

Artículo por invitación
— Recepción: Diciembre 10, 2015 —

ASPECTOS ONTOLÓGICOS DE LA TECNOLOGÍA Y METODO DE TRANFERENCIA, CASOS DE ESTUDIO: EL COLECTOR DE AGUA DE LLUVIA Y LA CASA SUSTENTABLE PARA COMUNIDADES INDÍGENAS

Martín D. Mundo Molina
ic_ingenieros@yahoo.com.mx

Centro de investigación de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chiapas

Para citar este artículo:

Mundo, M. (2016) Aspectos ontológicos de la tecnología y método de transferencia, casos de estudio: el colector de agua de lluvia y la casa sustentable para comunidades indígenas.

Espacio I+D Innovación más Desarrollo 5 (10) 10-36. doi: 10.31644/IMASD.10.2016.a01



RESUMEN

La pobreza de los pueblos indígenas de México, la falta de agua, de vivienda digna y la degradación de su entorno natural, deben ser atendidas. Para apoyar a la solución de esta problemática la Universidad Autónoma de Chiapas a través del Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería ha diseñado un colector de agua de lluvia comunitario (CALLC) y una casa ecológica con tecnologías apropiadas (CETA). El objetivo es llevar agua potable y proporcionar una alternativa de vivienda digna para comunidades pobres, especialmente indígenas, además de conservar los recursos naturales y elevar el nivel de vida de estas colectividades. En este artículo se presentan de forma breve ambas tecnologías como excusa para analizar las diferencias entre técnica y tecnología, los aspectos ontológicos de la concepción de dichos términos, su naturaleza como objeto de estudio, su categoría y sus propiedades, así como los fundamentos básicos de la transferencia tecnológica para su apropiación social tomando como referencia el CALLC.

Palabras Clave.

Tecnología, ontología, colector de agua de lluvia, casa sustentable, comunidades indígenas

ONTOLOGICAL ASPECTS OF TECHNOLOGY AND TRANSFER METHODS, CASE STUDIES: THE RAINWATER COLLECTOR AND SUSTAINABLE HOUSE FOR INDIGENOUS COMMUNITIES

— *Abstract* —

The poverty of the indigenous peoples of Chiapas and degradation of the natural environment must be addressed. In order to help about it, the Chiapas State University through Research Center of the Engineering School has designed a rainwater collector and ecological house in order to preserve of natural resources for providing decent life for indigenous communities. In this paper are presented ontological aspects about the technology and its transcendental properties also are presented the fundamental concepts about technology transfer, considering as example the rainwater collector and the sustainable house.

Keywords.

Technology, ontology, rainwater collector, sustainable house, indigenous communities.

Las comunidades indígenas de México viven en condiciones precarias en materia de educación, vivienda, servicios básicos de salud, agua potable, alcantarillado. Se suma a esto la degradación de su entorno natural con problemas de contaminación del suelo, aire y agua (Mundo et al, 2015). Dos de los factores más relevantes del bajo nivel de vida y mala salud de las comunidades indígenas son: la mala calidad del agua que consumen y los pisos no firmes de las viviendas precarias, que evidencian su pobreza.

El problema de la vivienda. La población indígena que habla una lengua nativa representa el 7% de la población de México, sin embargo se convierte en un poco más de 10% si se además de su lengua se toma en cuenta su origen. De acuerdo a datos de FONHAPO (2010) el 76% de esos más de 10 M de indígenas se encuentran en pobreza patrimonial y la proporción que necesita vivienda es de 80.91%. Por otro lado, las viviendas de los pueblos indígenas en general son de materiales endebles, sin piso firme y carecen de las condiciones necesarias para vivir con salud y dignidad.

El problema del agua. México sigue padeciendo, particularmente en el medio rural, falta de agua y altos índices de enfermedades infecciosas cuya transmisión está asociada al uso de ésta en condiciones no aptas para el consumo humano. Una de las alternativas de solución que las instituciones del sector hídrico ofrecen para la dotación del vital líquido es la construcción de hoyas colectoras de agua de lluvia, que lejos de representar una medida acertada se convierten en un problema de salud. Las hoyas colectoras se construyen a “cielo abierto” por lo tanto se contaminan fácilmente por el acarreo de basura y materia fecal que son depositados en las hoyas por el viento o el agua. De 20 proyectos monitoreados en los Altos de Chiapas México, por especialistas del Centro de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la UNACH el 100% de las hoyas colectoras estudiadas resultaron con coliformes fecales. Las “hoyas” no solo son contaminadas por heces fecales humanas, sino también por heces de animales domésticos o silvestres, que son arrastrados por los escurrimientos pluviales a su interior.

El problema de la insostenibilidad del entorno natural. La tumba-roza-quema y los incendios forestales provocados están deforestando amplios territorios ejidales y comunales en el país, suscitando cambios en el micro-clima y ciclo hidrológico. Estas acciones antropogénicas impactan no solo el equilibrio ecológico sino también la disponibilidad de agua para uso doméstico en zonas en donde de por sí el recurso es escaso. El entorno natural cambia al deforestar bosques en zonas de valles y montañas. Si esto ocurre en las laderas montañosas el problema empeora y se intensifica porque la tasa de erosión crece, el suelo se empobrece rápidamente y la zona devastada se desertifica con el tiempo. En zona de valles el problema es el mismo pero de forma ralentizada.

Las Eco-Tecnologías (EC) o Tecnologías Sociales (TS) como alternativas de solución. Las EC o TS representan alternativas de solución a la problemática planteada en párrafos anteriores, tanto para el tema de conservación del aire, del suelo, del entorno natural como del agua. En este artículo solo se describirán de forma breve dos tecnologías relacionadas con el agua. Sin embargo mostrarlas no es el único fin de este artículo. Además de que se describen de forma breve las soluciones técnicas de los problemas esbozados en relación a la dotación de agua a pequeñas comunidades rurales, se aprovecha la oportunidad para destacar la relevancia de las TS o EC para dar solución a una problemática añeja. Por otro lado se muestra la relevancia de este tipo de tecnologías y se expone su filosofía y la relación con la ciencia básica de la cual se nutre. Se destaca también: i) el valor técnico y científico de estas tecnologías (simples o compuestas), ii) el mérito asociado de distinguir su correcta denominación según su objeto de estudio y su campo de acción, iii) la importancia de discernir la técnica de la tecnología, iv) la trascendencia de su ontología y v) los aspectos onto-metodológicos de la transferencia para la apropiación social de las mismas.

