

LA ESTRATEGIA TECNOLÓGICA

Para las pequeñas y medianas empresas (PYMES), la adaptación y el cambio a nuevas tecnologías no puede depender sólo del apoyo de instituciones externas a la empresa. Siguiendo la estrategia de los países que han sido grandes innovadores, las PYMES están obligadas a explorar opciones que les permitan superar esa deficiencia. Una de esas opciones es la de crear y poner en marcha un departamento de Investigación y Desarrollo (IyD) que participe en múltiples funciones: desde la búsqueda de innovaciones no patentadas, hasta el desarrollo experimental y la investigación aplicada.

¿POR QUÉ TECNOLOGÍA?

En un contexto de creciente competencia, las empresas deben diversificar sus estrategias para sobrevivir y fortalecerse. En el caso de las empresas mexicanas, uno de los aspectos menos explotados en su estrategia para competir es el correspondiente al diseño y aplicación de una política de adaptación y cambio tecnológico.

Probablemente eso se deba a que generalmente asocian dicha estrategia con la necesidad de realizar grandes inversiones, pensando siempre en métodos de producción revolucionarios. Sin embargo, se debe tener en claro que las políticas de cambio tecnológico no se refieren solamente a la incorporación de los procesos y técnicas productivas más recientes; también incluyen una serie de arreglos al interior de la empresa, para optimizar la utilización de sus tecnologías disponibles.

Como parte de esa política se debe considerar:

- El óptimo aprovechamiento de la mano de obra calificada. La operatividad de este objetivo incluye desde programas de capacitación hasta estímulos e incentivos para los empleados.
- Diseñar un programa que tenga perfectamente identificados los procesos productivos claves de los que depende su desempeño.
- Monitoreo constante acerca de las últimas tecnologías del ramo y, sobre todo, evaluar la posibilidad de adaptarlas al negocio.

UN DEPARTAMENTO ESPECIAL

Para llevar a cabo las acciones anteriores, las PYMES pueden confrontar un departamento destinado a la Investigación y Desarrollo. Este departamento de IyD cumplirá no sólo la labor de investigación para el desarrollo de nuevos productos, sino también debe ser la figura que permita a las empresas hacer el diagnóstico de su tecnología y vincularlas con las instancias que solucionan los problemas de procesos específicos del sector industrial al que pertenece.

El tamaño de dicho departamento puede adecuarse a la disponibilidad de recursos que tiene la empresa para invertir en cambios tecnológicos. En su diseño la empresa también deberá considerar que tan importante es la inversión en nuevos procesos productivos o en la búsqueda de mejores habilidades, como requisito imprescindible para elevar la competitividad de la empresa.

Un departamento de IyD puede funcionar básicamente de dos formas:

- Como un área encargada de comprar la tecnología necesaria para la empresa.
- Como un área especializada en el desarrollo de investigación tecnológica específica para los procesos productivos del negocio.

En el caso de formarse como un departamento para vincular a la empresa con la tecnología desarrollada en el exterior, sus actividades serán:

- Compra y evaluación de nuevo equipo (incluye estrategias de capacitación y pruebas).
- Uso de patentes.
- Consultorías.
- Búsqueda de servicios especializados en atención al sector productivo al que pertenece la organización.
- Búsqueda de innovaciones no patentadas.
- Negociación de licencias.

Cuando se trata de un departamento de IyD especial para el desarrollo de tecnología propia, sus Investigaciones, además de lo anterior, pueden abarcar tres tipos de Investigación:

- Investigación básica, que se refiere al trabajo experimental, sin prever ninguna aplicación específica en el corto plazo.
- Investigación aplicada, investigación original dirigida fundamentalmente a una aplicación inmediata.
- Desarrollo experimental, que aprovecha el conocimiento ya existente para la producción de nuevos materiales, productos y servicios, así como la instalación de nuevos procesos que sean útiles para el mejoramiento de la infraestructura física del negocio.

Lo óptimo es combinar las funciones de los dos tipos de departamentos de IyD descritos, con la finalidad de confrontar un área adecuada a las necesidades de la organización.

¿FUNCIONA PARA EMPRESAS MEXICANAS?

En México, el gasto monetarios en investigación y desarrollo está poco desarrollado. El gasto total de todo el país en este rubro representa apenas 0.31%

del PIB. En cambio, en países como Alemania, Estados Unidos y Japón, representa en promedio 2.5%.

Del gasto total que se hizo en los últimos años en I+D, 66% fue realizado por el gobierno a través de los fondos destinados a universidades públicas o centros de investigación. El sector propiamente productivo participó sólo con 17.6% del total y el resto correspondió al gasto realizado por el sector privado no lucrativo e instituciones de educación superior. Cabe aclarar que el 17.6% del sector productivo incluye las actividades de desarrollo tecnológico de empresas paraestatales, como PEMEX, a través del Instituto Mexicano del Petróleo. Eso significa que la inversión realizada por el sector privado productivo es aún inferior, considerando que el Instituto Mexicano del Petróleo es la dependencia que más patentes registra en el país.

LAS EMPRESAS MÁS INNOVADORAS DEL MUNDO	
Protector&Gamble Company	EUA
Ciba-Geigy AC	Suiza
Johnson & Johnson	EUA
AT&T Corp	EUA
Hoechst Aktiengesellschaft	Alemania
Bayer Aktiengesellschaft	Alemania
Minnesota Mining and Manufacturing	EUA
Thomson Consumer Electronics	EUA
Basf Aktiengesellschaft	Alemania
Xerox Company	EUA
Motorola Inc	EUA
Rohm and Haas company	EUA
Basf Corporation	EUA
Sony Corporation	Japón

*Considerando el número de patentes registradas
FUENTE: Información del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

De lo anterior se concluye que el sector privado productivo no ha identificado el gasto de investigación y desarrollo como parte de una estrategia imprescindible para la competitividad. En Alemania, Canadá, Estados Unidos y Japón, los gastos de investigación y desarrollo provienen en un 50% del sector privado productivo; de hecho, la participación de sus gobiernos en estas actividades, que era la mayoritaria hace treinta años, ha disminuido progresivamente, para ubicarse entre 25% y 30% del gasto total en I+D. Es decir, en estos países los gastos destinados a la generación y adaptación de nuevas tecnologías son realizados básicamente por departamentos de I+D del sector privado, con aplicaciones inmediatas a la industria.

Es necesario resaltar que en la mayoría de los países europeos, así como en Estados Unidos y Japón, las estrategias tecnológicas no se remiten

exclusivamente a investigación propia de las empresas, ya que la política tecnológica está encaminada a que la gestión empresarial se apoye en los programas de vinculación universidad-industria.

¿QUÉ IMPIDE SU ADAPTACIÓN?

Uno de los factores que frenó el desarrollo de tecnologías fue la existencia, durante muchos años, de un mercado cerrado, el cual impedía la competencia con el exterior. Esta situación produjo una cultura empresarial incapaz de entender y actuar para hacer frente a la competencia internacional.

También existieron factores económicos que obstaculizaron el avance de la gestión empresarial mexicana para adaptarse a nuevas tecnologías. Entre ellos destaca la excesiva incertidumbre que en diversos momentos se ha percibido acerca del futuro, la falta de financiamiento apropiado, y, sobre todo, la idea persistente de que hay escasas posibilidades de recuperar la inversión de innovación.

Lo cierto es que las empresas basadas en la estrategia de crear sus departamentos de IyD, con el objetivo de adecuarse al cambio tecnológico, alcanzan una gran flexibilidad operativa y tienen mayor capacidad de respuesta a los cambios de la demanda, así como a las nuevas oportunidades comerciales. Además, compiten con productos de calidad y bajos costos.

Como se observa en el cuadro las empresas que son líderes en sus mercados logran esa posición precisamente por sus estrategias de investigación y desarrollo.

FACTORES QUE OBSTACULIZAN LAS ACTIVIDADES DE IYD PARA EL CAMBIO TECNOLÓGICO	
Internos a la Empresa	Externos a la Empresa
* Falta de información sobre mercados	* Obstáculos legales, fiscales o ambientales
* Falta de información sobre tecnología	* Falta de oportunidades tecnológicas
* Altos costos de innovación	* Incertidumbre en el manejo de apoyos institucionales.
* Dificultad para encontrar servicios externos	* Mercados poco competitivos
* Carencia de personal especializado	* Falta de financiamiento apropiado
* Poca vinculación con instituciones	
* Pequeño potencial para la innovación	

TECNOLOGÍA EN AMERICA LATINA

El desarrollo tecnológico y el económico están muy vinculados entre sí: el desarrollo es la mejora de las condiciones de vida de la mayoría de la población; el requisito para ello es el despliegue de la producción agrícola, artesanal e industrial (así como los servicios necesarios a tal efecto); esto, a su vez, requiere de la capacidad tecnológica.

¿Qué es tecnología?

Una definición amplia de tecnología debe abarcar cuatro componentes:

- Hardware técnico, esto es, una configuración específica de maquinaria y equipos adecuados para la elaboración de un proyecto o a la prestación de un servicio;
- Know-how, es decir, conocimiento científico y técnico, cualificaciones formales y saber basado en la experiencia.
- Organización, vale decir, métodos de gestión capaces de relacionar el hardware técnico con el know-how.
- El producto, es decir, el producto propiamente dicho o el servicio como resultado del proceso de producción.

La creación de capacidad tecnológica en países en desarrollo

Jörg Meyer-Stamer

Esta definición amplia se ha extendido en el debate internacional sobre política y desarrollo. Tiene la ventaja de ayudar a evitar discusiones estériles porque proviene del equiparamiento de artefactos técnicos con tecnología. En efecto basándose en esta definición, resulta más fácil comprender que la tecnología esta presente en cualquier tipo de producción, en donde se utilizan artefactos técnicos aparentemente primitivos. En vista de esta definición, resulta obvio que la tecnología no puede ser transferida en paquete. El éxito de la transferencia de tecnología implica una serie de factores cuya existencia no puede darse por sentada en todos los países en vías de desarrollo. Este hecho basado en la experiencia viene a solucionar el problema del huevo y la gallina al señalar que la transferencia de tecnología desde el exterior no puede ser el punto de partida del desarrollo de la capacidad tecnológica, sino que puede ser un complemento de ese desarrollo.

En vista de semejantes problemas, la discusión se ha desplazado con el correr del tiempo de las posibilidades y problemas de la transferencia de tecnología hacia el análisis de factores determinantes de la capacidad tecnológica endógena. A esto se agregó en los últimos tiempos la conclusión de que precisamente la cooperación para el desarrollo tiende a ignorar sistemáticamente la tecnología existente en los países en vías de desarrollo, por ejemplo, el conocimiento local sobre ecosistemas o las conversiones tecnológicas endógenas entre los pequeños productores.

Cuatro pilares de la capacidad tecnológica

Capacidad tecnológica es la capacidad de identificar y evaluar la oferta de componentes tecnológicos transferibles, de evaluar y seleccionar una tecnología, explotarla, adaptarla, mejorarla y desarrollar por último tecnologías propias. Dicha capacidad reposa sobre cuatro pilares:

1. La capacidad innovadora a nivel de empresa, sea esta una empresa agrícola tipo minifundio, una empresa del sector informal o un consorcio que opera en el ámbito internacional;
2. las condiciones generales económicas, políticas, administrativas y jurídicas que son decisivas para que existan incentivos par el desarrollo de capacidad tecnológica;
3. el apoyo directo por instituciones públicas orientadas hacia la tecnológica, organizaciones intermedias y determinadas clases de empresas de servicios;
4. el apoyo indirecto, sobre todo del sistema educativo.

Lo que importa propiamente no es desde luego la mera existencia de esa clase de instituciones, sino su inserción en redes de cooperación tecnológica, por ejemplo, en forma de un proceso de estrecho intercambio con posibles usuarios de tecnologías, lo que lleva por último al surgimiento de un sistema nacional de innovación. Muchos países en vías de desarrollo han subestimado los problemas relacionados con el desarrollo y el sostenimiento de redes de cooperación. Los centro de investigación no contribuyen en forma automática al progreso tecnológico en la agricultura y la industria, sino que acusan una tendencia inherente a orientarse hacia la vanguardia internacional en materia de investigación. Los conocimientos obtenidos merced a esa orientación se ajustan sin embargo en los menos de los casos a problemas específicos de tal o cual país. En el peor de los casos dichas instituciones resultan sencillamente inoperantes. De ahí que el modelo de cascada para política de investigación y tecnología, tal como fue proyectado con vista a los países industrializados, no viene al caso al tratarse de países en vías de desarrollo (entre ellos los precisamente los países dueños de sistemas científicos relativamente avanzados). La ciencia y la economía suelen superponerse muy débilmente en el área de la investigación aplicada, la capacidad de I+D esta por lo general muy poco desarrollada en el sector de la economía.

