

Héctor Valenzuela Méndez  
Instituto Tecnológico Superior de Cananea, México  
patapink@hotmail.com

Ramón Villa Medina  
Instituto Tecnológico Superior de Cananea, México  
javier\_villa\_medina@hotmail.com

Abel Leyva Castellanos  
Universidad del Valle de México, México  
aleyvacastellanos@yahoo.com.mx

Enrique Farfán Mejía  
Universidad del Valle de México, México  
enriquefarfanmejia@hotmail.com

## Posibilidades del enfoque CTS como eje articulador de la educación superior tecnológica y el entorno social en contextos locales<sup>1</sup>

*Possibilities of an STS approach, as an articulating axis of higher technological education and the social environment in local communities*

*Posibilidades do enfoque de CTS como eixo articulador da educação superior tecnológica e o ambiente social em contextos locais*

**Artículo de investigación científica** recibido el 15/07/2010 y aprobado el 02/11/2010

<sup>1</sup> Artículo derivado de la investigación “La pedagogía de la tecnología en el medio local: institución, comunidad y redes de cuerpos académicos.” Instituto Tecnológico Superior de Cananea y Universidad del Valle de México. Marzo 2010.



### Resumen

En el presente trabajo se hace una revisión de los cambios que la transformación actual de la sociedad impone a los centros de enseñanza tecnológica y a la organización de los saberes en los entornos comunitarios específicos. A demás se analizan las políticas de intervención que emergen de instituciones tanto internacionales como mexicanas. Se exploran las posibilidades de articulación del enfoque CTS para la educación, desarrollo tecno-científico y desarrollo social en una comunidad minera y fronteriza del norte de México.

**Palabras clave:** CTS, Educación, Tecnología, Ciencia, Comunidad, Sociedad global

### Abstract

This paper provides a review of the changes imposed by the current transformation of society on technological education centers and on the organization of knowledge in specific community settings. It also analyzes the intervention policies that arise from both Mexican and international institutions. It explores possibilities for articulating the STS approach with education, scientific, technological and social development in a border mining community located in the north of Mexico.

**Key Words:** STS, Education, Technology, Science, Community, Global Society

### Resumo

No presente trabalho é feita uma revisão das mudanças que a transformação atual da sociedade impõe nos centros de ensino tecnológico e a organização dos conhecimentos em ambientes comunitários específicos. Além disso, se analisam as políticas de intervenção que emergem de instituições tanto mexicanas como internacionais. São exploradas as possibilidades da articulação do enfoque em CTS para a educação, desenvolvimento tecno-científico e desenvolvimento social em uma comunidade mineira e fronteira no norte do México.

**Palavras-chave:** CTS, Educação, Tecnologia, Ciência, Comunidade, Sociedade global



## Las transformaciones de la sociedad global y su relación con la comunidad

La búsqueda y construcción de una auténtica democracia implica el reconocimiento de las características del devenir de nuestras sociedades y el impacto que los llamados procesos globales tienen en comunidades específicas. Al mismo tiempo, la educación, que no puede mantenerse al margen, debe fomentar una actitud y reflexión crítica sobre estos procesos. Sin embargo, de acuerdo con los postulados de Virilio (1997), Bauman (2002), Badiou (2005), y Motta (2010) los procesos actuales de transformación social son inexplicables con las actuales herramientas de la escuela, que debiera ser el lugar donde se integren los saberes que harían posible la construcción de una ciudadanía planetaria.

La comunidad, como concepto, se ha modificado gracias al proceso prolongado de los efectos civilizatorios por parte de las grandes instituciones. Los preceptos de la Ilustración anuncian el inicio de la pre-modernidad y, después, de la larga modernidad sólida. De la comunidad surgieron conceptos como: identidad, pertenencia, localidad, solidaridad, ciudad, e instrumentación horizontal de las autoridades. Bauman, parafraseando a Freud, señala que: “para que la unión humana civilizada persista, ha de garantizarse que el principio de realidad se imponga por las buenas o por las malas, al principio de placer” (Bauman, 2010:217). Inculcar y asegurar que se adopten las opciones civilizadoras, de la manera más adecuada, ha sido el legado histórico de la escuela y la pedagogía como instrumento de Estado, la Iglesia y de las clases pudientes en general.

Por otra parte, las transformaciones sociales actuales imponen el desafío de articular lo global con lo local, así como la necesidad de una organización de los saberes que trascienda las escisiones disciplinares especializadas, divididas en parcelas aisladas, inconexas, que sea capaz de propiciar un tipo de pensamiento, gestión organizacional y del conocimiento que integre y acerque la cultura humanista y la tecno-científica, así como los saberes en entornos locales.

Desde el pensamiento complejo esta integración se considera urgente:

[...] es preciso equilibrar la explosión del conocimiento científico y su inscripción social con el fortalecimiento y la actualización de las potencialidades interiores del ser humano y su presencia enraizada en una persona creativa, en un pensamiento colectivo inscrito a su vez en un proceso de democratización del saber (Motta, 2008:54).

Se habla aquí de que los desarrollos científicos y técnicos deben estar acompañados de una madurez de pensamiento y reflexión sobre lo humano, dentro del marco de la construcción de una sociedad democrática. Estos desarrollos científicos, tecnológicos, humano y de construcción de la democracia deben estar

inter-ligados y no deben perderse de vista en la gestión de las organizaciones –especialmente educativas– e individuos del proceso civilizador moderno, proceso que, de acuerdo con Bauman (2010 : 17), debe mostrarse nuevo, rejuvenecido y actualizado pero, también, auto-evaluarse.

A estos fenómenos de transformación de la sociedad, que constituyen convergencias y concentraciones, interacción y retroacción, morfogénesis, reorganización, territorialización y desterritorialización de las configuraciones humanas en un planeta cada vez más pequeño, y sin un horizonte humano definido, se le ha denominado “errancia planetaria” (Motta 2008 : 6) para resaltar la calidad errante (*planetes*) de la humanidad, que, gracias a los desarrollos tecno-científicos, vive hoy la posibilidad inédita de trascender muchas limitaciones impuestas por su naturaleza. Pero, también, vive la posibilidad de una auto-destrucción de la especie y el hábitat sin precedentes. Todo esto se acompaña de un sentimiento generalizado de intemperie ante los problemas –narcotráfico, migración, etc.– que han trascendido a los distintos países, disciplinas e instituciones, lo que signa el acaecer de la llamada “era planetaria”, en la cual la “globalización” representa un fenómeno interno y parcial a ella.

Otros conceptos que dan cuenta de las transformaciones sociales actuales, en íntima relación con los desarrollos científico-tecnológicos, son los de “sociedad de la información” y “sociedad del conocimiento”. Mientras que la sociedad de la información se utiliza para explicar y representar la presencia, cada vez más evidente, de los avances técnico-científicos –particularmente las tecnologías de la información y la comunicación– en diferentes sectores sociales, como la educación, la producción o las relaciones industriales, y que se refiere a la llamada “innovación tecnológica”; la sociedad del conocimiento hace referencia a una integración efectiva de ésta tecnología en el entramado social, para eso es necesario un espíritu crítico respecto a las posibilidades tecnológicas que permita configurar un modelo de sociedad más desarrollada, capaz de ofrecer múltiples posibilidades para restablecer la igualdad efectiva de la ciudadanía universal (Sánchez, 2008). También aquí, desarrollo científico, humano y construcción de la democracia son elementos que definen las necesidades de las transformaciones sociales actuales.