TÉCNICA O TECNOLOGÍA

La técnica es la habilidad para usar procedimientos y recursos para crear cierto tipo de herramientas. De acuerdo a Liz (1995): “...la técnica puede considerarse como un conjunto de actividades y sistemas de acciones artesanales, artísticas, socialmente estructurado pero no integradas a los modernos procesos industriales productivos generalmente organizados en torno a una institución o empresa (pública o privada) y sin vinculación a la actividad científica”. Por tal razón Liz (1995) afirma: “...la técnica se desmarca de la tecnología, aún más de la ciencia, acercándose al arte”.

Por otro lado, *la tecnología* planea y diseña dispositivos que utiliza conocimientos científicos con el fin de controlar cosas, procesos naturales o artificiales, diseñar artefactos u objetos para resolver problemas específicos o concebir operaciones de manera racional (Bunge, 1985): Es el caso del CALLC y la CETA descritas de forma sucinta más adelante. La tecnología es el producto de la organización social, de la transformación creativa de la naturaleza. Para incentivar y/o desarrollar la economía a gran escala la industria impone criterios para su desarrollo (Brocano, 1995). Por lo tanto no fue sino hasta la revolución industrial, con la aparición de la era moderna de la ciencia, cuando la tecnología empezó a tener mayor demanda y un impacto social que abrió las puertas de una nueva etapa de la civilización y que en la actualidad ha alcanzado su máximo desarrollo. Sin embargo, a pesar de esta enorme influencia y de que la tecnología cohabita y es parte del devenir actual de la sociedad, aún no hay consenso en cuanto a su naturaleza, sus reglas de acción, sus valores, sus límites, su racionalidad práctica. Por estas razones en este artículo se esbozan algunos aspectos ontológicos que la poca literatura especializada refiere, con el fin discutirlos y en su caso sumar consensos.

ASPECTOS ONTOLÓGICOS DE LA TECNOLOGÍA

La tecnología: Una aproximación sistémica. Quintanilla (1989) ofrece una fundamentación ontológica de la tecnología, intentando estructurar la acción de la misma, definir sus propiedades e intención y caracterizarla como un sistema general. Por lo tanto afirma: Una realización tecnológica es un sistema intencional de acciones y una tecnología es una clase de realizaciones tecnológicas equivalentes. Así, cualquier sistema físico compuesto de partes que interactúan puede considerarse como un sistema de acciones entre sus componentes. Por ejemplo, una computadora es un sistema tecnológico concreto (T), si:

$$T = \langle C, S, S', A, A', O, R \rangle$$

Dónde:

- C = Es un conjunto de sistemas concretos que constituye los componentes o materiales de T.
- S = Es un conjunto de agentes o sujetos humanos capaces de actuar intencionalmente sobre los elementos de C “U” S, (“U” denota unión en teoría de conjuntos).
- A = Es un conjunto de acciones definidos en C “U” S.
- S' = Es un subconjunto no vacío que es igual a S, o contenido en S, de agentes intencionales.
- A' = Es un subconjunto no vacío que es igual a A, o contenido en A, de acciones intencionales de miembros de S' sobre miembros de S con objetivos $oi \in O$.
- O = Objetivos del sistema.
- R = Resultados del sistema.

Así, el “sistema intencional de acciones” (I), con objetivos O, y resultados R, es:

$$I = \langle S, S', A, A', O, R \rangle$$

en donde el “sistema de acciones” con resultados R, es:

$$A = \langle C''U''S, A, R \rangle$$

Así, un sistema tecnológico T y el conjunto de todos los sistemas equivalentes a T constituye una tecnología (Mundo, 2015).

Tecnologías simples y compuestas. Un sistema tecnológico T es simple si no consta de partes que sean a su vez sistemas técnicos de T (son tecnologías simples aquellas que no tiene como parte de ellas otras tecnologías); y es complejo si T está formado por ensamblaje o integración de otros sistemas técnicos T (ver séptupla 1). Es decir, una técnica T' está integrada a una técnica T si algunos de los resultados R de T depende de los resultados R' de T'.

Caracterización de una tecnología. Si se desea caracterizar una tecnología se tiene que determinar el tipo de materiales con los que se va a trabajar, las características que deben tener los sujetos que pueden desarrollarla y/o ponerla en práctica, el tipo de acciones que se tiene que producir entre los componentes y los sujetos, los objetivos a los que se pretende servir y los resultados que cabe esperar.

Variantes de una tecnología. Una variante de un sistema tecnológico es otro sistema que tiene sus mismas propiedades de estructura, pero con valores diferentes. Es decir, una variante de un sistema tecnológico es aquel que es una realización de la misma tecnología, pero con valores de duración o rendimiento de sus partes, distintos del primero. Las variaciones pueden afectar por lo tanto sus dimensiones físicas, propiedades físicas, químicas, materiales, pero no su estructura (I), (ver séxtupla 2).

Modificación de un sistema tecnológico. Modificar la estructura (I) de la séxtupla (2) de un sistema T, puede representar un cambio tecnológico de generación positiva (cuando la tecnología cambia su estructura para responder a un conjunto de acciones (A) de objetivos (O)

y resultados (R) distintos, de manera positiva), o de generación negativa cuando ocurre lo contrario. Es decir, que uno de los mecanismos más elementales del cambio tecnológico es la introducción de variantes en un sistema tecnológico.

Componentes de una tecnología. Una tecnología está compuesta en acciones “no intencionales” (3) y “acciones intencionales” (2). Las acciones no intencionales $A = \langle C \rangle U \langle S, A, R \rangle$, se caracterizan por las acciones no intencionales entre los componentes C y de éstos sobre los sujetos humanos S. Mientras que las acciones intencionales $I = \langle S, S', A, A', O, R \rangle$, se caracterizan por las acciones intencionales de los sujetos S sobre los materiales C (materiales o materias primas de la tecnología en cuestión) de (3).

Las acciones intencionales. Se dividen a su vez en “acciones de producción y ejecución” y “acciones de organización, control y gestión”. Las acciones de ejecución son las relaciones entre C y S, en dónde S actúa sobre C, modificando S a C en su estado, su estructura, su comportamiento, incluyendo su ensamblaje, síntesis de nuevos objetos, uso de herramientas y de máquinas. Las acciones de “organización, control o gestión” están orientadas por las acciones intencionales cuyo objetivo es organizar el sistema tecnológico en su conjunto, es decir, el cumplimiento de los objetivos, desde la planeación, diseño, instrucciones de ejecución y cumplimiento final de objetivos.