Nuevas condiciones generales para el desarrollo tecnológico

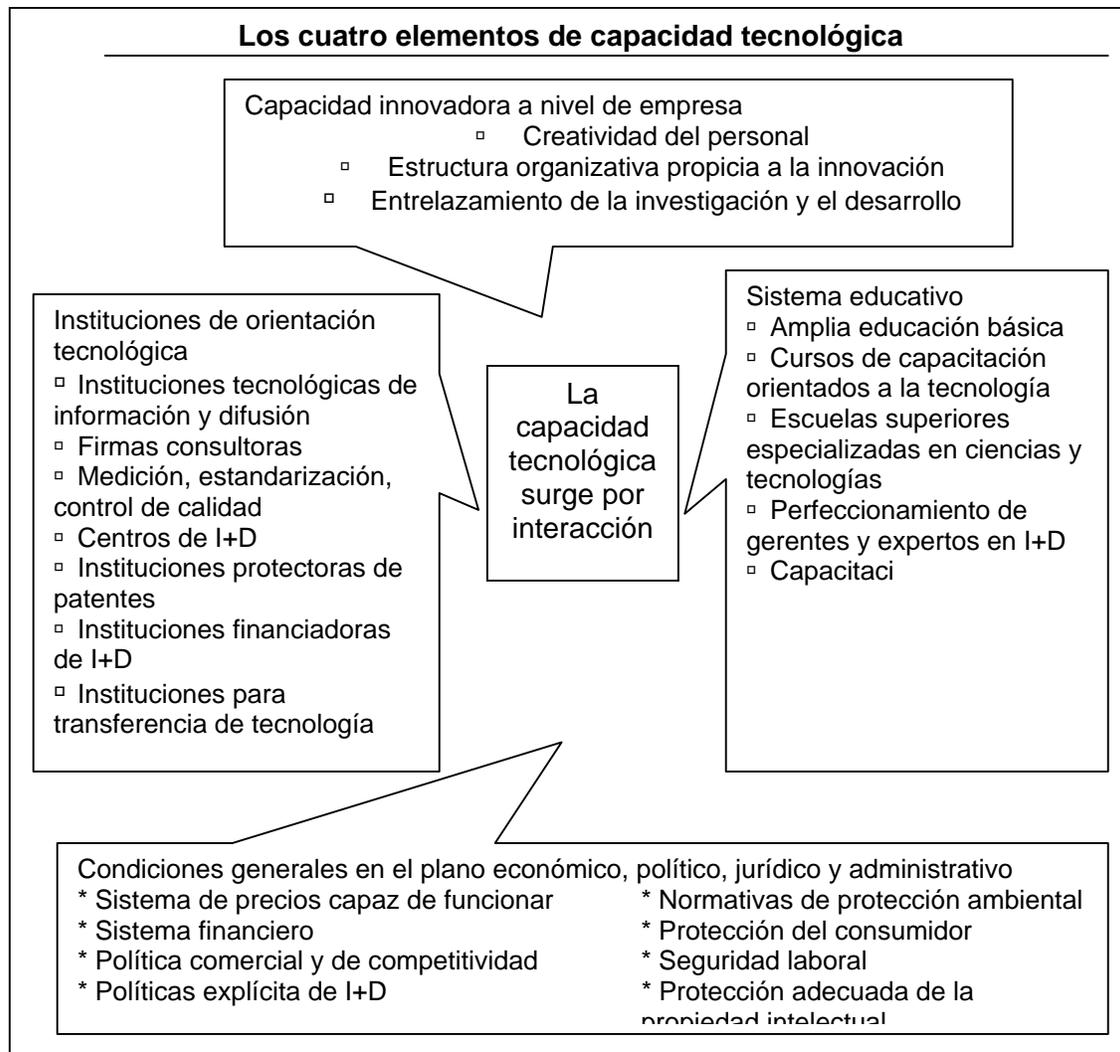
Fracasado el modelo de industrialización orientada primordialmente hacia el mercado interno muchos países en vías de desarrollo empiezan a orientarse hacia la economía de mercado y hacia una integración activa en el mercado mundial. Una importante condición previa para ello es el desarrollo o el fortalecimiento de la

capacidad tecnológica. Cabe señalar, sin embargo, que esa tarea se ha vuelto más complicada en los últimos años

Los factores generadores de ventajas competitivas en la <<vieja>> y la <<nueva>> división internacional del trabajo pierden importancia a ritmo vertiginoso debido en particular a factores tecnológicos. Dentro del <<vieja>> división del trabajo, era ventajosos los factores naturales de localización, es decir, las condiciones favorables que ofrece el espacio natural para la producción de carne y vegetales, o la existencia de yacimientos minerales y demás materias primas. En el marco de la <<nueva>> división internacional del trabajo, las ventajas provenían de los bajos costos laborales que incitaban a trasladar a otras partes determinados segmentos de la producción (operaciones sencillas de montaje) en determinadas ramas industriales (electrónica, confección). Esa tendencia, no obstante, ya dejó atrás su propio futuro, así que al difundirse nuevos conceptos de producción, ese patrón –que presupone estructuras de producción basadas en una acentuada división del trabajo- va perdiendo cada vez más importancia.

La consigna que determinará la marcha de la economía en un futuro más bien cercano será el desarrollo de ventajas competitivas. La <<Catch-up industrialization>>, como lo demuestra el establecimiento de una industria electrónica en países semiindustrializados del Este Asiático, no tiene porque limitarse a industrias maduras. Es más: esa industrialización puede tener lugar incluso en aquellos sectores que al comienzo de la misma no dejen entrever ningún tipo de ventaja comparativa. Hay en los citados países firmas electrónicas que operan en una serie de segmentos claramente relacionados con altas tecnologías. Allí, desde fines de los años 70, se han abierto diferentes <<windows of opportunity>> por las que las empresas consiguieron penetrar con el apoyo de actores estatales que operan con habilidad estratégica. Los factores competitivos más importantes en este contexto son el poder de innovación y la eficiencia, esto es, la capacidad de afrontar con éxito ciclos cortos de vida de un producto, y la capacidad de fabricarlo con eficiencia. Lo uno y lo otro se basa en ventajas comparativas <<artificiales>> (<<man-made comparative advantage>>), sobre todo en la cualificación y creatividad del personal. Todos los países desataron así de manera inaudita recomendaciones de especialización que formularía un economista neoliberal.

Las ventajas dinámicas comparativas empiezan por desarrollarse principalmente a nivel de empresas. En este aspecto se está operando un cambio radical: las firmas más competitivas no son ni serán aquéllas que explotan a sus trabajadores con la mayor eficiencia, sino aquéllas que saben aprovechar mejor la creatividad de su personal: ahí reside el núcleo de los llamados nuevos conceptos de producción.



Respecto a los factores naturales de localización, su importancia se ve debilitada precisamente por nuevas tendencias tecnológicas. Se trata en particular de procesos de sustitución con productos y nuevos materiales elaborados mediante biotecnologías, como también el consumo más eficiente de recursos gracias a maquinaria de mando electrónico o centrales eléctricas tecnológicamente avanzadas. Con esto queda claro que no habrá vuelta posible a los buenos tiempos viejos en los que países en vías de desarrollo –mejor dicho, sus capas altas y medias- podían basar su prosperidad en las exportaciones de materias primas en bruto. Esos países (por ejemplo Argentina Chile o Malasia) tiene hoy día dos alternativas: o bien se conforman con el estancamiento e incluso el deterioro económico, o bien optan por desarrollar ventajas competitivas dinámicas. Esto último significa concretamente que dichos países ya ni podrán exportar materias primas de cualquier tipo, producidas o extraídas de cualquier manera, sino que deberán –optimizar procesos de producción agrícola o técnica de extracción minera con el auxilio de nuevas tecnologías, - emprender la transformación aprovechando inputs de bajo precio y aplicando también las tecnologías más modernas y en primer lugar nuevos conceptos de organización, -

mejorar sus gestiones de comercialización en el extranjero, aplicando no en último término diversas tecnologías, por ejemplo los últimos sistemas de telecomunicaciones y procesamiento de datos.

En el futuro, la tecnología asumirá aún más importancia como factor competitivo. La facultad de desarrollar capacidad tecnológica conformará más que nunca la determinante central de todo desarrollo económico. La creación de un sistema nacional de innovación será tarea ineludible no sólo para países semiindustrializados, sino para otros de ingresos medios y por último también para least developed countries.

Para apuntalar los esfuerzos propios de los países en vías de desarrollo y mejorar las condiciones previas de la cooperación para el desarrollo en el plano bi y multilateral, cabe presentar dos planteamientos prácticos en el ámbito internacional:

En Centro de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, de la ONU (UNCSTED), organiza en algunos países en vías de desarrollo <<diálogos nacionales>> para concertar actividades relacionadas con la tecnología. Esos diálogos reúnen a representantes de la administración estatal con empresarios y banqueros, hombres de ciencia e ingenieros, con representantes de diferentes sectores sociales. En el curso de esa ronda se identifican las insuficiencias más importantes y se formulan proyectos orientados a la acción, cuya ventaja radica en el amplio consenso que les sirve de base.

En el seno del DAC se viene discutiendo el apoyo a prestar a las *missions*, que deben ser concebidas también a base de diálogos nacionales. Esas *missions* tendrían por finalidad formular objetivos concretos y proponer estrategias que establezcan cómo la ciencia y la tecnología pueden ayudar a solucionar problemas específicos de un país dado. Con ello se intenta superar tres problemas: el primero, ampliando la débil base política de proyectos tecnológicos; el segundo, superando las desventajas inherentes a la especialización científico-tecnológica y a la división excesiva del trabajo; y el tercero, fortaleciendo la vinculación entre las necesidades de la sociedad, por un lado, y la investigación y el desarrollo, por el otro.

Proyectos orientados hacia la tecnología en los países menos desarrollados.

Como lo demuestra por ejemplo el caso de Tanzania, en los *least developed countries* faltan las condiciones para mantener el diálogo nacional sobre política tecnológica. Respecto a ese grupo de países, hasta la fecha no cabe hablar ni de política tecnológica ni de sistema nacional de innovación. Ello es debido a:

- una débil capacidad administrativa para formular políticas tecnológicas,

- una capacidad tecnológica poco desarrollada, con empresas que funcionan a un nivel tecnológico muy simple, con falta de especialistas en todos los niveles, con universidades e institutos de investigación que apenas alcanzan la masa crítica.
- la tendencia de la administración a no priorizar nada para no ahuyentar a ningún donador potencial de ayuda al desarrollo.

Para salir de ese dilema no tiene objeto crear un Ministerio de Tecnología, es decir, un organismo adicional que lo único que haría es quitar personal a una plantilla ya escasa de pos sí. Tampoco serviría de mucho delegar a tal organismo un asesor de gobierno. Sería más bien un buen comienzo.

- Organizar una pequeña dependencia para política tecnológica que debiera supeditarse a quienes tienen el poder de decisión en política económica —el ministro de Hacienda o Economía, o el primer ministro.
- Fortalecer la capacidad de los ministerios de ramos especializados para hacer política tecnológica, por ejemplo perfeccionando selectivamente al personal de los mismos; aquí se abre un posible campo de acción para expertos del exterior, los que sin embargo corren el riesgo de tener que dejar su papel de asesores para ejercer funciones ejecutivas si la contraparte no posee suficiente capacidad.
- Continuar organizando o fomentando institutos tecnológicos y centros de capacitación orientados a la tecnología, con una visión realista del tiempo indispensable para tal fomento (diez años es el mínimo absoluto, en tanto que quince o más suelen ser un plazo más realista).

La condición general relevante para la gestión gubernamental y, por ende, para la política tecnológica en los países menos avanzados es la política de adaptación estructural que muchos de ellos llevan a la práctica. En el pasado, esa política se desarrolló ante todo en el nivel macro; tan sólo en los últimos tiempos se vienen dirigiendo las miras hacia determinados sectores meso (p.ej. la agricultura). Al implementar futuros programas dirigidos a determinados sectores, debería hacerse más por reflejar y explicitar la dimensión tecnológica o de política tecnológica.

Segundo polar: condiciones generales de fomento a la innovación

Abundan los países en los que la falta de incentivos apenas si ha permitido el desarrollo de capacidad tecnológica pese a existir muchas condiciones para ello. Numeros países en vías de desarrollo han practicado anteriormente una estrategia basada en la sustitución de importaciones (ISI). En caso de América Latina, el concepto de esa estrategia quedó planteado en trabajos de la CEPAL elaborados a partir de los años 50. A la ISI cabe considerarla como un fracaso por sus debilidades intrínsecas. Los motivos de ese fracaso pueden agruparse bajo conceptos como crisis de crecimiento, crisis de productividad, crisis de la deuda externa, crisis social y crisis del Estado. En el contexto del desarrollo de capacidad tecnológica reviste particular importancia la crisis de productividad: en una economía cerrada tras altas barreras arancelarias, la falta de competencia tanto interna como externa impidió modernizar dicha economía e incrementar su eficiencia en un grado suficiente. En consecuencia, fue aumentando sin cesar la diferencia entre el nivel de producción internacional y el latinoamericano. De ahí que resultara casi imposible la gradual <<integración en la economía mundial>> que postulaban las concepciones teóricas. Los productores no se sentían presionados a mejorar todo el tiempo eficiencia y calidad, es decir, a practicar el upgrading tecnológico. Una de las fuerzas motrices del cambio tecnológico es la competencia. Al no haber presión competitiva, las empresas podían a menudo seleccionar sus tecnologías de manera arbitraria, y los institutos tecnológicos podían fijar a su antojo las prioridades de la investigación por cuanto los usuarios potenciales de sus resultados no tenían interés en ellos. Para poder desarrollar capacidad tecnológica con que solucionar problemas nacionales apremiantes o implementar la competitividad internacional, hay que contar con condiciones macroeconómicas estables (sistema de precios eficiente, política competitiva y comercial, sistema financiero). A esto cabe añadir

- una política de I+D explícita, en muchos casos específicamente sectorial, y su instrumentación a base de programas capaces de estimular el progreso técnico empresarial (incluidos incentivos fiscales y financieros);
- normativas ambientales, política de recursos y precios que aseguran la preservación y la explotación eficaz de recursos;
- una protección adecuada de derechos de propiedad intelectual que nos e interponga a la difusión de innovaciones y estímulo al mismo tiempo innovaciones endógenas;
- normativas de defensa del consumidor que incrementen la presión a la empresas para que mejoren su eficiencia y su rentabilidad;
- normativas de seguridad industrial y condiciones generales apropiadas para la solución de conflictos entre empleadores y empleados a fin de implementar estructuras modernas a nivel empresarial.