Modernidad líquida, globalización, era planetaria, sociedad de la información y sociedad del conocimiento representan concepciones que dan cuenta de los cambios de la sociedad mundial –caracterizados por el aumento de un saber tecno-científico desconectado de los saberes humanistas– y que hablan de la urgente necesidad que tenemos de construir auténticas sociedades democráticas. En estas interpretaciones que hacen de la sociedad su objeto de análisis: ¿cuál es el lugar de las comunidades particulares?, ¿cómo concebir los contextos locales

a la luz de estas interpretaciones?, ¿qué geografías o enfoques de investigación responden a esta necesidad?

Es necesario disponer de una estrategia para enfrentarnos a estos interrogantes si pretendemos articular lo local con lo global, específicamente, en el terreno de la educación superior tecnológica, que al tratarse de educación y de tecnología, integra dos connotaciones del *arte*, término con resonancias humanistas y tecnológicas.

A fin de ilustrar una conexión entre las tendencias globales en ciencia y tecnología, y los procesos respectivos en un entorno local, es necesario realizar una revisión de las políticas y ejes que dan dirección y normalizan los procesos de desarrollo científico y tecnológico con relación a la educación.

Organizaciones internacionales como la UNESCO y la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI); organizaciones nacionales mexicanas, como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), el Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos en México (SNIT); y una Institución educativa local, el Instituto Tecnológico Superior de Cananea (ITSC), reflejan en sus políticas y lineamientos una tendencia formal a la integración de los saberes en cuanto a investigación y educación se refiere.

La UNESCO y la OEI tienen la responsabilidad de entregar soluciones comprendidas y durables para los cambios contemporáneos mediante el aprovechamiento de todos sus bienes. Por tal razón la UNESCO aplica programas como el establecido para el periodo 2008-2013. Este programa se basa en cinco objetivos generales.

El primero de ellos pretende alcanzar la educación de calidad para todos y el aprendizaje permanente. En este objetivo se abordan temas centrales como el fortalecimiento del liderazgo y el rol de coordinación global de la UNESCO para promover la democratización de la educación de calidad o "*Education for All*" (EFA) y el desarrollo de políticas, capacidades y herramientas para educación de calidad para todos, así como la promoción de la educación de desarrollos sostenibles.

El segundo objetivo plasmado en el programa de la UNESCO es la movilización del conocimiento científico y las políticas del desarrollo sostenible para utilizarlo en beneficio del medio ambiente y el manejo de los recursos naturales, a través de la promoción de las políticas y la creación de la capacidad en ciencia, tecnología e innovación.

El tercer objetivo pretende abordar los nuevos problemas sociales y éticos, buscando la promoción de principios, prácticas y normas éticas relevantes para los desarrollos tecnológicos, el estrechamiento de las relaciones entre investigación

y políticas de transformación social, y el fomento de las investigaciones sobre los nuevos problemas éticos y sociales.

El cuarto objetivo procura fomentar la diversidad cultural, el diálogo intercultural y la cultura de la paz, fortaleciendo la contribución de la cultura del desarrollo sostenible, demostrando la importancia de intercambio y diálogo entre culturas para la cohesión social y protegiendo y valorizando el patrimonio cultural de manera sostenible.

En el quinto objetivo, se pretende la construcción de sociedades inclusivas del conocimiento a través de la información y comunicación, mejorando el acceso universal a la información y el conocimiento, fomentando mejores medios de comunicación e infraestructuras libres e independientes donde la UNESCO apoye, mediante sus dominios, a los países en situaciones posteriores a conflictos y posteriores a desastres (UNESCO, 2008).

Por otra parte, la OEI establece sus metas de educación siguiendo patrones marcados por la UNESCO para el planteamiento y desarrollo de acciones en América Latina, tales como: la universalización del acceso a la educación, la atención educativa a la diversidad de estudiantes y el financiamiento del sistema educativo para el mejoramiento de la calidad en la educación, los docentes y las tecnologías (OEI, 2008).

En el contexto mexicano podemos ver que el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología establece los siguientes ejes estratégicos de intervención para detonar el desarrollo en ciencia, tecnología en innovación:

1. Establecer políticas de Estado a corto, mediano y largo plazo que permitan fortalecer la cadena educación, ciencia básica y aplicada, tecnología e innovación.
2. Descentralizar las actividades científicas, tecnológicas y de innovación con el objeto de contribuir al desarrollo regional.
3. Fomentar un mayor financiamiento de la ciencia básica y aplicada, la tecnología y la innovación.
4. Aumentar la inversión en infraestructura científica, tecnológica y de innovación.
5. Evaluar la aplicación de los recursos públicos que se invertirán en la formación de recursos humanos de alta calidad (científicos y tecnólogos), y en las tareas de investigación científica, innovación y desarrollo tecnológico (CONACYT 2008).

El Subsistema de Institutos Tecnológicos Descentralizados de México, en su misión institucional, retoma las tendencias mencionadas. La misión del SNIT es:



Promover e impulsar la formación integral de profesionales de excelencia en los niveles de licenciatura y posgrado, capaces de potenciar el desarrollo sustentable a nivel regional y nacional, a través de la investigación científica con desarrollo tecnológico, sentido humanístico, pensamiento crítico inducido a la creatividad para contribuir a elevar la calidad de vida de la sociedad general (Secretaría de Educación Pública, 2002: 51).

Vemos que al menos, formalmente, se reconocen la importancia de la investigación científica y del desarrollo tecnológico, así como la necesidad de integrar el sentido humanista a la formación del ingeniero.

En la filosofía del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos se enfatiza la formación del ser humano a través de la cultura y el intelecto, para contribuir a la conformación de una sociedad con amplia cultura científico-tecnológica. Y se propicia la investigación como forma de generar conocimientos actuales y pertinentes que enriquezcan el acervo humano mundial. El ingeniero deberá proponer soluciones interdisciplinarias, holísticas y colaborativas, fundamentadas en el conocimiento de la ciencia, la ética y la sustentabilidad (SNIT, 2004). Así, las instituciones de educación tecnológicas del contexto local, incluyen elementos de las tendencias globales y nacionales en los fundamentos formales de su práctica educativa.

### **Ciencia, tecnología y educación: un contexto local y periférico**

Mientras que los postulados teóricos, las políticas gubernamentales de desarrollo científico-tecnológico y las políticas de educación superior tecnológica plantean una integración de los saberes, en los contextos locales podemos preguntarnos sobre la forma efectiva en que se desarrolla esta integración: cuál es la visión, al respecto, de los actores clave de los procesos tecno-científicos y educativos, así como el modo en que éstos conciben su responsabilidad con la comunidad de Cananea, Sonora, México.

Si se pretende explorar las posibilidades de articulación del enfoque CTS para la educación, desarrollo tecno-científico y desarrollo social en contextos locales, se hace necesario contar con datos básicos que permitan, gradualmente, la construcción de información y conocimiento contextualizado y que parta de lo *local*, antes que aplicar acríticamente instrumentos de medida más rigurosos, pero desarrollados en contextos y condiciones muy diferentes y sin datos que nos permitan “bosquejar” el contexto ideológico donde se aplicarían.