Aplicaciones, usos y transferencia de tecnología. Estos conceptos son importantes no sólo para entender qué es la aplicación y transferencia de una tecnología sino además posibilita la discusión, igualmente relevante, sobre los problemas valorativos de la aplicación tecnológica, es decir, los objetivos de la acción y sus implicaciones morales. Así, un sistema tecnológico T se puede aplicar de diferentes formas por diferentes individuos o grupo de individuos G, con propósitos distintos; pero antes T debe estar disponible para G, ya sea para su desarrollo (realización) o uso. Una tecnología T está disponible para un grupo de individuos G si algunos miembros de G poseen o pueden acceder a poseer los componentes de C, necesarios para una realización de T, y algunos miembros de G están capacitados para formar parte del conjunto S de

agentes de una realización de T. Una vez desarrollada T está disponible para el uso de G, si T cumple con los objetivos que desea G y éste usa o aplica T.

Se considera transferida T si además de que G usa y aplica T, entiende su funcionamiento, está capacitado para reparar T en caso de fallos, o dispone de asesoría y/o mantenimiento para T (este es el caso de la transferencia de un sistema de colección de agua de lluvia para comunidades indígenas, se sugiere al lector ver la siguientes ligas en internet sobre la transferencia de T:

<https://www.youtube.com/watch?v=zeIT2LobEqQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=bsKjzsSWTpM>

<https://www.youtube.com/watch?v=dNhkPW2nYOU>

<https://www.youtube.com/watch?v=CkvB7jI4XcA>)

TECNOLOGÍAS: ALTERNATIVAS, APROPIADAS Y SOCIALES

De acuerdo a Thomas (2009): “...Las tecnologías demarcan posiciones y conductas de los actores, condicionan estructuras de distribución social, costos de producción, acceso a bienes y servicios, generan problemas sociales y ambientales, facilitan o dificultan su resolución. No se trata de una simple cuestión de determinismo tecnológico. Tampoco de una relación causal dominada por relaciones colectivas. Éstas son construcciones sociales tanto como las sociedades son construcciones tecnológicas. Continúa: “...la resolución de las problemáticas de la pobreza, la exclusión y el subdesarrollo no puede ser analizada sin tener en cuenta la dimensión tecnológica en la producción de alimentos, vivienda, transporte, energía, acceso a conocimientos y bienes culturales, ambiente, organización social”.

Por esa razón las tecnologías sociales, aquellas que responden a problemas generados en los sectores donde existe la pobreza, deben ser analizadas no desde la perspectiva económica de la utilidad comercial,

sino desde la perspectiva de la utilidad social. En este sentido y desde el punto de vista práctico y dialéctico es necesario conocer la tecnología, sus relaciones, propiedades ontológicas, su devenir. Así, la historia de su génesis toma relevancia para entender el papel que desempeñan en los procesos de cambio social. No pueden ser analizados con seriedad sin entender su naturaleza y evolución. Con base en estos argumentos, a continuación se expone de forma breve algunos aspectos de su origen. Más adelante se analizarán las propiedades ontológicas de la tecnología y la relevancia de la metodología social de las “tecnologías sociales” para su adecuada transferencia.

Desde mediados de la década del 60 comenzó a proliferar la producción de tecnologías denominadas “alternativas”, “intermedias” o “apropiadas”, más recientemente, “innovaciones sociales”. El objetivo explícito de estas tecnologías ha sido responder a problemáticas de desarrollo comunitario, generación de servicios y alternativas tecnoproductivas en escenarios socio-económicos caracterizados por situaciones de extrema pobreza en diferentes países subdesarrollados de Asia, África y América Latina. Son ejemplos arquetípicos de estas tecnologías los reactores de biomasa, algunos sistemas energéticos de bajo costo (basados en energía solar y eólica), técnicas constructivas para viviendas sociales y sistemas de cultivo agroecológico.

En este Marco Thomas (2009) denomina “*tecnologías sociales*” “... aquellas orientadas a la resolución de problemas sociales y/o ambientales que generan dinámicas sociales, económicas de inclusión social y de desarrollo sustentable”. Sin embargo se debe sumar a esta taxativa los siguientes requisitos: 1. Son tecnologías sociales en tanto la comunidad las use, producto del esfuerzo metodológico exitoso en su transferencia, 2. Son tecnologías sociales en tanto la masa social, los usuarios o destinatarios hayan sido tomados en cuenta para su desarrollo, de acuerdo a las necesidades específicas y cultura de aquellos, 3. Son tecnologías sociales en tanto los usuarios entiendan la tecnología, le den mantenimiento y por su carácter utilitario dicha tecnología sea capaz de resolverle un problema específico que motiva la incorporación de éstas a su modo de vida y cultura y 4. Son tecnologías sociales exito-

sas aquellas que una vez transferidas son administradas y gestionadas por la comunidad de forma independiente de la institución que apoyó, motivó o ejecutó dicha tecnología.

Así, el antecedente de las “tecnologías sociales” se remonta a los años 40’s con las experiencias realizadas en la India y en la República Popular de China (Riskin 1983; Amhad, 1989). Luego surgieron la “tecnologías democráticas” al inicio de la década de los 60 cuando Lewis Mumford denunció los riesgos políticos de la producción de tecnologías a gran escala y en contraposición propuso las tecnologías democráticas (Mumford, 1964), basadas en la producción a baja escala con tecnologías movidas por energía animal, o pequeñas máquinas, dirigidas activamente por la comunidad. De acuerdo a Thomas (2009) los desarrollos conceptuales de Mumford son el antecedente de las “tecnologías apropiadas”, cuyos objetivos primarios era la producción de las mismas a pequeña escala, netamente familiar o comunitaria, uso de tecnologías maduras, de baja complejidad, bajo contenido de conocimiento científico y tecnológico, bajo costo, escaso consumo energético y de bajo impacto ambiental.

Sin duda alguna, del conjunto de características enunciadas líneas arriba, varias de ellas han limitado la producción de bienes y servicios más amplios con las “tecnologías alternativas”, una de los más relevantes es la producción a pequeña escala.