Proyectos orientados a la tecnología en países semiindustrializados

En los países semiindustrializados, los proyectos de orientación tecnológica deberían guiarse por las pautas siguientes:

- Identificar sectores sustanciales en los cuales un país dado puede desarrollar ventajas comparativas dinámicas partiendo de sus ventajas comparativas estáticas y de la capacidad tecnológica disponible;

- Reducir la promoción de la <<investigación de punta>> a nivel internacional en el área de la investigación básica carente de aplicación práctica; si en ese sector existen ya equipos competentes de investigadores, no habría que promoverlos con fondos de la cooperación para el desarrollo, pues ellos deberían estar en condiciones de buscar y encontrar fuentes de financiamiento académico internacional;
- Pasar de una orientación elitaria en ciencia y tecnología al desarrollo de una base más amplia, por cuanto la capacidad tecnológica se encuentra en buena parte en manos y cerebros de los obreros;
- Animar a librarse de la obsesión de las *high-tech*, pues el porvenir de los países semiindustrializados radica en el desarrollo de capacidad tecnológica y en la educada combinación de niveles tecnológicos diferentes;
- Mejorar la vinculación –aún existente en muchos casos- entre institutos de investigación y de tecnología o universidades por un lado y productores (incluso del sector informal) por el otro, dejando de crear una y otra vez nuevas instituciones y estructuras puramente formales, para fomentar en cambio la comunicación y la interacción.

A continuación habrá que pensar en una serie de actividades específicas de orientación empresarial, que son las siguientes:

- Financiamiento a base de capital de riesgo, según el modelo estadounidense, esto es, planteado por ejemplo requerimientos y exigiendo seguridades que difieran sustancialmente de las líneas normales de financiamiento;
- Programas especiales de financiamiento para la fundación de empresas en el sector del software (que por carácter inmaterial de sus productos afrontan dificultades especiales respecto a la garantía de seguridad);
- Fomento selectivo de empresas *spin-off* (cuyo personal deviene independiente) con bonificaciones financieras adicionales en los casos en que el empleador original participe en la nueva empresa;
- Promoción financiera de servicios de asesoramiento para introducir nuevos conceptos de producción (*lean production*); financiamiento de proyectos de conversión de capacidades productivas de material bélico.

Las actividades específicas que se pueden enfocar para la promoción de instituciones de orientación tecnológica son las siguientes:

- Fomento de centros de fundación de empresas orientados a la tecnología (con criterios claros de *performance*, p.ej. del plazo máximo que una empresa dada debe permanecer en el incubador);
- Financiamiento de programas de información y promoción sobre métodos e inicios prácticos para control y aseguramiento de calidad;
- Incentivos financieros para promover la cooperación de I+D entre institutos tecnológicos/universidades y empresas;
- Puesta a disposición del know-how organizativo y de la infraestructura adecuada a redes tecnológicas (moderación de diálogos sobre tecnología tanto locales como regionales (por debajo del nivel nacional), intercambio de información entre empresas, organización de workshops etc);
- Creación de instituciones capaces de moderar *technology assessment* (sin evaluarlos necesariamente ellas mismas), esto es, de recopilar know-how relativo a los métodos de evaluación de los efectos de la técnica (talleres de análisis futurista, métodos tipo Delphi, etc);
- Divulgación de know-how sobre cómo implementar medidas de defensa de los derechos de propiedad intelectual.

Innovación tecnológica en América Latina: tendencias y perspectivas

Judith Sutz

La tecnología no es simplemente <<trasladable>> mecánicamente de las sociedades industriales a los países en desarrollo, donde a menudo son necesarias soluciones <<ad hoc>>, que tengan en cuenta la técnica ya instalada y las particularidades locales. Por otra parte, la innovación tecnológica local permite abrir <<ventanas de oportunidad>> en los países en desarrollo: por ejemplo en la industria electrónica, el <<software>> y la biotecnología.

1. ¿Por qué importa la innovación tecnológica en América Latina?

La pregunta es pertinente. Habida cuenta de la reconocida importancia de fenómeno innovativo, los países de mayor desarrollo lo promueven de múltiples formas, lo que da por resuelto un flujo continuo de transformaciones tecnológicas que, en buena parte, se transan en el mercado internacional. Por lo tanto, la ineludible necesidad de ubicarse en el sendero de la <<mejor práctica productiva>> para resultar competitivo podría resolverse –desde el punto de vista tecnológico y concretamente en América Latina- mediante la importación de soluciones desde realidades mucho más maduras. Soluciones generadas en países con mucha experiencia, probadas con múltiples clientes e incluso con buenas financiaciones: la modernidad tecnológica parecería así estar al alcance de la mano.

Esta es una de tantas afirmaciones basadas en hipótesis implícitas cuya endeblez se pone en evidencia apenas se explicitan. En primer lugar, tenemos la idea de que todos los problemas de orden tecno-productivo en realidades como la latinoamericana, o bien ya han sido resueltos o bien son abordados eficientemente con las soluciones ya desarrolladas en realidades más avanzadas. En segundo lugar, se supone que el contexto no cuenta: la tecnología es totalmente trasladable, y allí donde se reimplanta dará lugar a resultados análogos a los del lugar de origen. En tercer lugar, se razona como si la tecnología fuera lineal: si determinada solución resulta eficiente para una situación productiva dada, es posible, por ejemplo, reducirla cinco veces y hacerla cinco veces más barata si se trata de aplicarla a una realidad productiva cinco veces más pequeña.

Ninguna de estas cosas es realmente así. Muchas veces ocurre que todo, salvo una máquina muy moderna, es diferente en una empresa latinoamericana a lo de cualquier empresa del país de origen de dicha máquina: los empresarios tienen mentalidades distintas, los trabajadores tienen otra cultura técnica y por cierto otros salarios, esa máquina suele interactuar con otras de generaciones tecnológicas anteriores en vez de operar en un medio técnicamente homogéneo; los sistemas de mantenimiento son más primitivos al igual que los controles de calidad que se ejercen, etc. además, suele ocurrir que si se usa en toda su

potencia la eficiencia del equipo, una etapa determinada del proceso productivo se realiza demasiado rápidamente en relación con las otras. Ello crea cuellos de botella que afectan negativamente la eficiencia del conjunto.

Pero además de por estas razones, la hipótesis de que lo que le hace falta a América Latina en materia de tecnología se puede conseguir, como cualquier otra mercancía, en el mercado internacional, es inadecuada por profundamente anticuada. En efecto, la flexibilidad y versatilidad introducidas por las nuevas tecnologías, en particular las de origen microelectrónico, hacen cada vez más estén a la orden del día los <<sastres tecnológicos>>. Así las soluciones estándar, válidas para procesos bien conocidos que operan en condiciones claramente establecidas, conviven crecientemente con soluciones <<ad-hoc>>, diseñadas especialmente para situaciones particulares.

Este incremento sustancial de la eficiencia tecnológica, derivado de la adaptación a condiciones específicas, se hace posible por la convergencia de dos elementos: la preeminencia del diseño en la concepción de soluciones y el abaratamiento y la estandarización de los elementos a partir de los cuales se implementan dichos diseños. Por lo tanto, ha dejado de ser técnicamente inevitable comprar una solución inadecuada por falta de alternativas. Las alternativas, abiertas por la evolución tecnológica, pueden ahora ser construidas.

Parece evidente, sin embargo, que dicha construcción no puede radicar en cualquier lado. En parte por razones de mercado -¿qué interés tendría una gran empresa <<desarrollada>> en solucionar problemas particulares de pequeñas o medianas empresas latinoamericanas?- pero más importante aún, por razones propiamente técnicas. Para solucionar problemas de forma innovativa hay que estar en estrecho contacto con la realidad sobre la que se quiere operar, lo que hace de la intensidad de la relaciones usuario-productos un elemento de vital importancia; dicha intensidad es, claramente, inversamente proporcional a la distancia geográfica y cultural entre usuarios y productores. La necesidad de tener capacidades de innovación tecnológica en América Latina puede explicarse, entonces, de aprovechar la evolución de las más modernas tecnologías para la solución de problemas propios.

2. ¿Hay capacidad real de innovación tecnológica en América Latina?

La pregunta es pertinente, pues una cosa es reconocer ventanas de oportunidad y muy otra es ser capaces de abrirlas. La única manera de contestarla es recurriendo a la experiencia hasta ahora producida, aunque esta forma de abordar el tema padece de excesivamente empírica.

Los ejemplos de la capacidad latinoamericana de innovación tecnológica son muchos y en campos muy variados. Los casos de IBM en Argentina, que difundió en el resto de sus filiales innovaciones electromecánicas producidas en la planta local, o el del proceso siderúrgico de origen mexicano HyL –por hojalata y lámina-

comercializado luego bajo patente norteamericana, o aún el de la pequeña central telefónica –tipo PABX- venezolana, una de las primeas en su género, son algunos de los más conocidos.

La razón por la cual este tipo de innovaciones latinoamericanas trasciende tiene que ver con su comercialización externa.

Existe, sin embargo, un caudal mucho más amplio de innovaciones tecnológicas cuyo impacto es difícil de evaluar directamente, puesto que se refleja en el comportamiento de sectores muy diversos de actividad interna. Veamos algunos ejemplos, centrados en el campo de nuevas tecnologías y que, aunque originados en un pequeño país de la región –Uruguay- no son una excepción en América Latina. En todos los casos las innovaciones mencionadas fueron producidas por empresas o instituciones nacionales[⊗]:

- Vacuna oleosa contra la fiebre aftosa en vacunos, que permite reducir de tres a una las inoculaciones anuales.
- Sistema electrónico de toma de datos y alarma temprana para la reducción del consumo energético en procesos de electrolisis (reduce del orden del 7% el consumo eléctrico).
- Sistema electrónico de toma de datos ambientales para el control de plagas en cultivos de vid y pera (sustituye la utilización continua de pesticidas por fumigaciones puntuales, con significativa reducción en el uso de productos contaminantes).
- Diseño de maquinaria para estirar cuero, dotada de sofisticados controles electrónicos, que hace ganar entre un 5% y un 7% de superficie (el cuero se vende por superficie).
- Equipamiento electromédico de alta confiabilidad –marcapasos electrónicos programables, equipamiento para braquiterapia, equipos de fisioterapia con sistemas programables para encendido y apagado automático –diseñados y fabricados en el país. Los marcapasos han comenzado a exportarse, en otro tipo de quipos médicos, la ventaja de la producción local radica en diseños innovativos que permiten una reducción muy sustantiva del precio para prestaciones similares a las de la oferta importada.
- Sistemas de telecomunicaciones de pequeño porte y última tecnología.

La lista podría seguir, incluyendo formas novedosas de utilizar métodos biotecnológicos para mejorar cepas vitivinícolas o sistemas radicalmente nuevos para incrementar el rendimiento de calderas alimentadas por leña y materiales de desecho.

[⊗] Michele Snoeck, Judith Sutz, Andrea Vigorito. Tecnología y Transformación: La industria electrónica Uruguay como Punto de Apoyo. CIESU-Ed. Trilce. Montevideo. 1992. Este libro es producto de la investigación Uruguay: Problemas y Perspectivas del Complejo Electrónico en un país pequeño realizado en el CIESU con el apoyo financiero de la Fundación Volkswagen.

La autora es ingeniera electricista, doctorada en socioeconomía del desarrollo. Investigadora de CIESU y de la Universidad de la República Uruguay.

Vale la pena destacar que, más allá de que en la gran mayoría de los casos las empresas en las que se generan estas innovaciones son pequeñas –cosa por cierto no privativa de América Latina- no se trata de artesanado sino de diseño sofisticado a partir de tecnologías de punta. Por dar un último ejemplo del grado de dificultad técnica al que nos estamos refiriendo, mencionemos que en el Uruguay el sistema de conmutación de paquetes que permite la comunicación internacional de datos computador a computador tiene diseño propio y fue enteramente fabricado en el país.

Este énfasis en el diseño propio no debe llevar, sin embargo, a confusiones: no quiere decir que no se importe todo lo que se pueda –componentes microelectrónicas de base, reactivos químicos, equipos de medición de laboratorio, etc.- ni que se deje de atender rigurosamente a las normas internacionales.

Quiere decir si que se es capaz de construir soluciones altamente adaptadas sobre la base de los elementos más estandarizados y de última generación del conocimiento y la tecnología internacionales.

Sumando entonces los argumentos hasta ahora presentados, puede afirmarse que la innovación tecnológica es un desafío fundamental para la región latinoamericana, y que en ésta hay puntos de partida para enfrentarlo. Pero el desafío es demasiado fuerte como para no preocuparse por los apoyos que puedan venir de una voluntad colectiva expresada en políticas públicas de fomento a la innovación. Y allí es donde la debilidad latinoamericana se hace patente. A este aspecto no referimos en la última parte de este trabajo.

3. El contexto innovativo, o cómo pasar de anécdotas a tendencias

No se trata aquí de inventar nada. Se trata más bien de observar y aprender de la multiplicidad de iniciativas de apoyo y fomento de la innovación que se abren permanentemente en sociedades que están mucho más desarrolladas tecnológicamente que las latinoamericanas, por lo que pudiera parecer que lo necesitaran menos. No es así, sin embargo: sólo quien valora realmente el desarrollo tecnológico sabe de la importancia de mantener vigorosa la tendencia innovativa.

¿Cómo pasar de un conjunto de anécdotas, por fijas ideas, en el campo de la electrónica profesional, es decir, del equipamiento para la producción, a una tendencia firme que permita apoyar significativamente la modernización tecnológica del conjunto de las actividades económicas?

Muchas cosas pueden mencionarse, todas ellas viejas conocidas en contextos innovativos maduros. Apoyos tecnológicos para ensayos y certificaciones; extensionismo industrial que eleve la <<cultura técnica>> de los usuarios y, por esa

vía, expanda el mercado; *tradings* que apoyen la apertura de comercializaciones externas; incubadoras de empresas que fomenten la aparición y consolidación de pequeñas empresas altamente innovativas; compras del Estado volcadas, siempre que esto sea posible y aconsejable, a la industria local.