Con este propósito se realizaron entrevistas semiestructuradas –sobre las relaciones de la ciencia, la tecnología y la educación superior tecnológica en

la comunidad y en sus contextos laborales específicos— a nueve personas de la comunidad que realizan funciones claves relacionadas directamente con ciencia, tecnología, gestión de desarrollo comunitario y educación tecnológica: tres docentes, de materias relacionadas con investigación o tecnología; dos directivos del Instituto Tecnológico Superior de Cananea (ITSC); el director del observatorio astronómico del Instituto Nacional de Astrofísica Óptica y Electrónica (INAOE); un docente de la materia Ciencia, Tecnología, Sociedad y Valores (CTS+V), de una preparatoria tecnológica con preparación formal en el enfoque CTS; un gestor de proyectos de desarrollo comunitario del “Grupo Encuentro” (GE); y un ingeniero mecánico del complejo industrial minero, “Mexicana del Cobre”, responsable de un área de mantenimiento.

El contexto de las entrevistas fue el lugar habitual de trabajo de los participantes. Dos entrevistadores las llevaron a cabo. Las respuestas fueron grabadas, previa solicitud, una vez transcritas se procedió a realizar un análisis del discurso para obtener un listado de los temas que se mencionaban. Estos temas fueron analizados de acuerdo con la orientación integradora de conceptos generados en el enfoque CTS, para detectar posibles relaciones y puntos de articulación entre la ciencia, la tecnología, la educación tecnológica y la comunidad.

Como descriptores generales del contexto específico de interés podemos mencionar los siguientes: la ciudad de Cananea, Sonora, es una comunidad minera y fronteriza del norte de México, cuenta con aproximadamente 32,157 habitantes. El 43% de su población se dedica al sector industrial. Su principal actividad económica es la mina “Mexicana del Cobre” del Grupo México, que aporta el 26.6% del valor agregado bruto a la minería estatal, según el último censo económico (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 2004).

Tiene una historia de lucha sindical, lo que la hace una población altamente politizada (Sariego, en: Pineda, Pablos, Nicolás, 2007). Recientemente, la comunidad de Cananea ha atravesado por una situación de crisis económica debido a una huelga por parte del Sindicato Minero, que duró más de tres años.

Una primera aproximación a los datos obtenidos en las entrevistas revela que todos los entrevistados identificaron a sus instituciones como *usuarias* más que como creadoras o innovadoras de la tecnología que utilizan. Las instituciones que utilizan desarrollos tecnológicos más avanzados, en sus respectivas áreas, son el INAOE y Mexicana del Cobre que en algunas áreas utilizan tecnología “de punta” a la que, ocasionalmente, realizan modificaciones a fin de resolver problemas muy particulares. Aunque estos casos no representan sus actividades

centrales. Se descuida el hecho de realizar patentes, o algún otro tipo de registro de propiedad intelectual por los artefactos y procedimientos que se modifican.

Respecto a la percepción que tienen los sujetos sobre *la relación de su institución con la comunidad* los resultados fueron polarizados en dos extremos, permaneciendo en una postura relativamente *media* las opiniones de quienes se desarrollan en el sector educativo.

En el INAOE se maneja tecnología de alto nivel, la formación del director es en el área de óptica y electrónica, utiliza un lenguaje muy especializado y técnico, menciona que el INAOE tiene desarrollos tecnológicos muy avanzados que utiliza con fines científicos y elaboran proyectos con diversas instituciones:

[...] participación conjunta en proyectos, con su centro de ingeniería tenemos convenios con la secretaría de marina, participamos en desarrollos tecnológicos de punta en áreas críticas, por ejemplo óptica, electrónica, computación, se hace maquinado, en cananea operamos un observatorio para hacer observaciones en el óptico y cercano infrarrojo, tenemos instrumentos, trabajamos con detectores de punta en esas áreas, se han desarrollado instrumentos para hacer observaciones, hay 2 observatorios profesionales en México con estas áreas, son los más grandes de México, del mismo tamaño, uno San Pedro B.C. y otro en Cananea.

Se comenta que los astrónomos, quienes vienen de diferentes partes del mundo a utilizar el observatorio, dedican su tiempo en ese lugar sólo a la captura de datos que servirán más tarde para hacer investigación científica básica y hace una descripción del equipo que se utiliza en los procesos de captura de datos:

Está dedicado exclusivamente a la investigación científica básica, más que a la divulgación. Tenemos detectores ópticos de punta que sirven para obtener datos astronómicos con calidad científica, espectrógrafos, cámaras especializadas en el visible y cercano infrarrojo. La cámara infrarroja que tenemos se llama CANICA, cámara de Cananea del cercano infrarrojo (siglas en inglés). Los rangos de visión están centrados en el amarillo, aquí propiamente no se hace investigación básica, somos una estación de toma de datos astronómicos con calidad científica.

El director de INAOE explica que el observatorio está abierto a la comunidad científica nacional e internacional, y que para poder usar el telescopio principal se tienen que presentar los proyectos a un comité que los evalúa, y que, a partir de esa evaluación se decide si se asigna o no un tiempo para el uso de éste. Y por eso cuando un investigador llega al observatorio ya tiene definido en qué ha de trabajar, los instrumentos que va a utilizar y el tiempo que usará las instalaciones:

Este es un telescopio que se abre a la comunidad científica nacional e internacional, nuestra base está en Puebla, en Tonatzintla, allí hay alrededor de 400 investigadores en las áreas de astrofísica, óptica y computación, tenemos proyectos con convenios internacionales, a través de un comité se evalúan los proyectos para uso del observatorio y se asigna un tiempo, a partir de junio a diciembre, ya se sabe que investigador viene, que va a hacer, que instrumentos necesita.

Comenta sobre los proyectos para los que se capturan datos. El director proporciona datos y se percibe la intención de resaltar lo especializado de los proyectos de investigación en que participan. Enfatiza que son proyectos internacionales:

Esta un proyecto de monitoreo de fuentes de rayos gamma, combinado con observaciones de un satélite llamado Fermi, son proyectos multinacionales, algunos de los proyectos en los que se participa en ésta momento son: formación y evolución de galaxias H2 compactas, mediciones de distancia entre dos galaxias, ese lo hacen investigadores de un instituto colombiano, también trabajamos en 2 espectrógrafos, medición de parámetros atmosféricos de muestras de análogos solares, con una muestra de 1.000 estrellas que están en la proximidad de la galaxia, espectropía óptica de estrellas, cosmología de galaxias H2.

El equipo de trabajo encargado del observatorio es un equipo multidisciplinario, hay egresados del ITSC, pero esos egresados tuvieron que prepararse por algunos años para que pudieran desempeñarse de acuerdo a las necesidades de este centro. En general señala que el egresado del ITSC no cumple con las expectativas de formación para este trabajo. Se detecta una posibilidad de vinculación donde el sector educativo debe dar el primer paso:

Somos un grupo multidisciplinario, tenemos físicos, mecánicos de computo, electrónicos, mecatrónicos, técnicos, incluso algún egresado del ITSC. Nosotros tenemos problemas con el perfil del egresado del tecnológico, por ejemplo a nosotros prácticamente no nos es útil, tratamos de escoger estudiantes brillantes dado que en general la gente que se ha usado como ingenieros no son de aquí, traes gente de otras partes, pero la idea que nosotros tenemos es tomarlo de aquí, en general el perfil de los que salen del ITSC no nos es útil, la formación y el tipo de a donde han llevado a sus estudiantes no es ideal para el mundo de nosotros. Tratamos de escoger a los mejores de los egresados y formarlos, nos lleva mucho tiempo, aproximadamente unos 4 años. No les enseñan a pensar, ven fórmulas y se asustan. Aquí necesitas tu deducir las fórmulas. A veces prefieres tomar de otras partes en donde son más competitivos.