Por otro lado, las “tecnologías intermedias” son aquellas que proponen el desarrollo de pequeñas industrias orientadas a la solución de problemas locales. Se distinguen de las “tecnologías apropiadas” porque aquellas se basan en tecnologías *industriales* maduras, usan mano de obra intensiva y están orientadas a satisfacer los mercados de consumo locales. Sin embargo, las tecnologías intermedias evitan las tecnologías de última generación y equipos producidos por la industria de alta complejidad (Schumacher, 1973; Pack, 1983; Riskin, 1983).

Las tecnologías apropiadas resurgieron en la década de los 70’s, con la novedad de aplicar conceptos de economía aplicada e ingeniería, buscando la eficiencia. De acuerdo a Robinson (1983) la definición de una “tecnología apropiada” debía incorporar: disponibilidad de mano

de obra calificada y su valor relativo, capital incorporado en la maquinaria, en los insumos, proceso de producción y disponibilidad de recursos humanos para la gestión. Este replanteo supuso la asignación de una nueva misión, más integradora al incluir en su agenda no solo el desarrollo de tecnologías para países subdesarrollados y poblaciones en situación de extrema pobreza, sino también producciones a gran escala, orientadas a mercados masivos en países desarrollados. Durante las décadas del '70 y '80 las tecnologías apropiadas se convirtieron en un terreno de aplicación de políticas públicas e intervención de agencias internacionales de apoyo (Thomas, 2009).

Así, posterior a las segunda fase la las tecnologías apropiadas surge el concepto de “tecnologías alternativas”, con el fin de superar el tema dejado por la fase II de las tecnologías apropiadas que derivaron a una producción industrial masiva, desamparando las tecnologías asociadas a comunidades pobres. Por esa razón Dickson (1980) planteó la necesidad de instrumentar “tecnologías alternativas” es decir instrumentos y técnicas necesarias para reflejar y mantener modos de producción social *no-opresora* y *no manipuladora*; una relación no-explotadora con respecto al medio natural.

En la década de los 80's nació en la India el concepto de *Grassroot Innovations* cuya relevancia radica en voltear a las tecnologías de los pueblos nativos, es decir, un intento de rescatar los conocimientos tecnológicos de los sectores vulnerables de la sociedad. Una de las premisas del enfoque es recuperar la capacidad de innovación de las personas pertenecientes a sectores marginados de la población para generar soluciones a problemas prácticos con alternativas tecnológicas baratas, eficientes y ecológicamente sustentables. Así, la mayoría de las innovaciones se basan en conocimientos tradicionales de las comunidades a las que pertenecen (Gupta et al, 2003). Sin embargo sus mayores limitaciones son: el escaso contenido científico y tecnológico; las relaciones de mercado y que las tecnologías están orientadas a soluciones puntuales (Thomas, 2009).

Al inicio de la década del año 2000 surgió el concepto de “social innovations”, fundamentalmente orientado al desarrollo y difusión de

tecnologías organizacionales destinadas a favorecer el cambio social mediante la satisfacción de necesidades de grupos sociales desfavorecidos (Martin et al, 2007). La innovación social se preocupa por alcanzar metas sociales, culturales y políticas; no es producida exclusivamente por expertos o científicos, sino que incluye conocimientos prácticos derivados de la experiencia con un componente asistencialista.

Por otra parte, la propuesta concebida por Prahalad (2006) denominada “Base de la Pirámide” (BDP) se orienta al desarrollo de innovaciones destinadas al mercado de los pobres (80% de la población mundial), que respondan a sus “verdaderas” necesidades. Prahalad (2006) propone al sector privado como motor del alivio de la pobreza. Existe un mercado en la Base de la Pirámide de 4 billones de personas, las cuales sólo requieren ser tratadas como consumidores y no como pobres, para despertar su potencial, lograr escalar social y económicamente y salir de la pobreza. Para desarrollar este inmenso mercado de 80% de la población mundial no sirven los enfoques tradicionales de producción y mercadeo que atienden el tope de la pirámide (Prahalad, 2006). Hace falta un nuevo enfoque, orientado a la innovación, que reconozca las verdaderas necesidades de las clases pobres del mundo. De acuerdo a Thomas (2009) la BDP está basada en relaciones de mercado, supone el riesgo de la cristalización de la exclusión social por otras vías y probablemente el principal beneficiario sea la propia empresa transnacional. En este marco resurge el concepto renovado de “tecnologías sociales”. Una de las más difundidas en la actualidad es la adoptada por la “Red de Tecnología Social” que comprende productos, metodologías re-aplicables desarrolladas en interacción con la comunidad y que representan soluciones efectivas de transformación social (Dagnino et al, 2004). En Brasil se desarrolló el “Banco de Tecnologías Sociales” y posteriormente el programa “Red de Tecnología Social”.

Para finalizar este breve sumario se reseña la filiación de vocablo eco-tecnología. Recientemente Ortiz et al (2014) publicaron el libro “La ecotecnología en México” cuya elaboración inició en la Unidad de Eco-tecnologías del Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). El libro tiene

entre otros objetivos dar respuesta al concepto de eco-tecnología. En la bibliografía especializada en inglés, la mayoría de los resultados referentes a la palabra “Ecotechnology” se remiten a las aplicaciones de la ingeniería ecológica e industrial. En español las referencias científicas son escasas y por lo general están relacionadas con aplicaciones ecológicas (Ortiz, 2014).