¿Porqué ha sido tan difícil para los estados latinoamericanos liderar iniciativas como éstas? Muchas son las razones, y complejas: parte no menor del subdesarrollo de la región radica en ellas. Pero hay una que se hace particularmente inadmisibile, y es que los gobiernos - y las sociedades en su conjunto - no creen en las capacidades tecnológicas propias de la región por ignorar su existencia. Así, todo esfuerzo dirigido al autoconocimiento tecnológico y a la difusión del mismo es un primer paso imprescindible si se quiere abrir espacios para que crezca la auto confianza, y con ella, la capacidad de diseñar proyectos en que la innovación ocupe el lugar que merece.

Tecnología apropiada e intercambio Sur-Sur en América Latina

Basta de seguir queriendo reinventar la rueda

Harald Gruber

En todos los países latinoamericanos pueden encontrarse los tristes despojos de los proyectos de desarrollo iniciados una vez eufóricamente. Y no se necesita mucho sarcasmo para constatar, primero, que esas ruinas son numerosas, y segundo, que probablemente serán mucho menos interesantes para los arqueólogos que las huellas petrificadas de las grandes culturas precolombinas.

Sin embargo, en ningún modo se trata solo de los pesados gravámenes de millones de inversiones erróneas que hundan todavía más al subcontinente en una crisis de deudas, sino también de los numerosos pequeños monumentos erigidos demostrativamente por los promotores del desarrollo como orientados a la base en “sus” comunidades campesinas

La fórmula mágica se llama “tecnología apropiada” entre tanto término ya bastante degenerado en muchos lugares como impropio, porque los aprendices de mago del desarrollo político, si bien llenos de ideas estupendas pero desgraciadamente sin la profesionalidad necesaria, se pusieron manos a la obra. Tal imagen deberá desaparecer cuanto antes. *“Naturalmente sucedió a menudo y por desgracia Sigue ocurriendo que con unas tenazas y un trozo de alambre alguien se pone a chapucear sin ton ni son y después elogia el resultado como solución alternativa a la costosa alta –tecnología.*

Thomas Rebohle de FAKT (Fördergesellschaft für Angepaßte Techniken in der Dritten Welt), Asociación de Técnicas Apropriadas en el Tercer Mundo, conoce de sobra las experiencias negativas hechas en muchos lugares. Sin embargo Thomas Rebohle también sabe que: *“En muchos casos se trata de soluciones adecuadas a las respectivas situaciones del lugar pero que también han sido investigadas a fondo y probadas con frecuencia”.*

En tal sentido, separar el trigo de la paja es una de las tareas primordiales que se ha propuesto la empresa consultora alternativa FAKT, apoyada por la Iglesia Evangélica y *por Brot für die Welt*. Un ejemplo entre muchos: en Nepal se ha construido una prensa de aceite para cooperativas de pequeños agricultores que es, primero, fácil de transportar, segundo, produce claramente un rendimiento superior respecto a los modelos locales, y tercero, puede ser fabricada y reparada por las empresas ahí establecidas. Los prototipos de esta máquina deberán ponerse ahora también a disposición para proyectos en otros países.

Al mismo tiempo, el trabajo conjunto con ingenieros para concebir nuevas tecnologías es también crucial en los países en vías de desarrollo. Así por ejemplo, en la Universidad de Cochabamba, en Bolivia, especialistas del

departamento de tecnología y ciencias físicas han ideado un secador solar destinado principalmente a zonas rurales. Ya se han realizado experiencias concretas: gracias al secador solar las cooperativas de campesinos de Chaparé, una de las regiones más importantes de Cultivo de coca en Bolivia, han encontrado una alternativa económicamente rentable a la producción de droga. Con el secador solar secan ellos mismos bananas a precios módicos y pueden vender por buen dinero la harina así obtenida como alimento para el ganado o bien elaborarla como papilla para niños

FAKT asesora un proyecto similar en Perú, en las cercanas ce Cusco, donde junto con expertos peruanos en instalaciones pequeñas de energía hidráulica han desarrollado e instalado un secador de café accionado por turbinas. Aquí como allí puede decirse que bajo el lema de “tecnología apropiada” se han encontrado soluciones que ni han sido impuestas desde fuera, ni puede reprochárseles que sean el juguete de un aficionado a la promoción del desarrollo.

Principalmente en el campo de la energía los técnicos alternativos ya han conseguido resultados considerables, sobre todo cuando la transmisión clásica o neoclásica de tecnología Norte-Sur tropieza con dificultades insuperables. No por último en la Conferencia de Río la problemática quedó clara: el desarrollo económico precisa, entre otras cosas, energía; sin embargo, el consumo de energía a nivel mundial perjudica al clima. Y en vez de aprovechar la oportunidad del momento, durante la conferencia mundial los políticos o bien divagaron con insulsas declaraciones de buenas intenciones o se lanzaron lacrimosas imputaciones.

Sin embargo hubo ímpetu también suficiente para transformar las palabras en obras. Hace aproximadamente un año, un grupo lleno de entusiasmo de 30 expertos de toda América Latina y de Alemania realizó un viaje de estudios sobre el tema recuperación de energía en Cuba. Como es Sabido, desde el desmoronamiento del Bloque del Este. a isla atraviesa tiempos amargos. Obsequiados anteriormente con petróleo barato por su gran hermano, la Unión Soviética, ahora los cubanos se ven obligados a pagar la energía importada con sus escasas divisas. Menos por motivos de Interés ecológico que por la pura necesidad económica, a obtención de energía alternativa a partir del sol, el agua, el viento y la biomasa ha pasado a primer plano.

Desde hace ya varios años y a través del programa nacional de instalaciones hidráulicas a pequeña escala se viene promoviendo en Cuba la electrificación, incluso en los apartados pueblos de montaña. Ahora, a apretada situación económica ha a una consecuente expansión de a política energética ecológica.

Resulta claro que tal constelación despierta curiosidad, toda vez que en casi locus los países latinoamericanos los argumentos ecológicos se refutan por la vía lapida precisamente debido a los Supuestos imperativos económicos. Tras dos semanas de ocuparse intensamente del modelo de energía Cubano, los expertos quedaron impresionados por ese concepto y para su propia sorpresa descubrieron

igualmente en detalle algunos ,inconvenientes que tendrán que afrontar a su retorno en sus propios proyectos. Del viaje de estudios surgió pues una red de Contactos latinoamericanos para la energía alternativa.

“Lo que necesitamos es un intercambio de experiencias más estrecho, especialmente a nivel Sur-Sur Pues – y de ello no me cabe la menor duda - todos podemos aprender todavía mucho unos de otros - resumía Jorge Senn. experto argentino en instalaciones hidráulicas a pequeña escala al servicio del SKAT (Schweizer Kontaktelle für Angepasste Technologie), Centro Suizo de Tecnología Apropriada “Simplemente no puede pasar que se intente una y otra vez volver a inventar la rueda. Esa cuesta demasiado tiempo, demasiado dinero y demasiada energía”

No seguir queriendo volver a inventar la rueda sino construir a partir de las experiencias ya conocidas. También Heinz-Peter Mang del departamento de Biogás de la GTZ (*Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit*), Sociedad Alemana de Cooperación Técnica, considera decisivo este aspecto de la transferencia de tecnología apropiada .*“En los años setenta también empezamos con pequeños experimentos para ver si por lo menos funcionaban. Entretanto ya tenemos claro que no se trata de una técnica determinada sino do un impulso integrado”*. Así pues, a quien quiera obtener energía y abonos de alta calidad a partir de materias fecales no le basta con suministrar una instalación fabricada en masa sino que también tiene que considerar las circunstancias del entorno. Para Heinz-Peter Mang es precisamente ahí donde radican tanto el desafío como la gran ventaja del concepto de tecnología “apropiada’.. No es entonces de extrañar que el experto en biogás esté convencido de que en lo sucesivo este aspecto ocupará un puesto central en la ayuda alemana al desarrollo.

Desde nace algún tiempo ya existen impulsos para una cooperación Sur-Sur a través de las correas de transmisión del Norte. Para los expertos en energía latinoamericanos el encuentro en Cuba aportó nuevos estímulos. Bertha Alicia Eufracio, por ejemplo trabaja en la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos en Jalisco, una de las regiones ganaderas mas importantes de México. El abono líquido de tres millones de cerdos, dos millones de ganado vacuno y 42 millones de gallinas ponedoras y pollos de engorde apesta el ambiente y contamina las aguas freáticas, los arroyos y los lagos. Con a ayuda de instalaciones de biogás está planeado reconvertir esas montañas gigantescas de estiércol en calor y abonos ecológicos no dañinos. La ingeniera que realizó sus estudios en Alemania dice. *“Espero que en el futuro los distintos grupos de América Latina activos en el campo del desarrollo de tecnología apropiada trabajen más estrechamente”- y añadió “Pero el contacto entre Europa y América Latina tiene que ser todavía mas estrecho que hasta ahora”*.

No solo mejores contactos Sur-Sur, sino también entre el Sur y el Norte. Thomas Rebohle de FAKT quiere reafirmar esa demanda con otro aspecto: *“La energía apropiada, inclusive la obtención de energía por medios que respeten e medio ambiente. no atañe solamente a América Latina y los demás países en vías*

de desarrollo. También entre nosotros, aquí en Europa y concretamente en Alemania, en este sentido todavía hay muchos terrenos baldíos". En otras palabras: los técnicos alternativos no tienen absolutamente nada en contra de que sus esfuerzos y desarrollos hallen eco no solo aliende los mares sino que también inviten a reflexionar aquí ante las puertas de a propia casa.

Plantas piloto de biogás en Cuba

La secretaria local del Partido, ya dominaba el nuevo lenguaje: “Compañeras y compañeros, hermanos y hermanas, hoy es un día memorable en la historia socialista de nuestro país”. Por su parte, el Pastor Raúl Suárez, Vicepresidente del Consejo Ecuménico de Cuba, dijo: “Qué alegría vivir en un país donde los frutos de la revolución van acompañados del mensaje del Evangelio, aquí donde se abrazan la justicia y el amor al prójimo”. Y su colega de Kiel, Winfried Hohlfeld, encargado del medio ambiente de la Iglesia Nacional Luterana y miembro del comité de distribución de BROT FÜR DIE WELT, citó a Mateo 5, versículo 14: “una ciudad situada en la cima de un monte” en la que podría convertirse Cuba si esta “última isla del socialismo también se abre al compromiso socio-ecológico de las Iglesias”.

En efecto, se trataba de un día especial, no sólo para la pequeña ciudad de provincia Turiguanó en el noreste de la isla. La inauguración festiva de la hasta ahora mayor instalación piloto para la obtención de biogás en Cuba no hubiera sido posible sin las nuevas relaciones, entre, el Estado y la Iglesia. Pues sólo gracias a la intervención del Consejo Ecuménico llegaron al país de la lejana Alemania los 100,000 dólares, tan urgentemente necesitados para la compra de las instalaciones técnicas, en forma de una subvención de la organización caritativa evangélica para los costos de construcción.

Hasta entonces el raudal de materias fecales de más de 1,000 cabezas de ganado vacuno para engorde contaminaba el lago cercano. En lo sucesivo, el estiércol sólido y líquido serán reconvertidos en abono y biogás no dañinos para el medio ambiente. Así, sólo en esa cooperativa de producción podrán ahorrarse anualmente unas 6,000 toneladas de gasoil. Un buen motivo para reflexionar acerca de proyectos similares.

Pues por lo menos desde que la cumbre del Partido tuvo que abandonar oficialmente los ambiciosos planes de construcción de una central nuclear propia, los expertos de la Comisión Nacional de Energía buscan febrilmente una solución para la catastrófica escasez de energía en el país. La estrategia a seguir hace palpar agitadamente los corazones de algunos protectores del medio ambiente. Si dependiera de los cuadros demandados de La Habana (y en Cuba todo depende, de los cuadros de La Habana), una red de pequeñas centrales descentralizadas deberá cubrir en breve toda la isla. Para ello deberán utilizarse, en primer lugar las llamadas “fuentes de recuperación de energía”. sobre todo centrales hidráulicas y, donde sea posible, energía solar.

Ya pueden apreciarse los primeros éxitos: en los pasados cinco años han sido construidas más de 200 pequeñas y pequeñísimas centrales de energía hidráulica con un rendimiento de unos 8.5 megavatios. En la actualidad están en construcción o deberán incluirse en la red otras 50 instalaciones. Jorge Senn, experto argentino en centrales hidráulicas a pequeña escala, que coordina

actualmente las actividades en este campo para toda América Latina, no puede ni quiere disimular su respeto: “En toda América Latina, Cuba tiene con mucho el programa de difusión más avanzado de centrales hidráulicas a pequeña escala. Este adelanto merece ser tanto elogiado como apoyado”. Jorge Senn ve todavía una cierta demanda de los técnicos cubanos, sobre todo en el marco de la rentabilidad económica y del desarrollo de turbinas. Una demanda que puede ser saciada a través de una mayor transferencia de know-how tanto desde Europa como también con los programas latinoamericanos de MHE.

Por otra parte, hay suficientes campos en los que los cubanos también tienen algo que aportar. Así por ejemplo, en Cuba se fabrican en colaboración con una empresa española paneles solares destinados a la exportación a otros países latinoamericanos, Y el centro de investigación de tecnología solar, eólica y de biogás de Santiago de Cuba trabaja en un programa de utilización indirecta de la energía solar para el cultivo de algas. Por un lado, a fin de obtener forraje rico en proteínas a partir del pestilente estiércol porcino, y por otro lado, para producir, gracias a determinados microorganismos, aditivos vitamínicos para la alimentación humana.

Citando una vez más a Jorge Senn: “Si consideramos la situación más detalladamente es muy posible que a corto o largo plazo otros países también los países industrializados -se verán igualmente obligados a seguir el camino cubano. Bien sea debido a la extinción de las fuentes tradicionales, de energía- o bien porque, los motivos ecológicos obligan a ello”.

HIDRORED: algo más que una revista.

