las siguientes características:

- 1) Cada elemento está construido como un reactivo de opción múltiple, con respuesta única.
- 2) Cada una de las opciones de respuesta está asociada, ya sea con una concepción de la ciencia, o bien de la tecnología.
- 3) A pesar de su estructura de opción múltiple y respuesta única, se ha cuidado que el instrumento no sea un examen de conocimientos acerca de los temas.
- 4) Como ya se estableció con anterioridad, se ha tenido mucho cuidado con los aspectos semánticos, sintácticos y pragmáticos de los enunciados.

El instrumento completo cuenta con cuarenta reactivos, de los cuales veinticinco se refieren a la naturaleza de la ciencia y quince a la naturaleza de la tecnología.

Las instrucciones sobre cómo responder a las preguntas, juegan un papel destacado en los resultados que se obtengan de la aplicación del instrumento. Del contenido de las instrucciones se pueden destacar las siguientes características:

- Cada una de las opciones es leída como una frase que complementa el enunciado del reactivo.
- No hay respuestas correctas o incorrectas. La selección de una opción, refleja la concepción que el encuestado tiene sobre el tema.
- El encuestado es persuadido para que elija con la mayor espontaneidad posible la respuesta que representa de mejor manera su punto de vista.

Con lo dicho hasta ahora, se puede puntualizar una diferencia metodológica importante entre el COCTS y el CUESCO-CTS. La validación a partir de la consulta a jueces, que es el procedimiento utilizado por el COCTS, busca llegar a preguntas importantes estructuradas correctamente, en tanto que con el CUESCO-CTS, pretendemos establecer cuál es la concepción de los encuestados respecto a C y T, pidiéndoles que seleccionen los enunciados que mejor reflejan su manera de pensar sobre el tema.

El horizonte de interpretación del CUESCO-CTS, se basa en la realización de análisis a partir de las concepciones sobre la naturaleza de C y T y sus respectivas dimensiones.

Resultados

En el ámbito educativo hacer aportes que permitan: Proponer políticas generales sobre la enseñanza de C y T, diseñar, implantar y dirigir intervenciones curriculares en las diferentes carreras y niveles educativos, elaborar programas de formación docente que respondan mejor a los perfiles profesionales que se requieren y promover una cultura CTS más amplia entre los profesores y los estudiantes, entre otras acciones.

En el sector social, los aportes estarán orientados a: realizar actividades de divulgación que coadyuven a la alfabetización científica y tecnológica para todas las personas.

En el campo de la investigación: Fomentar la realización de estudios que profundicen el conocimiento acerca de las concepciones sobre ciencia, tecnología y sociedad que privan en diferentes sectores.

Una mayor cultura científica y tecnológica, permitirá que en el futuro los actores sociales tengan una visión más amplia, no solamente como especialistas competentes en un área profesional, sino también como ciudadanos concientes de su realidad y responsables de ella.

Bibliografía

Acevedo, J. et. al (2002) Creencias sobre la naturaleza de la ciencia. Un estudio con titulados universitarios en formación inicial para ser profesores de educación secundaria. Madrid: OEI-Revista Iberoamericana de Educación.

Acevedo, J. et. al. (2005). El Movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias. <http://www.campus-oei/salactsi/acevedo13.htm>

Acevedo J. et. al. Avances metodológicos en la investigación sobre evaluación de actitudes y creencias CTS. Madrid: OEI-Revista Iberoamericana de Educación.

Acevedo, J. et. al. La evaluación de las actitudes CTS. <http://www.campus-oei/salactsi/acevedo11.htm>

Acevedo, J. Los futuros profesores de enseñanza secundaria ante la sociología y la epistemología. <http://www.campus-oei/salactsi/acevedo8.htm>

Acevedo, J. (2004) Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de la ciencias: educación científica para la ciudadanía. Revista Eureka. Vol.1, No.1, pp. 3-16.