En este libro se enuncia la necesidad de desarrollar un modelo ambiental y social sustentable, que incluya un proyecto de desarrollo tecnológico que reformule la manera en que la tecnología se diseña, crea, disemina, adopta e integra a largo plazo en la sociedad. Un modelo que contribuya a la reducción de la pobreza y vulnerabilidad de la población en las áreas rurales olvidadas por el modelo tecnológico actual (Ortiz et al, 2014). El modelo eco-tecnológico intenta englobar y dar continuidad a movimientos anteriores como el de tecnologías apropiadas, tecnologías limpias y las innovaciones de base social (grassroots innovations). Ortiz et al (2014) afirman que las eco-tecnologías deberían cumplir ciertos criterios ambientales, sociales y económicos, tales como: Ser accesibles, especialmente para los sectores más pobres de la sociedad; estar enfocadas a las necesidades y contextos locales; ser amigables con el ambiente, promoviendo el uso eficiente de recursos, el reciclado y el re-uso de los productos; promover el uso de recursos locales y su control; generar empleo en las economías regionales, especialmente en las áreas rurales, de las que la población ha tenido que migrar por falta de oportunidades; ser producidas preferentemente a pequeña escala y de forma descentralizada; ser diseñadas, adaptadas y difundidas mediante procesos participativos, con diálogo entre los saberes locales y los científicos (esto es clave en el contexto campesino e indígena, donde las poblaciones locales cuentan con acervos muy valiosos de conocimiento). Por tal razón Ortiz et al (2014) definen eco-tecnología del siguiente modo: *Dispositivos, métodos y procesos que propician una relación armónica con el ambiente y buscan brindar beneficios sociales y económicos tangibles a sus usuarios, con referencia a un contexto socio-ecológico específico.*

Nótese que esta definición no cabe en la definición sistémica de Quintanilla (2009) ni en la séptupla 1, porque al incluir Ortiz et al (2014) en la definición anterior “métodos y procesos” externa la definición anterior de la séptupla 1. Esto significa que eco-tecnología no se refiere únicamente al sistema tecnológico concreto T, sino también a las relaciones, procedimientos y sucesión de hechos entre T, el medio ambiente y los usuarios. Desde esta perspectiva no es válido que los tecnólogos o científicos hablen de eco-tecnologías cuando se refieran a T como un elemento o dispositivo. Tampoco es válido en tanto T no esté inmiscuido en un proceso de transferencia a la sociedad para la cual fue diseñada. Así, el concepto de eco-tecnología hace referencia a las tecnologías en sí pero no de forma individual como un sistema tecnológico T sino dentro del conjunto de conocimientos científicos, métodos y procesos, desarrollo de infraestructura productiva y estrategias de gestión y difusión.

Ortiz et al (2014) afirman que las eco-tecnologías pueden diseñarse para satisfacer necesidades básicas como el saneamiento y la cocción de alimentos, atender necesidades complementarias como el ocio y el confort. Incluye también aquellas aplicaciones diseñadas para contrarrestar impactos ambientales locales como la deforestación o la contaminación de cuerpos de agua y la mitigación de impactos globales como la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera.

Como se ha visto y de acuerdo a Thomas (2009) existe una diversidad de definiciones acumuladas a lo largo de los últimos 50 años sobre tecnologías destinadas originalmente a un sector de la población que sufre pobreza y déficit tecnológico para resolver incluso sus necesidades básicas. Los conceptos que intentan sustentarlas derivan de formulaciones teóricas, normativas y prescripciones para el diseño, desarrollo, producción, gestión y evaluación de dichas tecnologías. Sin embargo existen aún muchas limitaciones, restricciones, divergencias e inconsistencias señaladas en este resumen histórico. Parece ineludible construir nuevos conocimientos, nuevas conceptualizaciones, nuevos aparatos analíticos, orientados tanto a superar estos problemas como a mejorar las políticas públicas vinculadas al desarrollo socioeconómico

de los países (Thomas, 2009), especialmente en los países pobres de Latinoamérica.

Entre las restricciones, contradicciones y limitaciones más significativas de los diferentes enfoques presentados se pueden citar: El determinismo tecnológico, la oferta, el voluntarismo, el paternalismo, el uso excluyente de tecnologías maduras, poco uso de conocimientos científicos y tecnológicos, uso intensivo de mano de obra, restricción al uso intensivo de maquinaria y sistemas complejos, no aprovechamiento de economías de escala, resolución de problemas puntuales (soluciones no sistémicas), ignorancia de relaciones de mercado o exceso de producción orientada a otros sectores (visión comercial), uso parcial o inexistente de herramientas de análisis disponibles (por ejemplo economía de la innovación), restricción a la dinámica del mercado como vía excluyente de relaciones económicas, limitaciones y ambigüedad en sus definiciones.

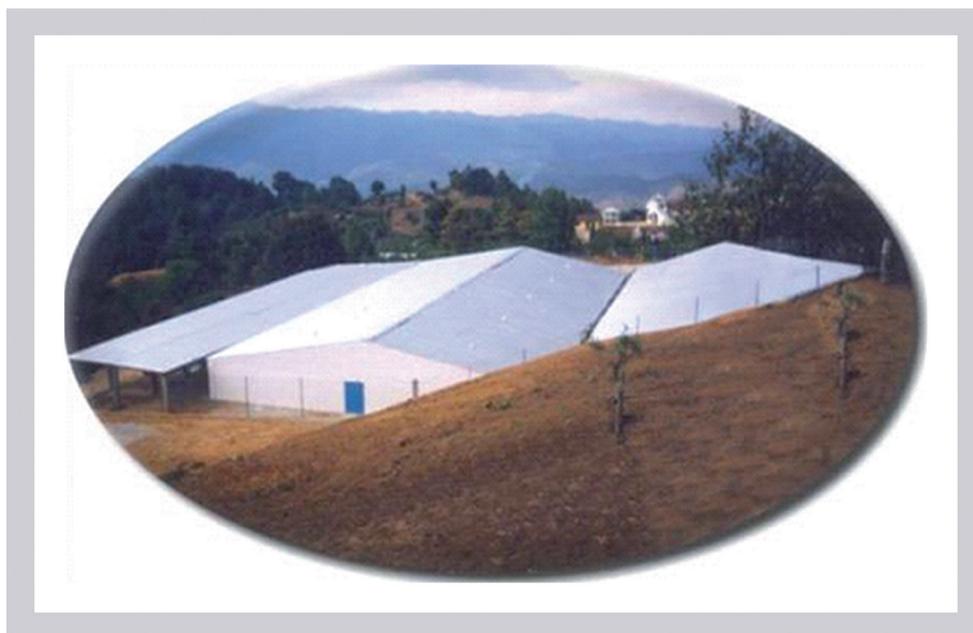
Además de estas restricciones existen otras no consideradas por Thomas (2009), que deben ser tomadas en cuenta por su relevancia: inexistencia de una metodología de transferencia expofesa según la costumbres, tradiciones y cultura de la sociedad a quien va dirigida la tecnología; poco o nula participación de la individualidad o colectividad objetivo para plantear sus necesidades y requerimientos personales familiares o comunitarios según sus necesidades y cultura; pocas consideraciones para no alterar el medio ambiente; falta de interés o planeación de los tecnólogos y científicos de los esquemas de transferencia y seguimiento de la tecnología para corregir los errores con el fin de evitar el rechazo y desconfianza posterior de los usuarios; desconocimiento de las políticas públicas del sector donde operará la tecnología; falta de promoción o inexistencia de políticas públicas que garanticen el interés del Estado para solucionar ciertas problemáticas; desconocimiento ontológico: No permite conocer el concepto tecnológico desde su raíz, entender sus límites, sus fines, su naturaleza y sus relaciones intrínsecas enmarcadas quizá en un enfoque sistémico.