¿Qué tienen en común - digamos - Nepal y América Latina? Exacto, las altas montañas.

Con Indonesia y Camerún ya resulta más difícil. Y sin embargo ingenieros y constructores de maquinaria tienen, por lo menos en un punto, mucho que decir., a saber, en lo referente al suministro descentralizado de energía en áreas rurales. Concretamente sobre el tema de centrales hidráulicas a pequeña escala.

Desde hace algunos años la revista "HYDRONET" - ."HIDRORED" en su versión en español-está al servicio del intercambio a escala mundial de experiencias concretas, resultados de experimentos y nuevos desarrollos técnicos.

HYDRONET/HIDRORED brinda a la vez que una plataforma, una obra de consulta para personas interesadas, que a menudo en la práctica - en los más recónditos lugares de la tierra - tienen que vérselas con los mismos problemas para los que sus colegas en otros lugares quizá ya han encontrado la solución. Sin embargo HYDRONET/HIDRORED es algo más que una revista de expertos para expertos que aparece tres veces al año. Sus editores - entre otros la "Asociación de Técnicas Apropriadas" alemana (FAKT), el "Centro Suizo de Tecnología Apropriada" (SKAT), la organización inglesa "Tecnología Intermedia, Grupo de Desarrollo" (ITDG) y también la alemana "Cooperación Técnica Alemana" (GTZ/ GATE) - se consideran además representantes de los intereses, y lobby para la utilización ecológica de las "fuentes" de energía obtenibles in situ, en el sentido literal de la expresión.

Así, junto a informes sobre experiencias y consejos prácticos - escritos en su mayoría por los ingenieros de los respectivos proyectos - se encuentran también generalmente artículos sobre las condiciones económicas del entorno, ya que en tal sentido se dan verdaderas success-stories sobre talleres locales de turbinas. así como reflexiones sobre proyectos que debido a las circunstancias económicas corren el riesgo de fracasar.

"Hay que decirlo con toda claridad: en el tema de las pequeñas centrales hidráulicas descentralizadas el problema no es tanto la tecnología, sino más bien las condiciones, básicas" dice el redactor en jefe Reinhold Metzleir, de profesión ingeniero- constructor de maquinaria y como tal colaborador en varios proyectos de pequeñas centrales hidráulicas en Bolivia, Perú, Brasilia y Nepal. "La técnica de turbinas ya está madura, resulta por lo general asequible y los talleres locales en todo el mundo también pueden dominarla a condición de que exista una planificación bien pensada y adaptada a las respectivas realidades. El motivo por el que ciertos proyectos completamente razonables no llegan a realizarse se debe a la falta de modelos de financiación y a la dificultad para conseguir las elevadas inversiones iniciales".

¿ De qué le sirve por ejemplo a una cooperativa de agricultores de café saber que una instalación accionada con turbinas puede resultar a largo plazo más rentable que un generador a gasoil, si no dispone del capital inicial para adquirir tal instalación de turbinas? Prescindiendo por completo de ello, debido a la incertidumbre de las previsiones económicas en muchos países en vías, de desarrollo, las inversiones en tecnología resultan mucho más difíciles de calcular que en los países industrializados.

Finalmente, HYDRONET/ HIDRORED se considera portavoz de una tecnología que gracias al trabajo conjunto internacional puede indudablemente ofrecer, solo con leerla, una mayor aportación al medio ambiente y al desarrollo que lo realizado hasta ahora. La pregunta acerca de hasta cuándo podrán seguir permitiéndose muchos países latinoamericanos pero también en otras partes del mundo subvencionar el precio del gasoil, se plantea normalmente con bastante mala gana.

Quien se interese por HYDRONET o por su versión en español "HIDRORED", entretanto editada en Lima, he aquí las direcciones de contacto:

HYDRONET, Reinhold Metzler, Stephan Blattmann Str. 11, D - Furtwangen, Alemania, Fax: -49 7723 5373

HIDRORED, Alfonso Carrasco, ITDG Perú, Casilla Postal 18-0620, Lima, Perú, Fax: 51 14 466621 ..

TECNOLOGIA APROPIADA.

MASKER James E., Tecnología apropiada en *Más allá de las escuelas, educación para el desarrollo económico, social y personal*, Reed Horace B. y Loughran Elizabeth, Gernika, México, 1992, pp.139-173.

El movimiento de tecnología apropiada es un fenómeno global que proporciona una alternativa teórica y práctica para el paradigma económico prevaleciente de capitalismo intensivo e industrial. Desde sus orígenes en Inglaterra, hace menos de veinte años, este movimiento ha cautivado la imaginación y la lealtad de un grupo diverso de especialistas en el desarrollo. De hecho, sus simpatizantes incluyen una gama tan amplia de ingenieros y científicos, dirigentes políticos, educadores comunitarios y reformadores sociales que, entre quienes se autodenominan especialistas en tecnología apropiada, son pocos los acuerdos logrados sobre cuáles deben ser sus metas y estrategias de implementación particulares. No obstante, éstos no es extraño para un movimiento que se basa en una crítica del mundo con temporáneo

Este ensayo intenta analizar el movimiento de tecnología apropiada desde la perspectiva de los grupos y organizaciones de base comunitaria que se ocupan de la misma en Estados Unidos. Considerando que esta perspectiva es, abiertamente, un estrecho segmento del espectro sobre tecnología apropiada, se realizará un esfuerzo para ubicarlo dentro del contexto del movimiento global, de tal modo «que, el lector obtendrá el conocimiento de una perspectiva mientras que, al mismo tiempo, será introducido a los orígenes y la diversidad del movimiento. La primer sección describe brevemente los aspectos principales de la crítica al mundo contemporáneo que realiza el movimiento de tecnología apropiada. La siguiente sección, titulada *Definiciones* intenta desarrollar los extremos de un *continuum* que será útil para comprender los diversos aspectos, teóricos y prácticos, del movimiento. La tercera sección, *Distinciones* analiza el mencionado *continuum* en el contexto de los grupos y organizaciones de tecnología apropiada, con base comunitaria, en Estados Unidos. Las siguientes dos secciones, *Teoría del cambio social* y *Teoría del aprendizaje*, examinan los extremos del *continuum* con el objeto de proporcionar una perspectiva de los dos campos principales del movimiento. Las secciones sobre temas recurrentes y variables de implementación se enfocarán nuevamente a los programas de base comunitaria en Estados Unidos. La última sección, *Referencias*, proporciona al lector una extensa lista del material impreso para un estudio ulterior sobre el movimiento de tecnología apropiada en Estados Unidos y en el mundo.

ORIGENES

El movimiento de tecnología apropiada en Estados Unidos surgió a mediados de la década de 1970, a partir de una crítica a la sociedad contemporánea que se había intensificado durante los años de 1950 y 1960. Esta crítica estaba dirigida al impacto que el paradigma económico prevaleciente causaba sobre el medio ambiente, la estructura sociopolítica y los valores éticos de la nación, así como su

tendencia sobre la comunidad global. Esta sección del ensayo describe brevemente seis temas principales de esa crítica. La comprensión de los alcances de la discusión crítica es esencial para la interpretación de las diversas distinciones al interior del movimiento, que serán expuestas en secciones posteriores.

Limitaciones de recursos.

En primer lugar, la premisa fundamental que subyace al modelo de crecimiento económico consiste en la disponibilidad ilimitada de recursos naturales. La experiencia de estos últimos veinticinco años ha puesto seriamente en duda, este supuesto. En los años de 1950, M. King Hubbert, un geólogo de una compañía petrolera, predijo que la producción mundial de petróleo crudo culminaría y declinaría hacia el último cuarto de este siglo. Para la época en que sus proyecciones se convirtieron en una realidad, a mediados de 1970, el debate sobre las limitaciones para el crecimiento se hallaba abierto. La combinación de una producción industrial creciente y una base poblacional en rápida expansión habían creado una situación en la cual los recursos naturales no renovables, cuya formación tomó cientos de millones de años, estaban siendo esquilados en un lapso de unas pocas décadas.

Mientras que, por un lado, esta tendencia presentaba evidentes complicaciones para el futuro de la economía norteamericana, por el otro, el hecho de que Estados Unidos, con el seis por ciento de la población mundial, consumiera más del treinta por ciento de la producción anual en recursos mundiales, tenía serias implicaciones internacionales. Un investigador estimó que si las naciones en desarrollo incrementaran la utilización de sus recursos a sólo la mitad de lo que consumía Estados Unidos, necesitarían aproximadamente el trescientos por ciento de la producción mundial anual (Diwan y Lingston 1979). Esto constituye una evidente imposibilidad. Esta desigualdad global en el empleo de recursos naturales que se agotan rápidamente indica que se producirán crecientes tensiones internacionales en los próximos años.

Limitaciones ambientales

En segundo lugar, se hizo evidente que nuestro sistema económico traía aparejadas serias consecuencias ambientales. Las investigaciones indicaron que el aire, el agua y el suelo estaban alcanzando -si es que ya no los sobrepasaban- los márgenes de tolerancia natural. Todo organismo biológico produce desperdicios. Generalmente estos desperdicios son reabsorbidos en el medio natural como nutrientes para otros organismos. Muchos de los desperdicios que produce nuestra nación no son reabsorbibles por la biósfera, sino que permanecen en el ambiente como toxinas letales. La combustión de energéticos de origen fósil, por ejemplo, tiene serias consecuencias para el medio ambiente. El ácido sulfúrico es llevado por el aire y se precipita a la tierra en la lluvia y la nieve. Las investigaciones han demostrado que en algunos lagos la vida vegetal y animal está desapareciendo, los edificios de concreto se erosionan prematuramente y el agua se está

contaminando. De igual modo, los combustibles de origen fósil desprenden cantidades significativas de dióxido de carbono que queda en el aire, causando una tendencia hacia el incremento global de la temperatura, lo cual podría conducir al derretimiento de los glaciares y de las capas de hielo polares. Se están produciendo toxinas químicas letales y desperdicios nucleares que permanecen activos por más de 50.000 años. Estos productos causan cáncer y otros serios padecimientos físicos a medida que se filtran en el aire y en el agua.

Anualmente, son erosionados millones de acres de las preciosas capas superiores del suelo, convirtiéndolas en inútiles para la agricultura. Esto se debe a la tendencia de las grandes corporaciones agrícolas a enfatizar el desarrollo del monocultivo el cual deja al suelo sin trabajar y desprotegido durante largos periodos del año. La irrigación en áreas donde existen pocas aguas superficiales produce sales que disminuyen la fertilidad de la tierra. Las aplicaciones masivas de fertilizantes y pesticidas derivados del petróleo forman químicos tóxicos en las corrientes de agua.

Limitaciones sociales

En tercer lugar, los especialistas en tecnología apropiada consideran que la naturaleza tecnocrática y elitista de nuestro sistema económico es otra deficiencia sociopolítica. A su entender, la tecnología moderna es altamente sofisticada por lo cual requiere años de escolaridad formal y de una élite preparada, especializada para diseñar, fabricar y operar las computadoras, los robots y la infraestructura organizativa. Estos especialistas trabajan a las órdenes de quienes proporcionan la iniciativa y el capital. De ahí que también exista una élite de propietarios cuyos intereses se hallan estrechamente ligados a la obtención de ganancias y a la formación de capital.

Las élites capitalistas, tecnocráticas y empresariales inciden profundamente en la toma de decisiones políticas, tanto a nivel local como en el internacional. Un investigador señala que el ciudadano común se encuentra aislado del proceso político que afecta su vida debido a que las decisiones políticas le son presentadas como decisiones técnicas complejas, accesibles únicamente a los expertos (Dickson, 1979). Dada su posición especial, dichos expertos tienen un acceso preferencial a las representaciones políticas, ya sean éstas elegidas o impuestas, y a los medios de comunicación nacionales. Por ello, los intereses financieros de la élite tienden a recibir una mayor atención, en el análisis final, que los intereses relacionados con la estabilidad de la comunidad, la calidad del medio ambiente y la administración de los recursos naturales.

Limitaciones económicas

En cuarto lugar, investigaciones recientes han puesto en evidencia que una economía basada en el capitalismo intensivo y en la alta tecnología crea, en realidad, el desempleo más que la expansión de las fuentes de trabajo. Durante

años se creyó que existía una correlación positiva entre el nivel de empleo y el incremento en el consumo de recursos. El factor intermediario estaba dado por el poder de la economía, medido según el producto nacional bruto (PNB). Sin embargo, a medida que el PNB crecía tanto en las naciones industrializadas como en los países en desarrollo, disminuía el número de trabajadores en las industrias existentes y se incrementaba el número de desempleos. Esta tendencia se produce debido a que las tecnologías del capitalismo intensivo sustituyen al trabajo humano.

Por ejemplo, desde 1920, se ha cuadruplicado el uso de la energía para la agricultura, mientras que el empleo se ha reducido a la mitad. En el periodo transcurrido entre 1949 y 1969, la productividad de la industria del acero norteamericana se elevó en 45%, mientras que su fuerza de trabajo decreció 20%. La productividad en el conjunto de los sectores manufactureros y agrícolas aumentó 250% entre 1959 y 1971, mientras que se perdieron medio millón de empleos (Quammen, 1980).

La situación es aún más grave en los países en desarrollo, donde las tecnologías, por lo general, se importan de los países industrializados. Un investigador describe vívidamente cómo cinco mil zapateros se vieron obligados a abandonar su trabajo cuando se importaron dos máquinas inyectoras para moldear plástico a un país norafricano. Estas máquinas costaron cien mil dólares y dieron empleo a sólo 40 operadores. Aún más, mientras que los productos de cuero eran adquiridos anteriormente de los ganaderos locales, el plástico requerido para las máquinas debía ser importado del exterior y los propietarios locales no contaban con expertos nacionales para reparar las máquinas cuando éstas se descomponían (Dunn, 1979).