Para nosotros sería más rentable contar con gente de aquí, porque las personas de fuera, a los dos años, se quieren devolver a su tierra.

A pesar de tener poca vinculación con la comunidad, el INAOE tiene relaciones de cooperación con diferentes instituciones internacionales:

Participamos con instituciones diferentes: tecnológico de California, Yale, Harvard, Instituciones, francesas, alemanas, griegas. Dependiendo del proyecto, Cambridge, etc.

En la mina de cobre son los saberes tecnológicos, y una visión pragmática de la tecnología, la dinámica principal. No se cuenta con presupuesto para el desarrollo de tecnología. Sin embargo, hay desarrollo de tecnología e innovaciones en los procesos y procedimientos, cuyo fin exclusivo es resolver problemas que merman la producción. No se percibe la búsqueda del conocimiento como un objetivo de este desarrollo industrial:

La tecnología es ciencia aplicada a la resolución de problemas. La tecnología que más utilizamos en el área de mantenimiento es de comunicación, telemática, técnicas predictivas, control para interactuar con equipos de PLC, *software* especializado en recolección e interpretación de datos para diferentes familias de equipos, motores de combustión, equipo de bombeo y motores eléctricos. No estamos enfocados al desarrollo de tecnología, pero sí mucho a la utilización, oportunidades de desarrollo si las hay. Pero nuestro recurso está limitado a otras prioridades y por eso solamente nos dedicamos a la utilización de la tecnología. Sí hacemos muchas modificaciones de procesos, de equipo, implementamos, pero es difícil dedicarnos al desarrollo de la tecnología. Usamos mucha tecnología “de punta”, por ejemplo, en los equipos de cargado. Es posible de una oficina monitorear los parámetros de operación de muchos sistemas, lo puede monitorear el fabricante y nos manda soluciones, monitoreo de signos vitales del equipo, la obtención de datos en los motores se hace a través de comunicación inalámbrica, lo más avanzado de la tecnología está en los 3 procesos principales (extracción, preparación y separación). La adquisición de la tecnología se hace soportada por un análisis costo-beneficio, los distribuidores vienen y capacitan.

Hay evidencias de una penetración de elementos de la llamada “racionalidad instrumental” (Habermas, 1986) en la administración y organización de los saberes que se manejan en la Industria minera, y de una centralización del conocimiento en sus procesos de divulgación del desarrollo tecnológico e innovación. Se percibe que cuentan con una visión de vinculación con el sistema educativo de tipo pragmático. En ocasiones los beneficios del conocimiento

generado en las empresas de esta industria los aprovechan sus proveedores. La visión existente sobre la ciencia y tecnología pasa por alto elementos de la gestión del conocimiento y, de esta manera, no se considera la protección de los derechos de autor o patentes:

Normalmente el Grupo México utiliza foros para dar a conocer los avances tecnológicos y sus ventajas en la productividad. Estamos trabajando en ponencias sobre el impacto en la productividad que tiene el uso de ciertas tecnologías para presentarlas en el seminario minero internacional. Ese intercambio de información lo hace el Grupo con las demás filiales y no tanto con la comunidad. Donde veo posibilidades es en hacer vínculos con el sistema educativo-sistema de producción para identificar oportunidades de mejora [...] Cuando se hacen mejoras al equipo, se han dado casos en que quien se beneficia es el distribuidor, nos hemos preocupado muy poco por el registro de patentes. Tenemos algunos lineamientos, nuestros objetivos son otros, no estamos preocupados por la generación de tecnología sino la aplicación de ésta, no vemos como un campo potencial el desarrollo de tecnología.

Sobre los egresados del ITSC se comenta la falta de capacidad que tienen para interactuar con la tecnología de punta que se utilizan en los procesos productivos de ciertas empresas mineras de la región. Faltan herramientas para el análisis de problemas reales, además de herramienta para comunicarse efectivamente:

Creo que lo que más hace falta es poder trabajar en esas tecnologías, para poderlas traducir en las soluciones de problemas de la industria, son buenos programadores, conocen el programa pero se les dificulta mucho utilizarlo para solucionar un problema real, hay posibilidades de mejorar en la capacidad de análisis, hace falta un poco mas de desarrollo de diferentes capacidades para poder defender una idea, como argumentar una mejora, tener soportes para presentar nuevos proyectos, allí veo titubeos, en cuanto a actitud veo un mundo de diferencia comparado con el obrero tradicional, es buena actitud.

Los entrevistados del observatorio del INAOE y de la mina Mexicana del Cobre se inclinan a ver pocas posibilidades de relación entre los procesos científico-tecnológicos que desarrollan y la participación de la comunidad, esto debido al grado de especialización de sus actividades. Aún cuando realizan vínculos y convenios con otras instituciones similares, en el caso de INAOE y con otras filiales del grupo corporativo de Mexicana del Cobre:

Nosotros somos un centro muy especializado en ciertas áreas. Si a la comunidad le interesan ese tipo de desarrollos tecnológicos podría haber una interacción. Por lo general, ¿cuál es nuestro entorno?:

minas, maquiladoras, por ejemplo [...] nosotros tenemos mucha experiencia en la parte de especialización electrónica [...], aquí en la comunidad es muy difícil que alguien maneje Linux [...] (Director del Observatorio del INAOE).

El gestor comunitario del Grupo Encuentro, percibe a su institución con un alto grado de relación con la comunidad, ya que en su organización cuentan con un comité ciudadano que evalúa los proyectos a realizar bajo la premisa de que es la comunidad quien mejor conoce sus necesidades:

Es un equipo de consultores en desarrollo comunitario humano que fue invitado por grupo de México para implementar un proyecto de desarrollo comunitario en Cananea, con el objetivo de desarrollar proyectos que involucren a niños, jóvenes y adultos, en áreas como el desarrollo de habilidades en arte, lectura y deportes, el desarrollo de habilidades intrapersonales e interpersonales, trabajo en equipo, comunicación, autoestima, liderazgo, lo estamos implementando con diferentes sectores de la comunidad niños, jóvenes y adultos [...] cursos de verano, curso de primavera, talleres en las escuelas, proyectos juveniles enfocados a diferentes temas. Por ejemplo, el desarrollo de un grupo de ecoturismo, recuperación de la memoria histórica de Cananea, un grupo de teatro, de alimentación, esos son los juveniles. En cuanto a los adultos, por ejemplo, trabajamos con personal docente de primarias a partir de un modelo de aprendizaje vivencial a través de la aventura, o de nuevos modelos pedagógicos que permitan que el maestro adquiera nuevas herramientas [...] otros son desarrollo humano de la familia.