CONCEPTOS BÁSICOS PARA LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

La transferencia de tecnologías y la metodología social. Como institución pública de I+D la UNACH a través de la Facultad de Ingeniería inició desde hace más de 20 años con proyectos sobre **tecnologías sociales** en comunidades indígenas de los Altos de Chiapas bajo convenio con el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) que opera en Jiutepec, Morelos; México. Hace 16 años se construyó y *transfirió* un sistema de colección de agua de lluvia (CALLC) en la comunidad indígena tzozil de Yalentay en Zinacantán, Chiapas; México. Con base en esa experiencia se construirá una casa sustentable (CETA) en la misma comunidad, con casi una decena de tecnologías acopladas de forma modular con el fin de elevar el nivel de vida de las familias indígenas y para conservar los recursos naturales como el agua, suelo, aire y bosque. Durante el proceso de *transferencia* del CALLC en el año 1999, nacieron una serie de interrogantes, no solo prácticas sino ontológicas (que se analizarán con el fin de entender el proceso metodológico que más adelante se esbozará). A partir de dichas interrogantes se concluyó que era fundamental destacar y construir la base ontológica de la “*metodología social*” como base para diseñar, desarrollar, adaptar, implementar y transferir *tecnologías apropiadas*, orientada a resolver problemas comunitarios y ambientales, generando dinámicas sociales, tecnológicas y económicas de inclusión, orientado al *desarrollo sustentable*.

El modelo de referencia: El CALLC de Yalentay. Como ya se ha enunciado la Facultad de Ingeniería de la UNACH y el IMTA transfirieron en 1999 el “Colector de agua de lluvia comunitario (CALLC)” en Yalentay Chiapas, México (Mundo et al, 1999). Después de más de 15 años aún sigue funcionando bajo el cuidado de la comunidad quien le da mantenimiento a través del comité hidráulico indígena, creado por los propios pobladores.

Foto 1. Colector de agua de lluvia, Yalentay, Zinacantán, Chiapas.



Así, en términos prácticos se puede decir que un producto científico o tecnológico es transferido con éxito cuando es comprendido por los usuarios, cubre una necesidad personal o social (bien utilitario), es usado, operado, mantenido o reparado por los mismos (o saben dónde acudir para tal efecto). Esto fue lo que ocurrió con el CALLC, donde ahora cada 15 de abril se realiza la fiesta del agua, celebración religiosa popular de carácter sincrético de este pueblo zinacanteco. Con base en estas experiencias se diseñó el proyecto: *Diseño, construcción y transferencia de una casa ecológica con tecnologías apropiadas (CETA) para el desarrollo sustentable de las comunidades indígenas de los Altos de Chiapas* cuyos objetivos fundamentales se centran en: a). Construir y evaluar una vivienda sustentable en Yalentay, constituida por una casa de 50 m² como mínimo (la superficie se ajusta a las normas de operación del “Programa de vivienda rural para el año fiscal 2014” de SEDATU), b). Evaluar más de diez tecnologías apropiadas integradas a la misma, cuya meta es conservar los recursos naturales como el agua, suelo, aire, bosque y también elevar el nivel de vida de los pobladores para abatir la pobreza.

A continuación se enuncian las tecnologías que integran la CETA de forma modular: casa sustentable, baño ecológico, cocina con estufa ecológica, tanque de agua arremetido, colector de agua de lluvia domiciliario, bici-bomba, fregadero ecológico, sistema de riego para agricultura de traspatio, kit de paneles solares, focos ahorradores, regadera ahorradoras, grifos ahorradores (Mundo et al, 2014). Una vez construida la CETA se evaluarán, entre las variables más importantes, las siguientes: adaptación de la familia a la CETA, salud familiar, actividades de producción de la familia con animales de corral, actividades de producción agrícolas de traspatio, economía familiar, evaluación técnica de cada una de las tecnologías de la CETA, integración y uso de nuevas tecnologías a su cultura.

La unidad de gestión del proyecto será la familia y se evaluará la CETA a través del trabajo multidisciplinario de las Dependencias de Educación Superior (DES) de la UNACH. Las DES que podrían participar son: DES de Ingeniería y Arquitectura; DES de Ciencias de la Salud; DES de Ciencias Agropecuarias; DES de Ciencias Sociales y Humanidades; DES de Ciencias Administrativas y Contables; DES de Enseñanzas de la Lengua y DES de Centros Universitarios para el Desarrollo. A modo de ejemplo y solo para dar una idea, puesto que cada DES elaborará su propia metodología, se enuncian solo algunas preguntas básicas que deberán ser contestadas en el proceso de transferencia de la CETA, una vez que la familia designada por la propia comunidad indique sus necesidades de espacio, diseño y servicios necesarios dentro de la CETA: ¿La familia se apropió de las CETA? ¿El diseño arquitectónico y civil se adaptó a sus usos y costumbres? ¿Mejóro el nivel de vida? ¿Cómo evolucionó la salud antes y después de la CETA? ¿Mejóro su economía familiar con la agricultura de traspatio para el auto-consumo y producción? ¿Mejóro su alimentación? ¿Mejóro su nivel económico con la inclusión de animales y aves de corral? ¿Su economía familiar está mejor administrada? ¿Los materiales técnicos de comunicación (videos, manuales, folletos) traducidos por cada DES al Tzotil fueron usados, cómo les beneficio? ¿La metodología social para la transferencia fue la adecuada o necesita incorporar variables no consideradas en el proceso? ¿Los materiales

audiovisuales elaboradas por cada DES en lengua nativa ayudaron al proceso de transferencia y en la divulgación de la tecnología? ¿Los espacios arquitectónicos, la incorporación de sus costumbres a la casa sustentable, fueron los adecuados, qué es necesario incorporar? ¿Cuál es el impacto ambiental de la CETA? ¿Los materiales de construcción fueron los pertinentes en cuanto a costo, disponibilidad, durabilidad, comodidad? ¿Fueron incorporados usos y costumbres a todas las tecnologías apropiadas de las CETA, qué adaptaciones y mejoras es necesario hacer?