Las ganancias se incrementan cuando el capital reemplaza al trabajo humano, debido a que las máquinas pueden trabajar más rápido y causan menos intranquilidad laboral, pero los empleos disminuyen. Esta situación produce presiones sobre los servicios sociales y sobre los programas de ingresos gubernamentales.

Limitaciones en cuanto a dependencia

Una quinta crítica que los investigadores en tecnología apropiada exponen con frecuencia se refiere a las diversas formas de dependencia que se desarrollan en las sociedades industriales debido a la tendencia hacia la centralización en la producción, distribución y toma de decisiones. Estas dependencias son consideradas como el resultado de un giro hacia la centralización de las infraestructuras el cual debe ser revertido si se pretende que los ciudadanos y las comunidades tengan control sobre sus necesidades básicas y sobre su futuro (*Design Alternatives*, 1978). Por ejemplo, los precios del combustible para cohetes espaciales han creado poderes industriales demasiado conscientes de su vulnerabilidad como para permitir que la toma de decisiones económicas y políticas se realice fuera de sus fronteras territoriales.

Una ciudad como Detroit es tan dependiente de la industria automovilística que las amenazas de cierres o despidos provocan el inmediato apoyo de los sindicatos a la intervención del Gobierno federal para que éste, en nombre de la protección al trabajo, saque a flote a las compañías en dificultades. Hace unos pocos años, el alcalde de una importante ciudad de Estados Unidos se vio obligado a hacer un llamado público para que los vecinos redujeran el consumo de agua. Unos días más tarde, apareció nuevamente en los medios de comunicación para pedir a los ciudadanos que comenzaran a usar *más* agua. El problema consistía en que los vecinos habían hecho acopio de una gran cantidad de agua y la compañía hidráulica enfrentaba la posibilidad de no percibir la ganancia que se le había asignado a menos que se incrementara el consumo. La compañía había invertido tanto capital en tecnología e ingenieros hidráulicos, así como en personal de apoyo, que, aún cuando la ciudad demostró que podía utilizar menos agua, la dependencia de la compañía y de los vecinos hacia la tecnología obligaba a que se consumiera más agua que la requerida.

Una huelga de recolectores, y transportadores en California implica la carencia de frutas o verduras en Nueva Inglaterra. Una huelga de los recolectores de basura o de la policía en una ciudad importante significa que faltarán servicios esenciales hasta que se solucionen los problemas políticos y económicos.

La agricultura norteamericana depende totalmente de los combustibles de origen fósil. Las prácticas de monocultivo requieren cantidades excesivas de fertilizantes y pesticidas para alcanzar los niveles de productividad de los recientes años. Por ejemplo, desde la segunda guerra mundial, las granjas de Illinois casi duplicaron sus niveles de producción de maíz. Sin embargo, para lograr este incremento debieron aumentar cuarenta veces el empleo de fertilizantes químicos. La utilización de insecticidas se elevó diez veces, aún cuando se duplicaron las cosechas perdidas a causa de los insectos. Estas cantidades significan que la tierra no puede producir los niveles alimenticios actuales sin una inversión masiva de combustibles de origen fósil. Cualquier disminución en la disponibilidad de éstos o cualquier aumento en sus precios afectarán drásticamente el costo y la producción de los alimentos.

Limitaciones psicológicas y comunitarias

La sexta área de preocupación entre los especialistas en tecnología apropiada está relacionada con el colapso de la comunidad y la creciente alienación personal, producidos por nuestros sistemas económicos. Mientras que la metáfora "la tierra como nave espacial, de Buckminster Fuller, proporciona una útil visión sobre la fragilidad del medio ambiente y la unidad del reino humano en este planeta, también describe la realidad de una economía interdependiente global. El resultado de esta última en las comunidades individuales es la decadencia de las instituciones comunitarias que anteriormente satisfacían las necesidades básicas de los residentes locales.

Las cadenas nacionales de alimentos obligan a que los propietarios de las pequeñas verdulerías locales cierren sus negocios, lo cual implica que los pequeños productores de la región dejan de tener acceso a los mercados locales. Los ciudadanos tienen escaso control sobre los costos de los combustibles o sobre la posibilidad de adquisición de mercancías en un sistema donde los productores y los consumidores están separados por miles de millas de océano y de infraestructuras empresariales. Los recientes intentos realizados en este país sobre administración comunitaria de energía a menudo resultaron inútiles y de poca trascendencia debido a que los recursos y la toma de decisiones se encontraban fuera de sus jurisdicciones políticas.

Una sociedad altamente centralizada, tecnocrática, convierte a los individuos en unidades aisladas que intercambian su trabajo por un sueldo para adquirir aquello que necesitan. Los individuos y las familias se transforman en consumidores dependientes, carentes de la capacidad o de los conocimientos para abastecer sus propios requerimientos en alimentos, vestidos, vivienda y energía. La mayoría de los trabajadores no tienen la satisfacción de ver una labor completa o de tener una incidencia directa, cotidiana, en su propia sobrevivencia.

Muchos investigadores ven el aumento de numerosas enfermedades sociales (crimen, enfermedad mental, drogadicción separación de familias, etc.) como indicadores concretos del colapso del sentido de comunidad y de la creciente alienación personal (Clinton, 1977).

A pesar de que son numerosos los temas frecuentemente tratados por los especialistas en tecnología apropiada, los seis descritos aquí constituyen los estudiados con mayor consistencia. Estos proporcionan al lector una visión general de la naturaleza y el alcance de la crítica a nuestro sistema económico y social contemporáneo, lo cual le será de ayuda para comprender las definiciones y las distinciones del movimiento de tecnología apropiada.

Definiciones

¿Que es tecnología apropiada?

Eso depende de lo que estemos tratando de hacer.

Schumacher 1975

Es difícil llegar a una definición única que pueda aplicarse a todos los individuos, organizaciones y programas involucrados en el movimiento de tecnología apropiada. Esto se debe, principalmente a los profundos desacuerdos que existen entre los simpatizantes del movimiento sobre el énfasis que debe darse a los diferentes aspectos de la crítica, a las metas adecuadas del desarrollo de las tecnologías apropiadas y a la relevancia de las distintas estrategias de implementación para la difusión de tecnología. Estas discrepancias se agudizan cuando se intenta examinar la profusión de proyectos educativos que constituyen la esencia de una serie de programas y organizaciones de tecnología apropiada.

Un *continuum* en tecnología apropiada

A pesar de que existe divergencia de opiniones entre los simpatizantes del movimiento sobre las metas, desarrollo y difusión de la tecnología apropiada, es posible construir un *continuum* que ayude a clasificar a los distintos participantes del movimiento. Esta sección del ensayo explora los elementos significativos de los extremos del *continuum*. El lector debe comprender, primero, que los arquetipos aquí descritos están tomados de las fuentes bibliográficas. Muy pocos de los individuos, programas u organizaciones que practican en el terreno los principios de la tecnología apropiada podrán ubicarse totalmente en uno u otro extremo del *continuum*. En la siguiente sección,, *Distinciones*, se describe, en el contexto del *continuum*, un grupo de programas de tecnología apropiada, con base comunitaria, que tienen lugar en Estados Unidos, con el fin de demostrar el alcance y las sutilezas de las estructuras de implementación educativa y de difusión que se producen en el movimiento. Dos investigadores, Rybczynski (1980) y Dickson (1979), proporcionan las descripciones más claras de los dos campos primarios en que se divide el movimiento. El primero utiliza los términos de evolución y revolución, mientras que el segundo desarrolla una dicotomía similar, empleando los conceptos de reforma y cambio.

Un enfoque evolutivo

En un extremo del *continuum* se ubican los simpatizantes del movimiento que sustentan una orientación evolutiva / reformista. Estos individuos estarían de acuerdo en que nuestro sistema económico, tanto nacional como internacionalmente, enfrenta limitaciones en cuanto a recursos y medio ambiente, creando tensiones que impiden la armonía e interdependencia del mundo. Tales limitaciones son el resultado de tecnologías que desperdician los recursos naturales y provocan una contaminación innecesaria del medio ambiente. Considerarían al desempleo como el problema social fundamental del que derivarían la mayor parte de los otros males de la sociedad. El desempleo tendría su origen no sólo en un crecimiento económico incapaz de seguir el rápido ritmo de expansión de la base poblacional, sino también en el desplazamiento del trabajo humano por tecnologías del capitalismo intensivo.

Los simpatizantes de la evolución / reforma consideraría como metas primarias de la actividad económica el incremento del producto nacional bruto de un país, el aumento de las fuentes de trabajo y la diversificación de los beneficios de la riqueza hacia una cantidad cada vez mayor de gente. Aunque existiría cierta preocupación sobre la necesidad de incrementar el número de pequeñas empresas y limitar el crecimiento de las corporaciones multinacionales, la propiedad tradicional y las estructuras administrativas seguirían siendo las mismas. La inquietud básica de la perspectiva evolutiva / reformista no sería las metas del paradigma económico tradicional, pues éstas se mantendrían como válidas; más bien, la inquietud se enfocaría a la necesidad de desarrollar o reformar las tecnologías con las cuales obtener esas metas. De ahí que para este grupo la

tecnología apropiada se relacione en forma básica con la investigación en ingeniería y tecnologías duras (*hardware*) para el desarrollo y la propagación de tecnologías específicas que preserven los escasos recursos, minimicen los efectos sobre el medio ambiente y creen fuentes de trabajo.

Este extremo del *continuum* se originó con EF. Schumacher y lo que, al principio, se denominó tecnología intermedia. Schumacher y sus colegas en Inglaterra se hallaban preocupados primordialmente por los problemas inherentes a la transferencia de tecnología hacia el tercer mundo; los principios del movimiento de tecnología intermedia permanecieron intactos cuando el término *apropiada* reemplazó a *intermedia*, y el movimiento se expandió hacia Estados Unidos en los inicios de la década de 1970. El mundo de Schumacher estaba determinado tecnológicamente. Debido a que la tecnología configura los valores y la forma que toma el mundo, los problemas de recursos, medio ambiente y sociales que se derivan de la tecnología pueden resolverse mediante el diseño y la propagación de nuevas y más tecnologías apropiadas. Los fundamentos básicos de una sociedad y la economía no necesitan ser cuestionados o alterados para mejorar las condiciones de una nación y de sus habitantes. Este problema será examinado más detalladamente en la sección sobre cambio social.

Dunn da un popular ejemplo sobre lo que sería la tecnología apropiada en la perspectiva evolutiva / reformista (Dunn, 1979). Unos empresarios en Zambia necesitaban una incubadora que pudiera producir doce millones de bandejas de huevos por año y que costaba 150.000 libras. Esta máquina tenía una productividad muy alta y era demasiado cara para los zambianos. Un graduado de la Escuela Real de Artes de Inglaterra tomó el proyecto como parte de su programa de maestría. Logró diseñar y desarrollar una incubadora más pequeña y económica que producía 300.000 bandejas de huevo por año y que costaba 8.000 libras. Para esta máquina se emplearon más zambianos, que suministraban el millón de bandejas de huevo que necesitaba el país, de los que se hubieran empleado con la incubadora que producía doce millones de bandejas anuales por, aproximadamente un veinteavo del costo. La incubadora fue exportada a otros países que necesitaban las máquinas más pequeñas.

En Estados Unidos, se han llevado a cabo esfuerzos para promover la conservación de la energía y los recursos energéticos renovables. Como un medio para preservar los mermados combustibles de origen fósil, reducir su efecto dañino sobre el medio ambiente y estabilizar el costo de los alimentos, de la calefacción ambiental y del agua caliente para las familias. Se han llevado a cabo numerosos estudios en los cuales se demuestra que la inversión en la conservación y la renovación de energía tiene consecuencias más beneficiosas en cuanto a recursos, medio ambiente y creación de fuentes de trabajo de los que se obtienen mediante la inversión en otras tecnologías del capitalismo intensivo y la producción de energía. De ahí que muchos empresarios hayan comenzado a investigar, desarrollar y comercializar tecnologías de conservación y solares. Aunque grandes corporaciones, como Exxon y Grumman, han hecho inversiones en tecnologías para calefacción solar del aire y el agua existe un número mucho

mayor de pequeñas empresas que han comenzado a actuar como propagadoras de estas tecnologías apropiadas en las comunidades locales.

La definición de tecnología apropiada promovida por el Departamento Estadounidense de Energía podría constituir un buen ejemplo del extremo evolutivo / reformista del *continuum*. Según éste, la tecnología apropiada “se produce a pequeña escala, es simple para instalar, operar y mantener: es de bajo costo y durable; desarrolla nuevas aplicaciones para las tecnologías existentes; tiene efectos positivos sobre el medio ambiente; satisface necesidades locales”

Un enfoque revolucionario

En el otro extremo del *continuum* se ubican los simpatizantes de la tecnología apropiada como revolución/cambio. Estos individuos darían relevancia a todos los aspectos de la discusión crítica, particularmente a aquellos que se refieren a las condiciones sociales, políticas y éticas. Se opondrían a las metas económicas relacionadas con aumentar al máximo la producción y el consumo, y ubicarían como objetivos primarios del sistema económico el bienestar humano y la autosuficiencia de la comunidad. La calidad de la vida, en lugar de la calidad productiva, constituiría la medida esencial del éxito económico.

En lugar de que sean las corporaciones privadas quienes determinen las necesidades humanas y las soluciones tecnológicas para esas necesidades, los simpatizantes de la revolución/cambio considerarían esencial la participación de los individuos en la diagnosis de los problemas comunitarios y en la planificación de las acciones. Una vez que las comunidades hayan determinado la dirección de su propio desarrollo, los recursos naturales, las tecnologías y el trabajo humano se acomodarían al logro de estos objetivos. La armonía y la estabilidad duradera de la comunidad constituirían metas vitales. El desarrollo debería circunscribirse a las necesidades humanas locales y no a la acumulación privada de la riqueza. La producción satisfecería necesidades locales y regionales, y no intereses consumistas, nacionales o internacionales.