Su relación con la tecnología es secundaria, y obedece a los fines que demanden los proyectos específicos:

En cuanto al uso de la tecnología el proyecto más relacionado es “memoria fotográfica”. Se aplica tecnología se usa equipo digital, cámaras, ‘scanners’, para formar un catálogo de fotos de Cananea, se adquirió equipo y *software*.

El grupo es multidisciplinar, sin embargo, a pesar de la riqueza de datos e información que se recopila y de la formación profesional de los gestores, no se desarrolla investigación o gestión del conocimiento:

No se está elaborando un documento histórico, sino una recopilación de fotografías e imágenes que den cuenta de este desarrollo histórico. El Grupo Encuentro es multidisciplinario: psicólogos, biólogos, pedagogos, gente de teatro, de salud y además. Los participantes poseen formación extracurricular que se aprovecha, por ejemplo: temas de aventura, rappel, escalar. Hay un marco teórico, ya hay

referencias en cuanto a temas de aventura. No estamos haciendo investigación, no es algo que tengamos contemplado, no nos alcanza el tiempo, es gestión, formación de capital humano, es un campo que podría ser interesante para ser aprovechado [...] no abordamos aspectos específicos de ciencia y tecnología, porque no es nuestro objetivo, nuestro objetivo es la formación de capital humano [...]. Recurrimos a diferentes recursos y herramientas de la psicología o desarrollo humano a partir de diferentes modelos, teorías etc. [...] así no participan Ingenieros.

Por su parte, los entrevistados del ITSC perciben la vinculación entre la comunidad y la *educación superior tecnológica* como necesaria. En el ITSC se pretende asumir un rol de liderazgo para facilitar la participación de la comunidad en actividades de desarrollo tecnológico e investigación científica: “[...] porque para nosotros la ciencia debe ser un medio para el apoyo del desarrollo social en todos sus ámbitos” (Directivo del ITSC).

El discurso del liderazgo institucional muestra la intención de conjuntar los saberes de la comunidad de educación superior, y la sociedad en general, para la movilidad del estatus social en los diferentes aspectos que esto involucra. Sin embargo, no hay mención clara de las estrategias para lograrlo. La intención es muy buena, tal vez lo que hay que reforzar son las acciones para lograrlo. Se externa la concepción de la tecnología en tanto aplicación de la ciencia, como el producto de ésta, lo que demuestra una visión pragmática de la ciencia y la tecnología:

La ciencia es la aplicación de un método o un procedimiento, y la tecnología es la sustancia del resultado de esa aplicación de los conocimientos y métodos para lograr algo. Lo tangible es la tecnología, la ciencia sería el modo de llegar a la tecnología, la tecnología sería el resultado, tecnología sería ciencia aplicada. Ciencia sería el modelo o método para llegar a la tecnología, no puedes llegar a tecnología sin una investigación sin una base sin un conocimiento previo.

Se percibe la idea de encaminar la educación de la comunidad a los conceptos de las sociedades del conocimiento, como medio para mejorar su nivel de vida. Algo que puede argumentarse es la idea, según la cual: para poder construir el conocimiento se requiere de recursos económicos, que lo que le da el estatus de potencia a las naciones es el capital económico que se invierte en ciencia y tecnología:

Los países que en realidad le apuestan a la investigación, al desarrollo tecnológico son los países que en realidad, en esto momentos, se



están desarrollando como potencias económicas, como potencias de crecimiento económico en el globo. Porque si nosotros nos vamos a los países que simplemente viven de sus manualidades, de sus artesanías, lo que saben hacer, pero se quedan nada más en el hacer con poco desarrollo tecnológico, su rendimiento es muy poco. Para investigar hay que invertir recursos, entonces los gobiernos tienen muchas necesidades y no hay la capacidad de invertirle a la investigación. Entonces es un reto muy fuerte para las instituciones promover la investigación con pocos recursos o sin recursos para ello.

Se identifican como posibles obstáculos la novedad de esta empresa para la institución. Así como aspectos relacionados a las actitudes y formación docente, sobre la necesidad de realizar investigación. Otro obstáculo es la falta de claridad y orden en las políticas y reglamentos para acceder a los recursos que promuevan la investigación y desarrollo en instituciones y comunidades pequeñas. Parece ser que la docencia y formación de tecnólogos es guiada por una concepción sobre la relación de ciencia y tecnología que identifica a la ciencia con el “conocimiento” y a la tecnología como una “aplicación” del conocimiento científico.

Donde se expresa una visión más crítica sobre ciencia, tecnología y su relación con la comunidad es en el discurso del docente con preparación formal en el campo de CTS. Respecto al acceso y participación de la comunidad en los saberes científicos y tecnológicos, se enfatizó la necesidad de alfabetización de la ciudadanía en el enfoque CTS como postura crítica ante los retos que las transformaciones sociales imponen a los contextos locales:

Quando me empecé a relacionar con el enfoque CTS donde hacían más hincapié, los que saben, era precisamente en alfabetizar a la sociedad en los aspectos de la ciencia y tecnología y desmitificar el que la ciencia y la tecnología son todo poderosos, que son como una bendición en todos los aspectos para la sociedad. Creo yo que para el enfoque CTS la razón más importante viene de lograr eso precisamente, de quitar ese encumbramiento que tenemos a la ciencia y tecnología y viéndolo como lo que es, unos logros que tiene la sociedad en el conocimiento, pero que esos logros pueden revertirse hacia el ser humano (Docente de la asignatura CTS+V).

La educación se interpreta en relación con la necesidad de humanizar los procesos de generación de la ciencia y el desarrollo de la tecnología, de vincular esos procesos con la ciudadanía para el mejoramiento de su realidad en otros aspectos, diferentes de lo económico:

[...] porque esta deshumanizado el avance de la ciencia y la tecnología ha dejado atrás el avance del humanismo y no han ido parejos. En todos los aspectos éticos, que tiene que ver con lo humano, se han

quedado rezagados y creo que ese es el error de haber endiosado a esos aspectos de la ciencia y la tecnología como lo mejor que le ha ocurrido al ser humano. El supuesto avance de la tecnología, en cuando a que da *confort* para el ser humano, lo ha hecho a base de sacrificar lo mejor de la sociedad que es el aspecto humano. Entonces, se trata de reconquistar estos aspectos éticos y humanos que son lo mejor que tenemos en la sociedad, de modo que yo espero que el enfoque de CTS pueda ayudar a rescatar, ayudar a articular, ayudar a reestructurar lo mejor que tenemos como seres humanos, con lo mejor que puede brindarnos la ciencia y la tecnología.

Esta actitud crítica, también se relaciona con el advenimiento de verdaderas sociedades informadas y democráticas:

El que el medio ambiente se ve devorado precisamente por la voracidad de conseguir logros económicos, sacrificando todo lo bueno que tenemos en la naturaleza, tanto en la naturaleza, en la vida silvestre, como en la naturaleza humana, eso está por cuestionarse gravemente en esta sociedad. Y yo, como un integrante de la sociedad, veo que la ciencia y la tecnología desbocadas no pueden servir más que para perjudicar a la sociedad, perjudicar al ser humano, perjudicar a la raza humana, a sus genes. Y el propósito del enfoque CTS, debe servir para que la sociedad este al pendiente de ese desarrollo, y que en un momento dado pueda opinar y pueda frenar esos avances desmedidos que nada más van a tomar en cuenta el logro monetario sacrificando todo lo mejor que tenemos, como humanidad.