Para la transferencia de la CETA se enuncian tres aspectos metodológicos básicos que deben ser considerados no solo porque son indispensables per se, sino porque además han funcionado en Yalentay y son transversales a todas las DES: 1. La Dinámica Social (DS). Si la DS se entiende como “...el fluir de las costumbres, usos y creencias de una sociedad, especificados como mecanismos que rigen la conducta de las masas frente a determinados estímulos y en determinadas circunstancias, respondiendo al condicionamiento social al que el individuo o la sociedad ha sido expuesto durante el transcurso de su vida, la propia experiencia y el subconsciente (emociones e instintos incluidos)”, entonces es fundamental tomar en cuenta las siguientes hipótesis de trabajo: a. La DS es fundamental para establecer los objetivos y el diseño de cualquier tecnología, especialmente para las comunidades pobres, así como para su transferencia. La CETA debe corresponder a la DS, b. La DS marca el punto de partida y el rumbo de la toma de decisiones técnicas sociales y económicas del proyecto, c. La DS es básica para el diseño tecnológico de la CETA, d. La DS determina el éxito o fracaso del proyecto y su transferencia.

Por tales razones es fundamental considerar dentro de las metodologías transversales la *Toma de Decisión Inversa* (TDI) o *Conversely Making Decisions* (CMD) empleada en el proyecto del CALLC en Yalentay (del vértice a la base de la pirámide en un poliedro piramidal inverso, donde el vértice está apoyado en el plano de referencia, es decir, en el origen de la tecnología, del proyecto mismo, de las necesidades de la comunidad). Así el vértice ahora es la familia como unidad de partida y gestión. En términos simples: *es necesario ir a la inversa en la toma*

de decisiones del proyecto (desde el planteamiento hasta su conclusión) significa que se empieza desde la necesidad individual resumida en las necesidades colectivas de la familia. EL TDI ó CMD es un paso antes de la participación comunitaria, es decir, se inicia con la participación individual y familiar. Se determinan las necesidades puntuales de cada individuo respecto al proyecto, sin perder de vista que la unidad de gestión es la familia. Sin duda es un camino más largo y complicado pero metodológicamente más productivo, especialmente en materia de tecnologías apropiadas para pequeñas comunidades rurales.

Al *invertir* la pirámide de decisiones la metodología de diseño y transferencia tecnológica va del vértice a la base, de la necesidad del individuo a la necesidad familiar (vértice como unidad de gestión) hasta las decisiones y gestiones comunitarias (base de la pirámide). Las preguntas básicas mínimas son: ¿Qué necesitas? ¿Cómo lo necesitas? ¿Para qué lo necesitas? 2. *La dinámica tecnológica* (DT). Estrechamente vinculada a la DS, la DT debe asumir todas las hipótesis de la DS enunciadas líneas arriba para reducir los siguientes riesgos: falta de política pública en el tema, como consecuencia la falta de recursos institucionales, inexistencia de una estructura local permanente de toma de decisiones, falta de capacitación, desconfianza y resistencia de los pobladores ante las nuevas tecnología que se pueden percibir como inestables o poco confiables, tabúes culturales (ejemplo, muchas comunidades indígenas no les gusta clorar el agua), división social del trabajo asociado a temas políticos y religiosos (ejemplo, los protestantes ya no cooperan), el gobierno debe pagar todo (paternalismo histórico), conflictos territoriales, conflictos de fuentes de aprovisionamiento de agua, conflictos sociales en general detectados o en potencia. La dinámica tecnológica está representada por la séptupla 1, el sistema de acciones y sus intenciones relaciones (2 y 3), así como todas las propiedades enunciadas en el apartado de “Aspectos ontológicos de la tecnología”. 3. *La Dinámica Económica* (DE). Está irrestrictamente asociada a DS y DT. La DE debe asumir todas las hipótesis de DS y las propiedades y limitantes de DT. La DE es un elemento casi siempre limitado. Su limitación se anula si existe una fuente internacional o nacional de carácter público o privado que lo

sostenga económicamente, no solo durante el diseño y construcción del proyecto, sino un tiempo razonable para su evaluación y seguimiento, después de la transferencia. Uno de los mayores problemas de “DE” es su estrechamiento o nulificación, porque afecta directamente a DS y DT, inutilizando todo el proceso y generando mayor desconfianza en la comunidad, a veces irreversible, con consecuencias históricas, especialmente en comunidades indígenas.

Debido a que en Yalentay se ha probado la eficacia de desarrollar una metodología expofeso para la transferencia de tecnologías, el estado mexicano debe incluir este tema en las políticas públicas del sector. El nudo no está en la ciencia ni en la tecnología, ni en los aspectos teóricos, ni en el aspecto social, el nudo está en la adecuada transferencia de tecnología a pequeñas comunidades rurales del país, con énfasis especial en las comunidades indígenas por las dificultades que representa el lenguaje y sus costumbres.

CONCLUSIONES

A modo de ejemplo se presentaron dos tecnologías para discutir la génesis de la concepción de las tecnologías para colectividades pobres, desde las tecnologías alternativas, pasando por las tecnologías democráticas de Mumford hasta el concepto contemporáneo de eco-tecnologías. Las tecnologías tomadas como referencia son el colector de agua de lluvia comunitario (CALLC) transferido a la comunidad indígena Tzotzil de Yalentay en los Altos de Chiapas, México y la Casa Sustentable (CETA) que se construirá en la misma comunidad.

El CALLC es una tecnología social porque la comunidad de Yalentay la usa desde hace más de 15 años; fue el producto de un gran esfuerzo metodológico exitoso en su transferencia; los habitantes de Yalentay no solo fueron tomados en cuenta para el diseño del CALLC sino además participaron en su construcción; el CALLC se adaptó a sus necesidades específicas y cultura; los habitantes de Yalentay entienden su concepto,

le dan mantenimiento cada 15 de abril en la “fiesta sincrética del agua” y fue incorporado a su modo de vida. Actualmente es administrado y gestionado por la comunidad de forma independiente de la institución que la promovió, construyó y transfirió. Pero también es una tecnología apropiada porque la producción del CALLC fue a pequeña escala, netamente comunitaria, usa tecnologías maduras, de baja complejidad, bajo costo, escaso consumo energético, de bajo impacto ambiental. Pero también es eco-tecnología porque el CALLC es un sistema que usa métodos y procesos que propician una relación armónica con el ambiente y brinda beneficios sociales, beneficios económicos tangibles a la comunidad de Yalentay (desde hace 15 años que se transfirió) y tiene un contexto socio-ecológico específico. En el CALLC se usaron conocimientos científicos como: la ecuación de conservación de masa, la ecuación de conservación de la energía y la ecuación de cantidad de movimiento.