Los simpatizantes de la revolución/cambio rechazarían el determinismo tecnológico de la perspectiva evolutiva / reformista. Sostendrían que los problemas que enfrenta el mundo actual están causados principalmente, por la estructura económica, política y social, la cual determina la forma en que se presenta la tecnología. Esta es, en y por si misma, neutral; una manifestación directa de los valores sociales. Su desarrollo y reforma no afectarán radicalmente a una sociedad, salvo en lo referente al fortalecimiento ulterior del paradigma económico preponderante, el cual mantiene los patrones existentes de dominio y control, así como la dicotomía de intereses entre trabajadores y propietarios.

Por ello, la perspectiva revolucionaria / de cambio implica que toda tecnología tiene dos aspectos: *hardware* / técnico y *software*/ procesual. Este último componente se refiere a las formas en que la estructura sociopolítica se organiza para producir, distribuir, consumir tecnologías o subproductos de éstas, los cuales

son bienes de consumo. Por ejemplo, una cooperativa de alimentos constituye una tecnología softwareprocesual desarrollada para promover una filosofía particular sobre las maneras en que la gente debe interactuar entre sí cuando satisface sus necesidades básicas. Por ello, la tecnología apropiada en este extremo del *continuum* enfatiza tanto los componentes técnicos como los procesuales.

Los especialistas en tecnología apropiada para la revolución cambio rechazarían a la incubadora de Zambia como un ejemplo de tecnología apropiada por dos razones. Primero, la máquina fue diseñada y fabricada en un país industrial para ser vendida a un país en desarrollo. No se transfirió la experiencia científica, ingenieril y técnica, sino sólo el producto técnico final. Por ello, no se fomentaron las potencialidades autóctonas en cuanto a investigación y desarrollo. En segundo lugar, la incubadora era propiedad de empresarios, no de la comunidad adonde se había producido el desplazamiento de empleos. De ahí que no sólo hubiera gente despedida de sus trabajos, sino que, además, las ganancias de la productividad de la máquina eran para los propietarios privados y no para mejorar la calidad de la vida en la comunidad afectada.

La definición de tecnología apropiada propuesta por Tom Bender (*RAIN*, 1975) podría ser un buen ejemplo para el extremo revolucionario/ de cambio del *continuum*. Aquel señala que la tecnología apropiada es:

Una tecnología que opera eficientemente dentro de los niveles y patrones de actividades que se sustentan con fuentes renovables de energía y reciclaje de materiales;... permite un fácil control de los sistemas político, económico y social;... fomenta la equidad, la independencia, la integridad, la estabilidad y otros valores pertinentes para una sociedad sana y durable;..., y permite que la propiedad de los medios de producción esté en manos de quienes realizan el trabajo.

DISTINCIONES

La sección anterior examinaba las principales diferencias de definición que se producen en el movimiento de tecnología apropiada mediante el desarrollo de los extremos de un *continuum*. Esta sección describe las sutiles variantes del *continuum* en el contexto de los Programas y organizaciones de tecnología apropiada, con base en la comunidad, que tienen lugar en Estados Unidos y que buscan difundir información técnica entre el público por medio de estrategias comunitarias de educación. El propósito de estas descripciones es demostrar que a pesar de que entre los teóricos e investigadores se encuentra una amplia gama de opiniones sobre los objetivos particulares de la tecnología apropiada, el espectro se reduce considerablemente cuando los practicantes intentan difundir la información y las experiencias en el clima sociopolítico de este país.

La naturaleza evolutiva de la tecnología apropiada en Estados Unidos

Existe poco lugar para la educación de base comunitaria en el extremo evolutivo / reformista del *continuum*. Desde esta perspectiva, la tecnología apropiada se preocupa por la investigación, el desarrollo y la comercialización de la tecnología. El único papel de la educación se encuentra en el contexto de la información sobre ventas al consumidor. Aún cuando se desarrolla una tecnología a escala comunitaria tal como una central generadora o una planta procesadora de basura para producir metano, es poca la educación que se dirige a toda la comunidad. Generalmente, una firma constructora determina el tamaño de la base poblacional requerida para justificar a una tecnología y contacta a los funcionarios gubernamentales o planificadores con el fin de venderles la idea de adquirir la tecnología para su comunidad.

Por otro lado, la educación con base comunitaria constituye un elemento esencial para el extremo revolucionario de cambio del *continuum*. Desde esta perspectiva, los integrantes de una comunidad se educan continuamente a si mismos acerca de las condiciones sociales, políticas, económicas, ambientales y de recursos en las cuales viven. Los vecinos buscan permanentemente cambios en los valores y en los estilos de vida que puedan disminuir la pobreza, las distinciones de clase, los daños al medio ambiente y la depredación de los recursos de su comunidad. Junto con esta actividad educativa software / procesual se encuentra la educación relativa a la investigación, desarrollo y difusión de tecnología en toda la comunidad, la cual proporcionará el material técnico necesario para la consecución de los valores y estilos de vida previamente determinados por la colectividad. Así, desde este punto de vista, se produce tanta educación organizativa como tecnológica.

Fuerzas conservadoras

A pesar de la gran variedad de formas en que se practica la educación en tecnología apropiada con base comunitaria en Estados Unidos casi ninguna de ellas se ajustaría al ideal de la perspectiva revolucionaria / de cambio. Existen varias razones para ello. La primera es que las limitaciones de nuestra sociedad configuran la dirección en que se difunde el movimiento de tecnología apropiada. Los individuos y las familias se interesan en reducir los gastos de la vida doméstica, y no en cuestionar los fundamentos económicos, políticos o sociales de nuestro país. La mayoría considera que esos fundamentos son fuerzas valiosas que ayudan a la conformación de los logros tecnológicos y económicos de nuestra nación. En segundo lugar, muchos partidarios de la tecnología apropiada en este país se hallan preocupados fundamentalmente por la conservación de los recursos, la integridad del medio ambiente y la autosuficiencia. A pesar de que esta última es a menudo conceptualizada en el contexto de una perspectiva social, como autosuficiencia de la comunidad la implementación práctica de esta noción se realiza, generalmente por medio de programas cuyo objetivo son los individuos o las familias. En consecuencia, las organizaciones de tecnología apropiada se dedican comúnmente a desarrollar programas para los individuos y las familias, los cuales proporcionan información y experiencia sobre tecnologías específicas, orientadas a conservar los recursos, mejorar el medio ambiente y reducir los

gastos familiares. En tercer lugar, las fuentes económicas comunes para los programas sobre tecnología apropiada en Estados Unidos —gobiernos federales, estatales o locales— no consideran que el cambio económico o político radical constituya una prioridad fundamental. Tienden a actuar como una fuerza conservadora, alejándose del extremo revolucionario / de cambio del *continuum*. Asimismo, los casatenientes y los inquilinos desean información técnica específica para su dinero, y no teoría política o ética. Las empresas que suministran los elementos y productos esenciales para la construcción e instalación de tecnologías prefabricadas no fomentarían la propiedad comunitaria de los recursos. En cuarto lugar, una gran mayoría de las personas involucradas en el movimiento de tecnología apropiada en este país provienen de familias de la clase media —y alta—. Para muchos de estos individuos altamente educados y ubicados la tecnología apropiada es un medio para perpetuar una forma de vida. A pesar de que una gran parte de estos individuos enarbolan cuestiones de índole social, política y ética cuando se discuten las metas y valores de la tecnología apropiada la mayoría se sentiría más cercana al extremo evolutivo / reformista del *continuum*. En general estarían de acuerdo en que las tecnologías que utilizamos necesitan ser diseñadas o reformadas teniendo en cuenta las consideraciones sobre recursos y medio ambiente.

A pesar de que la mayor parte de los programas y organizaciones de tecnología apropiada se desvían del ideal del extremo revolucionario / de cambio, se encuentran decididamente, más interesados y preocupados por educación comunitaria que la perspectiva del extremo evolutivo / reformista. Casi todas las actividades, educativas sobre tecnología apropiada, con base comunitaria, en Estados Unidos, están comprometidas con el desarrollo de tecnologías domésticas, a nivel regional y local, y con la difusión de información y experiencia sobre tales tecnologías entre los ciudadanos interesados. Los diversos programas educativos no presentan grandes diferencias en sus posiciones éticas y políticas. Las distinciones aparecen más en su investigación, política de desarrollo y actividades de difusión.

Ejemplos de programas comunitarios

En el resto de esta sección se describen brevemente cuatro importantes categorías de programas y organizaciones educativos, con base en la comunidad, que se desarrollan en Estados Unidos. Los programas y organizaciones que aquí se mencionan no son, en modo alguno, una muestra totalitaria, pero sirven como ejemplos representativos de la gama de actividades existentes en el *continuum*.

Estudio y difusión

Una de las categorías de las organizaciones educativas, basadas en la comunidad, es el centro para el estudio / difusión. Entre las organizaciones de esta categoría se cuentan el Instituto de la Nueva Alquimia, en Massachussets, la Asociación de Energía Solar de Nuevo México, y los centros urbanos y rurales del Instituto Farallones, en California. Estos centros privados, no lucrativos, se abocan

a investigar y demostrar cuáles son las tecnologías agrícolas y/o energéticas óptimas. No se ocupan de desarrollar tecnologías para comunidades individuales; más bien proporcionan tecnologías viables, que pueden aplicarse a ciertas condiciones climáticas o regionales particulares. Los científicos e investigadores diseñan proyectos y dirigen programas de estudio para comprender mejor las tecnologías que se refieren a la preservación de los recursos y al mejoramiento del medio ambiente.

A pesar de que la mayoría de sus labores están enfocadas a las actividades de investigación y desarrollo, todos los centros ofrecen una serie de programas educativos al público. La mayoría de ellos organizan recorridos por sus instalaciones durante los fines de semana. En estos recorridos, la gente es guiada por un miembro del personal que explica los diversos proyectos y responde a las preguntas. Con frecuencia, los centros ofrecen cursos más largos e intensivos que tratan sobre un aspecto particular de la investigación, como la construcción de una cámara frigorífica o el diseño e instalación de un calentador de agua *"breadbox"*. Otra forma de la difusión educativa es a través de las publicaciones. Algunos centros ofrecen revistas periódicas mientras otros publican informes sobre proyectos de investigación específicos. Estos, a menudo, son elaborados teniendo en cuenta el "hágalo usted mismo", es decir que ofrecen información específica y detalles de la construcción requeridos para hacer una réplica de la tecnología.

Por lo general, estos centros no se ocupan de organizar a la comunidad. Sus metas primarias son la investigación, el desarrollo y la propagación de tecnología apropiada. Las demostraciones prácticas de ésta tecnología se construyen y exponen en los centros mientras que son descritas en los talleres y publicaciones. La información de los centros de estudio /difusión se propaga a las comunidades por dos vías: (a los individuos interesados intentan hacer una réplica de un proyecto particular en sus hogares, y (b los trabajadores comunitarios visitan el centro para conocer los proyectos y, después, organizan programas educativos en sus localidades con el fin de enseñarse los a los vecinos.

Enfoques de educación formal

Una segunda categoría para las organizaciones educativas basadas en la comunidad está dada por los programas de educación para adultos y educación permanente. Tales programas, implementados a través de las universidades y escuelas de enseñanza media locales, ofrecen una amplia variedad de cursos de desarrollo individual y recreativos para adultos. En los últimos años, el contenido de los cursos incorporaron a las tecnologías energéticas agrícolas y/o renovables.. Los miembros de la comunidad que se hallan interesados en aprender materias de estudio práctico se registran en los cursos y pagan una cuota para cubrir los gastos del instructor y los materiales educativos. A pesar de que algunos de los programas de educación permanente en las universidades emplean especialistas en energía, la mayoría de estos recursos están a cargo de vecinos de la localidad que tienen una preparación profesional en el campo o que han adquirido cierta

experiencia a través de labores autodidactas anteriores.

Al igual que los centros de investigación, se presta poca atención a las actividades para organizar a la comunidad. Aunque el punto central está dado por la difusión de información práctica sobre tecnología apropiada entre el público, las técnicas y metas educativas son claramente tradicionales.

Programas de acción

Una tercera categoría para los programas sobre tecnología apropiada basados en la comunidad es la Agencia de Acción Comunitaria (MC). Estas agencias locales o distritales, que luchan contra la pobreza, reciben fondos estatales y federales, y se encuentran comprometidas, fundamentalmente, con los individuos y familias de bajos ingresos. Su meta es erradicar la pobreza por medio de la educación y de la organización de las familias de bajos ingresos en proyectos de ayuda mutua. Dichas agencias han desarrollado dos tipos de programas sobre tecnología apropiada. El primero tiene poca relación con el contexto educativo, mientras que el segundo no sólo se dedica a difundir información, sino que también se aboca a organizar a la comunidad. Este último se ubicaría en un lugar más cercano al extremo revolucionario /de cambio del *continuum* que las categorías de los antros de estudia /difusión y la educación para adultos permanente.

En primer lugar, desde hace unos años, las Agencias de Acción Comunitaria han dirigido programas sobre la utilización de elementos naturales, en los cuales las personas, seleccionadas según sus ingresos, reciben asesorías sin cargo. sobre energía, materiales para, el aprovechamiento de elementos atmosféricos y adaptaciones, por parte de los trabajadores de la agencia. Recientemente, muchas AAC recibieron fondos para incorporar programas sobre energía solar a sus actividades de aprovechamiento de los elementos atmosféricos. Las AAC han instalado invernaderos, acondicionadores de aire y calentadores de agua en hogares de bajos ingresos en todo el país. A pesar de que algunas AAC pueden requerir la presencia de los propietarios para controlar sus sistemas o para permitir que se realicen visitas guiadas a sus hogares, es poca la participación que se necesita del dueño de casa. En consecuencia, no se deriva un gran mérito, en cuanto a educación comunitaria, de estos proyectos. En realidad, los programas de retroalimentación solar se hallarían más cercanos al extremo evolutivo /reformista del *continuum*, pues se presta poca atención a la educación o a las actividades organizativas.