Se aborda la necesidad de regulación de los procesos de la ciencia y la tecnología a través de una filosofía de orden superior que contemple el impacto de sus intervenciones en la sociedad, y que además de que contemple ese impacto privilegie el desarrollo del ser. El discurso refleja una concepción epistemológica más compleja y organizada que en los otros entrevistados:

[...] hay otra parte de la ciencia que es la filosofía, el aspecto humano, se ha dejado de lado y no se considera, precisamente, qué tanto valor pueda tener la tecnología para un grupo social. Esa parte de la ciencia, que es un poco abstracta, se encarga de manejar los aspectos más duros del conocimiento, que se han dejado de lado porque no conviene a los intereses de los que aplican la ciencia y la tecnología, pues cuestionaría en muchos aspectos los inventos técnicos [...]. Es cuestionable la aplicación de la tecnología y la ciencia, si no está regida por una filosofía superior a ambas de donde deriva la ética, entonces, por eso ahora están surgiendo nuevas corrientes como la bioética, para cuestionar todos estos avances impuestos y ver qué es lo que más le conviene al ser humano. Afortunadamente está insistiendo la sociedad con ese concepto de desarrollo sustentable,

que se hay ido logrando a pequeños pasos, pero el sistema capitalista siempre emborrona y empantana ese avance porque no le conviene, porque se están cuestionado el modo de producción, el modo de desarrollo económico, de tal manera que en lo último que se piensa es en el desarrollo del modelo económico que tenemos ahorita, es en el ser humano y en la sociedad.

Se entiende el desarrollo actual de la ciencia y la tecnología como sistemas relacionados a un proyecto económico, se replantea la necesidad de relacionarlo con aspectos sociales más amplios, y se relaciona con problemáticas locales:

Siempre debe ser privilegiada la voz de la sociedad, antes que privilegiar el desarrollo de la ciencia y la tecnología que solamente hasta ahora han sido pues privilegiados por el lucro... aquí lo vemos en corto el desarrollo minero ,que no se están observando las posturas del desarrollo sustentable, precisamente porque no hay un desarrollo con los conceptos de CTS o sea, hay un desarrollo CT, pero dejando afuera a la sociedad, y por supuesto lo natural, también en donde entraría el concepto más amplio de CTS+V. También se hace mención de que la visión pragmática de la ciencia y la tecnología “hace que no se valoren las ideas, los sistemas de pensamiento, las explicaciones, no somos una sociedad que valore el conocimiento.

A pesar de que la mayor similitud en las visiones de los entrevistados se refiere a considerar a la ciencia y a la tecnología desde una visión pragmática, fragmentada y poco clara, el entrevistado que tiene una preparación formal en el enfoque CTS, expresa en su discurso una gran diferencia, pues expone una postura crítica y podríamos decir “integral”, en el sentido de que su concepción de ciencia y tecnología incluye relaciones con diferentes dimensiones sociales. Podríamos decir que expresa, clara y distintamente, la idea de la ciencia y la tecnología como construcciones sociales.

### **El enfoque ciencia, tecnología y sociedad como articulador de la educación, el entorno social y las redes de investigación**

Una articulación es una coyuntura, en este caso: ¿a través de qué, el enfoque CTS puede articular la sociedad, la comunidad y la educación superior tecnológica? Pensamos que el proceso de investigación en redes es una de sus posibilidades.

Una institución educativa y una comunidad pueden vincularse con relativa facilidad, la comunidad podría identificar qué elementos de la dinámica social se reflejan en ella, además las tecnologías de la información y la comunicación establecen oportunidades de comunicación para las comunidades específicas con el entorno global.

Respecto a los centros de educación tecnológica, puede decirse que la formación tradicional del ingeniero adolece de los criterios epistemológicos que permitirían una clara conceptualización del conocimiento científico y tecnológico producto de un currículo que privilegia excesivamente el mercantilismo cognitivo (Motta, 2008 : 106-107). Desde nuestra perspectiva, el enfoque ciencia, tecnología y sociedad, puede favorecer la integración de los saberes y brindar al ingeniero una ubicación conceptual de su disciplina en relación con otros campos de conocimiento.

Considerando las posturas de los actores clave en relación a la ciencia y tecnología en la comunidad, así como la orientación epistemológica del enfoque CTS, se exponen, a continuación, los argumentos que dan cuenta de las posibilidades del enfoque CTS para fungir como un eje articulador entre los diferentes saberes y modos de producción del conocimiento en contextos locales.

Como lo mencionó uno de los entrevistados (docente con preparación formal en CTS), ciencia y tecnología son logros de la humanidad, las posibilidades de acceso y uso del conocimiento científico y tecnológico deben ser patrimonio de toda la humanidad –de todos los que, en ellas, estén interesados:

El conocimiento científico forma parte del bagaje cultural de la humanidad y la ciudadanía tiene derecho a conocerlo no solo para descubrir el placer de ver el mundo desde su perspectiva, sino también para conocer las posibilidades de predicción e intervención sobre el mismo que desde ella se ofrecen. La educación científica del siglo XXI debe potenciar la formulación de preguntas sobre los fenómenos naturales y la búsqueda de respuestas mediante un juego de pensamiento y acción característicos de la actividad científica. Sin embargo, no puede obviar que debe aportar a los individuos elementos para construir nuevas formas de sentir, pensar y actuar, alternativas a las dominantes, aportando a la ciudadanía elementos para la construcción de un mundo más justo y más sostenible (Bonil, Sanmartí, Tomás, Pujol, 2004 : 1-2).

Al considerar que hay comunidades donde los desarrollos tecnológicos y científicos forman parte central de las dinámicas sociales –como el caso de la comunidad de Cananea, donde la forma de vida de la población está organizada alrededor de un centro de producción industrial como la mina (ingresos de las familias, organización y cultura sindical), donde los cambios globales tienen un impacto directo y evidente en la economía y formas de organización comunitaria (por ejemplo las fluctuaciones en la demanda y precios del cobre a nivel mundial), donde la educación pública está orientada hacia la formación tecnológica (secundarias tecnológicas, preparatorias tecnológicas e institutos superiores tecnológicos) con centros científicos muy especializados (INAOE) y con poco

contacto con la comunidad y demás instituciones— se hace claro que existe un potencial en los saberes locales que permitiría sortear y afrontar estratégicamente los retos que imponen las transformaciones de la sociedad global a los entornos locales. Sin embargo, es necesaria una integración de los saberes provenientes de los contextos científicos, tecnológicos y educativos.

Esta integración, puede ser posible solamente sobre una base de diálogo entre las diferentes instituciones y actores del proceso. Consideramos que los conceptos, las temáticas, postulados y objetivos diversos del enfoque CTS ofrecerían una base de interés común a las diferentes organizaciones involucradas, ya que permite abordar desde diferentes perspectivas problemáticas locales, como: la contaminación, la convivencia entre la comunidad y un complejo industrial muy poderoso en términos económicos y de influencia social, la generación de fuentes alternativas de empleos que aprovechen las políticas públicas destinadas a este fin, la gestión de proyectos ambientales y de construcción de democracia, entre otras.