- Acevedo, J. et. al. Análisis cuantitativo de ítems complejos de opción múltiple en ciencia, tecnología y sociedad: Escalamiento de ítems. <http://redie.uabc.mx/vol7no1>
- Alvarado M. et. al. Concepciones de ciencia de investigadores de la UNAM. México: Perfiles Educativos, UNAM. (2001), vol XXIII, núm. 92, pp. 32-53.
- Barona, C. et. al. La concepción de la naturaleza de la ciencia (CNC) de un grupo de docentes inmersos en un programa de formación profesional. <http://redie.uabc.mx/vol6no2>
- Broncano, F. (Editor) (1995) *Nuevas meditaciones sobre la técnica*. Madrid: Editorial Trotta, S.A.
- Chalmers, A. (1987). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Madrid: Siglo XXI.
- Feyerabend, P. (2000). *Tratado contra el Método*. Madrid: Editorial Tecnos.
- Feyerabend, P., G. Radnitzky, et.al. (1984). *Estructura y desarrollo de la ciencia*. Madrid: Editorial Alianza Universidad.
- García P. et.al. (2001). *Ciencia, tecnología y sociedad: una aproximación conceptual*. Madrid: OEI. Serie Temas de Iberoamérica.
- Hacking, I. (1996). *Representar e intervenir*. México: Paidós. UNAM.
- Kuhn, T. (1978). *La estructura de las revoluciones científicas*. México: F.C.E.
- Kuhn, T. (1982). *La tensión esencial*. México: F.C.E.
- Laudan, L. (1993). *La ciencia y el relativismo*. Madrid: Alianza Universidad.
- Laudan, L. (1986). *El progreso y sus problemas*. Madrid: Encuentro ediciones.
- Losee, J. (2000). *Introducción histórica a la filosofía de la ciencia*. Madrid: Alianza Editorial.
- López J. et. al. (2001). *Filosofía de la tecnología*. Madrid: OEI. Serie Temas de Iberoamérica.
- Manassero M. et. al. (2001) Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad. *Enseñanza de las ciencias*, 20 (1), pp. 15-27.
- Nuñez J. (2002) La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar. Madrid: OEI. <http://www.campus-oei.org/salactsi/nunez00.htm>.

Olivé, L. (2000). *El bien, el mal y la razón. Facetas de la ciencia y la tecnología*. México: UNAM-Paidós.

Osorio, C. (2002). Enfoques sobre la tecnología. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, No.2. <http://www.campus-oei.org/revistactsi2/osorio.htm>

Quintanilla, M. (1998). Técnica y cultura. Revista Teorema, Vol. XVII No.3. <http://www.campus-oei.org/salactsi/teorema03.htm>

Solís, C. (1994). *Razones e intereses. La historia de la ciencia después de Kuhn*. Buenos Aires: Paidós.

Vázquez, A. et. al. (2005). Progresos en la evaluación de actitudes relacionadas con la Ciencia mediante el cuestionario de opiniones CTS. OEI-Programación- Sala de lectura. <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo6.htm>.

Notas:

¹ Consultar el trabajo presentado en el I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología Sociedad e Innovación (CTS+I) en: <http://www.oei.es/memoriasctsi/seccuno05.htm>.

² La base de este proyecto es la construcción del instrumento denominado CUESCO-CTS. Ver nota anterior.

³ Consultar los trabajos de Vázquez, Manassero y Acevedo en: <http://www.oei.es/salactsi/index.html>

⁴ Kuhn, T.S. (1982) *La Tensión esencial*. México: Fondo de Cultura Económica, pp. 317-343.

⁵ Ver nota 1.

⁶ Beuchot, M. Hermeneútica y pragmática en: Frost Cecilia. (1992). *El arte de la traición o los problemas de la traducción*, México: UNAM.

⁷ Cf. Broncano F. Editor. (1995). *Nuevas Meditaciones sobre la Técnica*. Madrid: Editorial Trotta, S.A., Quintanilla M. Á. Técnica y cultura en Teorema, revista internacional de Filosofía. Vol XVII/3 1998, en: <http://www.campus-oei.org/salactsi/teorema03.htm>, Nuñez J. (2002). La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar, en: <http://www.oei.es/salactsi/nunez00.htm>, Osorio, C. (2002). Enfoques sobre la tecnología. Revista CTS+I, Número 2, en: <http://campus-oei.org/revistactsi/numero2/osorio.htm>.

⁸ Ver Carnap, R. (1998:8).