Por lo tanto el CALLC y la CETA confirman que son “tecnologías sociales”, pero también “apropiadas”, incluso “eco-tecnologías”. Este hecho delata la ambigüedad de las definiciones actuales de las corrientes estudiadas. Una manera de restarles ambigüedad y perfeccionar su naturaleza, campo de acción en función de su objeto de estudio es el *enfoque sistémico* (ver endecapítulo 1) que debe partir de la propia filosofía de este tipo de tecnologías, es decir, desde su ontología. Por esa razón en este documento científico se expusieron los aspectos ontológicos de la concepción de tecnología, su naturaleza como objeto de estudio, su categoría y sus propiedades, así como los fundamentos básicos de la transferencia tecnológica para su apropiación social tomando como referencia el CALLC. Por otro lado, se esbozaron adelantos del *enfoque sistémico* partiendo de *aspectos ontológicos* de la tecnología que permitirán en el futuro restar ambigüedad a la diversidad de denominaciones de “tecnologías sociales” acumuladas a lo largo de los últimos 50 años destinadas originalmente a un sector de la población que sufre pobreza y déficit tecnológico para resolver incluso sus necesidades básicas. Estos elementos teóricos permitirán construir nuevos conocimientos, nuevas conceptualizaciones, nuevos aparatos analíticos orientados a superar estos problemas.

BIBLIOGRAFÍA

- Ahmad, A.** (1989). *Evaluating appropriate technology for development. Before and after. Evaluation Review.* 13, pp. 310-319.
- Brocano, F.** (1995). *La filosofía y la tecnología: una buena relación.* En: Brocano, F. (1995). *Nuevas meditaciones sobre la técnica.* Madrid, España.
- Bunge, M.** (1985). *Seudociencia e ideología.* Ed. Alianza Universidad, Madrid, España.
- Dagnino, R., Brandão, F., Novaes, H.** (2004). *Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social, en Tecnologia social: Uma estratégia para o desenvolvimento.* Fundação Banco do Brasil, Rio de Janeiro.
- Dickson, D.** (1980). *Tecnología alternativa.* H. Blume. Ediciones, Madrid.
- FONHAPO** (2010). *Diagnóstico de las necesidades y rezago en materia de vivienda de la población en pobreza patrimonial.* Fondo Nacional de Habitaciones Populares. SEDESOL. México.
- Gupta, A., Sinha, R., Koradia, R., Patel, R.** (2003). *Mobilizing grassroots' technological innovations and traditional knowledge, values and institutions: articulating social and ethical capital.* *Futures.* (35), p. 975-987.
- Liz, M.** (1995). *Conocer y actuar a través de la tecnología.* En: Brocano, F. (1995). *Nuevas meditaciones sobre la técnica.* Madrid, España.
- Martin, L., Osberg, S** (2007). *Social entrepreneurship: The case for definition, stanford social innovation.* Review, pp. 29-39.
- Mundo Molina, M., Martínez, A.P., Ballinas, A.R., Rodríguez, L.M.** (1999). *La importancia de las ciencias sociales y de comunicación en la transferencia de tecnología, caso de estudio: construcción de un colector de agua de lluvia en la comunidad indígena Tzotzil de Yalentay, Chiapas.* Sexta Reunión Nacional sobre Sistemas de Captación de Agua de Lluvia. Jalapa, Veracruz, México.

- Mundo Molina, M;** Oseguera, L. (2014). *Casa sustentable y tecnologías apropiadas asociadas, para minimizar la pobreza elevar el nivel de vida de las comunidades indígenas y conservar el medio ambiente en México*. Espacio I+D Innovación más Desarrollo. Vol. IV, Núm. 7.
- Mundo Molina, M.** (2015). *Ontognoseología de la ciencia y la tecnología: similitudes y diferencias*. Artículo científico inédito. Centro de investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chiapas. México.
- Mundo Molina, M.,** Vargas, Ariana. (2015). *Ciña oh patria: Una reflexión sobre la marginación y pobreza de las comunidades indígenas de Chiapas*. Artículo de divulgación inédito (narrativa y audio). Centro de investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chiapas, México.
- Mumford, L.** (1964). *Authoritarian and democratic technics*. *Technology and culture*, 5, (1), pp. 1-8.
- Ortiz, M. J.,** Masera, C. O., Fuentes, G. A. (2014). *La ecotecnología en México*. Unidad de Eco-tecnologías del Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia.
- Pack, H.** (1983). *Políticas de estímulo al uso de tecnología intermedia*. En: Robinson, A. (1983). *Tecnologías apropiadas para el desarrollo del tercer mundo*, FCE, México D.F., pp. 209-26.
- Quintanilla, M.A.** (1989). *Tecnología: un enfoque filosófico*. Ed. Fundesco, Madrid, España.
- Prahalad, C.K.** (2006). *The fortune at the bottom of the pyramid. Eradicating Poverty Through Profits*, Wharton School Publishing.
- Riskin, K.** (1983). *La tecnología intermedia de las industrias rurales de China*. En: Robinson, A. (1983). *Tecnologías apropiadas para el desarrollo del tercer mundo*, FCE, México D.F., pp.:75-100.
- Robinson, A.** (1983). *Tecnologías apropiadas para el desarrollo del tercer mundo*. FCE, México D.F.

- Schumacher, E.** (1973). *Small is beautiful*. Bond & Briggs, Londres.
- Thomas, H.** (2009). *De las tecnologías apropiadas a las tecnologías sociales*. Conceptos/estrategias/ diseños/acciones. Programa Consejo de la Demanda de Actores Sociales -Ministerio de Ciencia. http://inti.gob.ar/bicentenario/documentoslibro/pdf/anexo_4/jornadas_tecno_soc_hernan_thomas.pdf