El campo de acción CTS incluye una gran diversidad de objetivos, disciplinas y métodos que pretenden una adecuada conceptualización entre las relaciones de estos términos, que nos permite abordar adecuadamente los retos sociales que los avances científico-tecnológicos nos plantean:

Los estudios CTS definen hoy un espacio de trabajo reciente aunque bien consolidado, de carácter crítico respecto a la tradicional imagen esencialista de la ciencia y tecnología, y de carácter interdisciplinar por concurrir en él materias como la filosofía y la historia de la ciencia y la tecnología, la sociología del conocimiento científico, la teoría de la educación y la economía del cambio técnico. En general, se trata aquí de comprender la dimensión de la ciencia y la tecnología, tanto desde el punto de vista de sus antecedentes sociales como de sus consecuencias en la comunidad y en el ambiente, es decir, tanto por lo que atañe a los factores de naturaleza social, política o económica que modulan el cambio científico-tecnológico, como por lo que concierne a las repercusiones éticas, ambientales o culturales de ese cambio (López, Cerezo, 1999 : 2).

Este amplio campo de estudio en los países latinoamericanos plantea retos que tienen que ver con política científica y tecnológica, gestión de tecnología, innovación y cambio técnico en la empresa, conformación de las disciplinas y comunidades científicas en contextos periféricos respecto de los centros mundiales de la ciencia, vinculación entre ciencia, tecnología y producción, comercio y prospectiva tecnológica, y el impacto social del cambio tecnológico que, entre otras dimensiones, incluye el impacto sobre la educación y el empleo. Pero, tal

vez, el reto principal sea la *necesidad de investigación endógena*, en calidad y cantidad, que genere información y datos en nuestros contextos (Vaccarezza, 1998).

La diversidad de esta área de estudios ofrece un amplio campo para la realización de estudios en la región y permite integrar los conocimientos y la formación de los estudiantes y docentes de ingenierías, las necesidades y retos de la comunidad ante las transformaciones globales de la sociedad, el acercamiento de las culturas tecno-científicas y humanistas y, sobre todo, la integración de los saberes locales a fin de tener posibilidades de aprovechar los cambios globales para el beneficio –y no perjuicio– de los entornos locales.

En última instancia, la investigación y los modelos de intervención que se desarrollen en los contextos particulares es lo que permitirá inter-ligar los elementos sociales, educativos y comunitarios. Por supuesto, no como un esfuerzo aislado, sino en una comunicación reticular de nodos de trabajo, correspondientes a los diferentes contextos, la comunidad, la región y la globalidad.

## Discusión

Con el propósito de explorar las posibilidades del enfoque CTS como medio para articular la educación superior tecnológica con elementos del entorno social en contextos locales, se ha realizado un análisis de las transformaciones de la sociedad global que impactan en dinámicas locales. Las políticas científico-tecnológicas que enmarcan el actuar de las instituciones, ilustran una relación formal de las tendencias de educación, ciencia y tecnología, de lo global a lo local. Este sistema retro-actuante involucra particularmente –dada la naturaleza de los fenómenos implicados– a la educación superior tecnológica.

Las instituciones de la comunidad, a pesar de las políticas nacionales –mexicanas– e internacionales que promueven la integración de los saberes, se encuentran inmersas en sus propios dominios disciplinares de su respectiva área de especialización –intereses económicos particulares–, o no han acabado de integrar a su práctica las acciones que las lleven a consolidar una integración eficaz de los saberes; incluso el participante del INAOE, mantiene esta concepción. Se ha mencionado que los científicos son, quizá, “el gremio académico menos interesado en los aspectos teóricos o filosóficos de su actividad profesional” (Tamayo, 2008 : 13).

La visión de la tecnología, como un producto meramente instrumental que se utiliza para la “satisfacción de las necesidades”, oculta a los actores científicos, tecnólogos y educativos su dimensión como proceso social. Las relaciones entre tecnología y ciencia son, en el mejor de los casos, ambiguas, cuando no ausentes explícitamente en la enseñanza y producción científico-tecnológica. La tecnología

no se considera objeto de reflexión por sí misma sino, más bien, un conjunto de herramientas y procedimientos dados que, de alguna manera, se “encuentran ahí” para ser utilizados, más que pensados críticamente:

Aún hoy, ante el argumento de la necesidad de “humanizar” a la educación, se atrincheran quienes consideran que la tecnología es una cuestión instrumental que no posee un *corpus* de conocimientos propios susceptible de ser objeto del proceso de enseñanza–aprendizaje (Martínez 2002:7).

Esta visión “utilitaria” de la tecnología, y “esencialista” de la ciencia, es incompatible con los objetivos y misiones que se ostentan actualmente en las filosofías institucionales de los centros de estudios superiores tecnológicos, e incompatible con las políticas y tendencias internacionales y nacionales que regulan y orientan las actividades de los centros de producción científico-tecnológica, que en la región se encuentran.

El conjunto de políticas científico-tecnológicas, a nivel internacional, nacional y regional, llegan a lo local como programas diseñados de manera unilateral y que son instalados de manera acrítica en los protagonistas de estos cambios. Si hablamos de políticas internacionales como:

La movilización del conocimiento científico y las políticas del desarrollo sostenible para utilizarlo en el beneficio del medio ambiente y el manejo de los recursos naturales, a través de la promoción de las políticas y la creación de la capacidad en ciencia tecnología e innovación” o buscar “ la promoción de principios, prácticas y normas éticas relevantes para los desarrollos tecnológicos, el estrechamiento de las relaciones entre investigación y políticas de transformación social (UNESCO, 2008).

Entonces, se antoja pensar en promover comunidades con autonomía crítica que enlacen los contextos locales a los globales. Sin embargo, el cumplimiento de los objetivos planteados en las políticas debe traducirse en una práctica efectiva de las acciones y estrategias en contextos específicos.

Existe, en el entorno local, un desconocimiento de las políticas y saberes epistemológicos que permitiría una integración efectiva. Este desconocimiento se interpreta como una ambigüedad y complicación en tales políticas. Generar acercamientos y acuerdos entre el centro científico (INAOE), el centro tecnológico (mina) y el centro educativo tecnológico (ITSC), en torno a estas políticas y saberes, sería un buen punto de inicio hacia la integración efectiva. Ya que

los resultados obtenidos en éste estudio muestran la necesidad de un sustento epistemológico adecuado, dadas las demandas y retos del devenir social actual, para la conceptualización de la ciencia y la tecnología, en actores e instituciones clave para la gestión tecno-científica en una comunidad minera y fronteriza del norte de México.

Consideramos que el enfoque CTS puede significar una posibilidad de apertura para el diálogo crítico entre instituciones que comparten la responsabilidad de promover un desarrollo científico y tecnológico, cuyo fin sea el bienestar común.

La realización de investigaciones interinstitucionales, que integren diferentes dimensiones y fenómenos del contexto local, constituye otra posibilidad considerando la riqueza de saberes existentes en la comunidad. En este sentido, en grado o nivel de especialización de las actividades tecno-científicas que se realizan, la región ofrece una fortaleza para aportar a la comunidad, siempre y cuando exista un diálogo crítico efectivo entre los diferentes saberes locales. Las bases y condiciones para la realización del diálogo pueden ser aportadas por los planteamientos epistemológicos del enfoque CTS.

El lugar preponderante del conocimiento en las sociedades contemporáneas le otorga un carácter político de primera magnitud. Por otro lado, las políticas públicas, en la materia, tienden a dictarse en el espacio incuestionable de medidas adoptadas de la racionalidad técnica, lo cual es un contrasentido. Las políticas científicas y tecnológicas debieran ser definidas considerando el despliegue de un conjunto de capacidades de innovación de la sociedad mediante la vinculación entre diversos actores –fundamentalmente el gobierno, los individuos e instituciones científicas o académicas y las empresas. Sin embargo, ninguno de los entrevistados reconoció tener mecanismos de participación para la realización de consensos que pudieran operar las directrices en desarrollo científico y tecnológico planteadas por los organismos internacionales (UNESCO, OEI), nacionales (CONACYT) e incluso institucionales (SNIT).

El hecho de que en todas las instituciones revisadas en la presente investigación se identifiquen como usuarios, más que como desarrolladores de tecnología, pone de relieve la dependencia tecnológica de los países emergentes. La cercanía con la frontera no ha representado una ventaja para “establecer políticas de Estado a corto, mediano y largo plazo que permitan fortalecer la cadena educación, ciencia básica y aplicada, tecnología e innovación” o “descentralizar las actividades científicas, tecnológicas y de innovación con el objeto de contribuir al desarrollo regional” (CONACYT, 2008). Además, no existe una visión o filosofía sólida en el interior de las instituciones respecto a su responsabilidad social, al ser intermediarios de los saberes tecno-científicos. Se infiere de aquí, que la apropiación



de los avances y desarrollos científicos y tecnológicos por la comunidad no se ha realizado, o al menos, no se ha realizado en el sentido de la integración de los saberes que demanda la construcción de las sociedades del conocimiento, en todo caso, esta apropiación correspondería más a las características que definen a la sociedad de la información (Sánchez, 2008).

Los resultados de las entrevistas revelan, en general, una visión instrumentalista de la ciencia y la tecnología, donde: la ciencia se entiende como un conocimiento y la tecnología como la aplicación de este conocimiento. Estas concepciones se encuentran en las tres instituciones que participaron en el presente estudio, y corresponden a los puntos débiles que se detectan en la evaluación de creencias del profesorado sobre ciencia y tecnología desde el enfoque CTS, en otros contextos, por lo que se hace necesario un desarrollo “en el significado de las nociones de ciencia y tecnología, incluyendo la presencia de lo social en la naturaleza y la práctica de ambas, ya que se trata de construcciones humanas” (Acevedo, Vázquez, Manassero y Acevedo, 2003 : 369)

Por otra parte, las respuestas del docente, con preparación formal en el área de CTS, revelan una visión y postura crítica de la ciencia y la tecnología en relación con la comunidad, lo que permite una aproximación integral a los problemas que la comunidad enfrenta, como podría ser: la cuestión de la contaminación por los desechos químicos e industriales, o bien la gestión de empresas alternativas en la comunidad. Este tipo de postura es la que tiene más posibilidades de generar las condiciones para el diálogo entre los diferentes saberes que en la comunidad tienen lugar.

Lo local adquiere otros ángulos a la luz de lo global. Las condiciones que se viven en Cananea, pueden ser compartidas por miles de comunidades alrededor del mundo que experimentan profundos desafíos educativos alrededor de la incorporación de la ciencia y la tecnología. Pero, también, surgen condiciones particulares que sólo desde la realidad local adquieren sentido.

## Referencias

- Acevedo, J. Vázquez, A. Manassero M. y Acevedo, P. (2003). “Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia”. En *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, Vol. 2, N°3, 353-376.
- Badiou, A. (2005). *Circunstancias*. Buenos Aires: Ed. Libros del Zorzal.
- Bonil, J.; Sanmartí, N.; Tomás, C. y Pujol, R.M. (2004). Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: el paradigma de la complejidad Investigación en la escuela n° 53, 2004 disponible en: [http://www.uc.cl/sw\\_educ/](http://www.uc.cl/sw_educ/)

educacion/grecia/plano/html/pdfs/linea\_investigacion/Educacion\_Ambien-  
tal\_IEA/IEA\_004.pdf recuperado el día:8/09/2010

Buman, Z. (2002). *Modernidad Líquida*. Buenos Aires: Ed. Fondo de Cultura Económica.

\_\_\_\_\_ (2010). *Mundo-Consumo*. Barcelona: Paidós-Ibérica.

CONACYT (2008). Decreto por el que se aprueba el Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2008-2012. 56 (Primera Sección) DIARIO OFICIAL Martes 16 de diciembre de 2008. Recuperado en: [http://www.conacyt.mx/Acerca/Normatividad/Programa-Especial-de-Ciencia-y-Tecnologia\\_2008-2012.pdf](http://www.conacyt.mx/Acerca/Normatividad/Programa-Especial-de-Ciencia-y-Tecnologia_2008-2012.pdf). El día 12/05/2010.

Habermas, J. (1986). *Ciencia y técnica como ideología*. Madrid: Ed. Plaza edición.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (2004) XII Censo General de Población y Vivienda. INEGI, Recuperado en: [http://www.spis.gob.mx/inmuebles/Perfil\\_CANANEA.pdf](http://www.spis.gob.mx/inmuebles/Perfil_CANANEA.pdf). el día: 23/05/2010.

López Cerezo, J. A. (1999) Los estudios de ciencia, tecnología y sociedad. *Revista Iberoamericana de Educación*. No. 20.

Martínez, Santiago Roberto (2002). “Introducción”. *Revista Iberoamericana de Educación*. N° 28. pp 7-9.

Motta, R. D. (2010). *El protagonismo de la poiesis en la articulación de saberes*. Buenos Aires: Universidad del Salvador.

\_\_\_\_\_ (2008). *Filosofía, Complejidad y Educación en la Era Planetaria*. Monterrey: Universidad Autónoma de Nuevo León.

OEI (2008). METAS EDUCATIVAS 2021, La educación que queremos para la generación de los Bicentenarios, Madrid, Recuperado en <http://www.oei.es/metas2021/todo.pdf>. El día: 2/07/2010

Sánchez, J., M. (2008). “La infancia en la sociedad del conocimiento”. *Revista CTS*, No. 11, vol. 4, pp. 23-43.

Secretaría de Educación Pública (2002). Programa Institucional de Innovación y Desarrollo del Subsistema de Institutos Tecnológicos Descentralizados 2001-2006. Dirección de Institutos Tecnológicos Descentralizados. México.

SNIT (2004). Programa de la asignatura “Fundamentos de Investigación”. Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos. Documento oficial.

Tamayo Pérez, R. (2008). *Ciencia ética y sociedad*. México: Colegio Nacional.

UNESCO (2008). Medium-Term Strategy for 2008-2013, UNESCO – 34 C/4 (CLD-8.8), Paris, recuperado en <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001499/149999e.pdf>. el día 3/06/2010.

Vaccarezza L. S. (1998). “Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en América Latina”. *Revista Iberoamericana de Educación*. No. 18. Monográfico: ciencia, tecnología y sociedad ante la educación. OEI.

Virilio, P. (1997). *Un paisaje de acontecimientos*. Espacios del saber.