El segundo tipo de programa de las AAC se encuentra, no obstante, mucho más cercano al ideal de educación y organización comunitarias de la perspectiva revolucionaria /de cambio. Estos programas intentan organizar a las familias de bajos ingresos interesadas en proyectos cooperativos de autoconstrucción, tales como jardines comunitarios, invernaderos comunitarios, cooperativas de nutrición y proyectos para retroalimentación de los hogares. Su meta es utilizar el potencial de autosuficiencia inherente a la tecnología apropiada para organizar a la gente. De esta manera, tanto los aspectos técnicos como los procesuales de la

tecnología son incorporados a los programas con el fin de entrenar a las personas.

El Programa sobre Tecnología Apropriada de la Comisión para la Acción Comunitaria en Hampshire, de Massachusetts, es sólo un ejemplo de este tipo de proyectos de educación comunitaria, desarrollados por las AAC. Un coordinador, contratado para trabajar con las familias de los complejos habitacionales para bajos ingresos, dirigía una serie de sesiones educativas en diferentes departamentos. Las familias interesadas recibían conocimientos sobre la pérdida de energía térmica y sobre las tecnologías para el ahorro potencial de energía. Luego las familias determinaban cuál era la mejor manera para detener la pérdida de energía térmica y rediseñaban las tecnologías a fin de que se adaptasen a sus departamentos particulares. La compra al mayoreo de los materiales se realizaba gracias a una subvención estatal, y se organizaban sesiones de trabajo cooperativo para construir e instalar placas térmicas en los departamentos. El éxito de este proyecto llevó a que esta AAC ofreciera talleres comunitarios en todo el condado, con el fin de enseñar a otras personas los beneficios económicos derivados de las placas térmicas y las técnicas para su fabricación. Debido a este proyecto, una AAC de un condado vecino se interesó en las placas térmicas y dio inicio a una empresa, cuya propiedad correspondía a los trabajadores, para manufacturar y comercializar las placas.

Labores a nivel popular

La cuarta categoría de programas educativos sobre tecnología apropiada dirigidos a la comunidad se refiere a las asociaciones locales de energía solar, entre las cuales las dos de más éxito son la Asociación de Energía Solar para las Ciudades, de Massachusetts, y la Asociación de Energía Solar del Valle de San Luis, en Colorado. Generalmente, estas entidades están compuestas por voluntarios, sin paga o con salario mínimo, que se dedican a incentivar a la comunidad, así como a difundir información y experiencias prácticas. Su propósito es generar el interés y el compromiso de la población en la tecnología apropiada de uso doméstico, enseñando a los miembros de la comunidad cómo construir e instalar diferentes tecnologías para sus casas y departamentos. Por lo general, se cobran cuotas como apoyo para la publicación de boletines y para la organización de talleres o eventos comunitarios. Estos grupos organizan numerosos tipos de programas educativos para la comunidad: actividades de fin de semana, talleres para autoconstrucción conferencias mensuales, compra de materiales al mayoreo, servicios consultivos sobre diseño, reproducción de tecnologías, visitas guiadas por instalaciones locales, asistencia técnica sobre los adelantos en los códigos de construcción locales, etc.

Estas asociaciones constituyen entidades participativas, comunitarias, y probablemente son lo más próximo al ideal revolucionario /de cambio. A pesar de que no tienden a comprometerse con la crítica a las estructuras de poder y corporaciones más básicas, permiten una organización comunitaria que intenta involucrar a sus miembros en la configuración de su propio futuro mediante un trabajo mutualista, de autodesarrollo. Asimismo, muchas de estas asociaciones

de energía solar tienen a su cargo proyectos de investigación, a pequeña escala, sobre viviendas individuales con el fin de determinar cuál es la combinación más económica de materiales y características de diseño con respecto a una tecnología específica. Mientras las AAC están centradas, fundamentalmente, en familias de bajos ingresos, las asociaciones de energía solar están abiertas a todos los individuos interesados de una comunidad, sin importar su nivel de ingreso.

TEORIA DEL CAMBIO SOCIAL

Existen dos posiciones distintas que el movimiento sobre tecnología apropiada puede adoptar con respecto a inducir el cambio social. Ambas son coherentes con las posturas evolutiva /reformista y revolucionaria /de cambio, expuestas a lo largo de este ensayo.

Según la perspectiva evolutiva /reformista el cambio social se origina en el empleo de cantidades mayores de gente para la producción industrial o agrícola dentro de la economía mercantil. Un cambio social positivo es el resultado del empleo debido a que la gente que tiene trabajo posee una mayor capacidad para lograr la meta de adquirir bienes materiales, al mismo tiempo que contribuye a las interacciones económicas de su país dentro de la economía global. El ciclo de creación de fuentes de trabajo, inversión de los ingresos, adquisición de bienes de consumo y nueva creación de fuentes de trabajo no sólo resulta económicamente saludable, sino que también genera una capa más amplia de población con movilidad vertical, disminuyendo, así, la pobreza y otros males sociales.

Los investigadores y practicantes de la perspectiva revolucionaria /de cambio negarían que pudiera producirse un cambio social significativo por medio del logro de un mejor funcionamiento del paradigma económico prevaleciente. Los partidarios de esta perspectiva señalan que existe una estrecha relación entre la forma que adopta la tecnología y los patrones sociales, políticos y económicos de dominación al interior y entre las sociedades. De aquí que un cambio social verdaderamente significativo no puede producirse y no se producirá mediante la simple reforma de las tecnologías. La transformación de la sociedad sólo puede surgir cuando los cambios sociales e institucionales actúan en concordancia con el cambio tecnológico. Rybczynski, refiriéndose a su experiencia en la India, resume esta posición:

El fracaso de la tecnología aplicada en la India es un problema complejo. Reside en la creencia de que la reforma social puede producirse como resultado de innovaciones tecnológicas. No hay nada en la experiencia hindú que apoye este punto de vista... Una tecnología mejor no puede, en modo alguno, ser un sustituto de la reforma social. Los terratenientes, las poderosas élites rurales, los conservadores banqueros y los rapaces prestamistas conspiran, conjuntamente, para mantener en la pobreza a los campesinos sin tierra. Estos problemas sociales y políticos requieren soluciones sociales y políticas; resulta tan presuntuoso como banal el creer que la tecnología, por sí misma, será eficaz para una situación como ésta (Rybczynski, 1980, p. 124).

Los defensores de la perspectiva revolucionaria /de cambio sostienen que los individuos, las organizaciones y los gobiernos que apoyan a la perspectiva evolutiva buscan mantener la dominación económica y cultural. Esta fracción rechazaría abiertamente la propuesta de Jequier, según la cual los cambios sociales y políticos podrían ser desencadenados, potencialmente por empresarios socialmente progresistas que invirtieran en tecnología apropiada (Jequier, 1979). Su oposición a esto último derivaría de la creencia de que el mismo proceso de importar tecnología o adquirir máquinas nacionales, pedir préstamos de dinero y mantener a un bajo costo la fuerza de trabajo requiere la aceptación del paradigma de las economías modernas y tradicionales. Los tipos de reformas sociales y políticas que podrían surgir no tendrían un efecto general sobre los pobres y los desempleados. Al contrario, tales reformas buscarían ahondar la dicotomía entre los empresarios y las clases trabajadoras

Según la perspectiva revolucionaria, el cambio social está basado en “la creencia de que las comunidades humanas pueden tener la oportunidad de decidir cómo será su futuro, y que la elección de las herramientas y técnicas es una parte importante de esto” (Darrow, Keller y Pam, 1981). La tecnología no se desarrolla y difunde para los empresarios, pues, de actuar así, se fomentarían las divisiones sociales y políticas. Por el contrario, los miembros de bajos ingresos de las comunidades trabajan con los grupos de investigación y desarrollo con el fin de jerarquizar sus problemas y buscar soluciones locales, empleando las experiencias autóctonas dentro de cada comunidad. Los partidarios del ideal revolucionario prefieren la resolución de los problemas por medio de la participación comunitaria, en lugar de emplear la planificación y ejecución de proyectos tradicionales, de vía descendente y administrados en forma centralizada.

Tanto la perspectiva evolutiva /reformista como la revolucionaria /de cambio discuten problemas contemporáneos y el papel que ha jugado la tecnología con respecto al ahondamiento de la pobreza, el desempleo y la dominación social y política en los países industriales y en vías de desarrollo. La primera sigue un modelo reformista mediante el desarrollo de tecnologías que tienden a expandir el paradigma económico prevaleciente, a partir del empleo de prácticas tradicionales de investigación y desarrollo, técnicas de deformación de capital y mecanismos para la difusión de tecnología. El cambio social se produce gracias a que un sector mayor de la población participa en la adquisición de bienes materiales. El papel de la tecnología es crear riquezas y , por este medio, erradicar la pobreza y el desempleo. Por otro lado, la perspectiva revolucionaria busca relacionar directamente las actividades de investigación y desarrollo con los problemas jerarquizados de la comunidad. La motivación económica no es tan fuerte como la necesidad de lograr el acceso al poder, enseñando a la gente a utilizar sus propios recursos para resolver sus problemas particulares. Para esta perspectiva sobre la tecnología la participación popular es esencial. La transformación de la sociedad se produce debido a que los miembros de la comunidad comienzan a establecer las causas de su pobreza y a buscar soluciones para esta situación. El papel de la

tecnología es proporcionar las herramientas y técnicas para lograr los objetivos jerarquizados de los miembros de la comunidad.

Debido a que la perspectiva evolutiva necesita integrar a los individuos dentro del mercado económico nacional e internacional, la perspectiva revolucionaria lo interpreta como una forma de ahondar las causas de la pobreza y la dominación. De ahí que estos últimos busquen encontrar los canales para que los pobres puedan lograr la autosuficiencia y ser independientes de la economía mercantil. Mientras que los primeros consideran los intereses nacionales e internacionales como centros de su atención, los segundos ven a los individuos y las comunidades como el contexto fundamental para la investigación, el desarrollo y la transferencia de tecnología apropiada.

TEORIA SOBRE EL APRENDIZAJE

Los rasgos distintivos de las perspectivas evolutiva / reformista y revolucionaria/ de cambio, discutidas en relación al cambio social, también se manifiestan en sus respectivas teorías sobre el aprendizaje. A pesar de que ninguna de las dos establece una teoría sobre el aprendizaje específica, sea cognoscitiva o psicológica, ambas hacen afirmaciones generales tanto sobre la forma como sobre el contenido de la educación y el entrenamiento que deben seguirse en relación con la tecnología apropiada.

La perspectiva evolutiva / reformista conceptualiza al aprendizaje como la retención de un cuerpo de conocimientos que se hallan directamente ligados a los requerimientos informativos y prácticos, necesarios para mantener la viabilidad de un sistema social. A medida que éste cambia y evoluciona, también se transforman las necesidades de aprendizaje. El plan de estudios escolar absorbido por los estudiantes, es desarrollado e implementado por especialistas que comprenden las necesidades cambiantes de la sociedad. Los evolucionistas sostienen que el camino adecuado a seguir es la reforma educativa, y no una reestructuración radical del concepto de educación o el cuestionamiento de la validez de la escolaridad formal. La reforma del plan de estudios universitarios está basada en recomendaciones para establecer vínculos más estrechos entre la universidad, sus estudiantes y las comunidades locales.

Los conceptos claves subrayados por los investigadores de la perspectiva evolucionista son:

- incrementar la interacción y el compromiso de los estudiantes universitarios y de las facultades con la comunidad (las escuelas de ingeniería podrían ser un objetivo de la tecnología aplicada);
- fomentar la participación activa de los estudiantes en el desarrollo de tecnologías que sean de pequeña escala y comercialmente variables;
- aprender mediante la resolución creativa de problemas, y no por la memorización rutinaria.

La explicación subyacente a estos conceptos es que, a través de tal conducta

(participación, acción y compromiso), los educandos serán más conscientes y se sentirán más inclinados a aplicar su conocimiento al desarrollo de la tecnología apropiada.

Los evolucionistas también recomiendan que la educación primaria y secundaria incluyan trabajos de investigación sobre transferencia y apropiación local de tecnología. Por ejemplo, un investigador señala la conveniencia de promover temas contemporáneos, tales como los principios y la tecnología del biogás y de la energía solar en el plan de estudios de las escuelas secundarias.

En resumen, la perspectiva evolutiva / reformista considera que la reforma de la escolaridad formal es el curso de acción idóneo. Reemplaza los inadecuados planes de estudio en ingeniería y ciencias por planes más realistas, convenientes, pero retiene la información y prácticas básicas; sólo son transformados los puntos específicos de la información y de las prácticas, así como la escala de aplicación. En lugar de estar sentados en una aula o laboratorio, los estudiantes pondrán en práctica su talento en el campo. Las graduaciones en ingeniería y los diplomas escolares se siguen considerando las metas fundamentales de la educación. Los instructores y los maestros son profesionales que han alcanzado un cierto nivel de competencia académica según la documentan sus diplomas y graduaciones.

La perspectiva revolucionaria /de cambio se opone a la educación formal, pues la conceptualiza como un mecanismo mediante el cual la dominación social, política y económica es perpetuada en la sociedad. Esto contradice a las reformas perfiladas por los evolucionistas. Los títulos, grados académicos, las distinciones escolares basadas en la edad o en las habilidades, y las relaciones entre maestros y estudiantes representan formas jerárquicas de organización, inherentes a las sociedades tecnocráticas avanzadas.

Jua establece la tónica en la forma y contenido de la educación según la perspectiva revolucionaria: "La tecnología apropiada constituye una estrategia de desarrollo participativa (Jua, 1980, p.10) Una educación participativa, comunitaria y definida para el usuario es el punto de separación reciente y radical con respecto al sistema educativo formal, tradicional. Los principios y las técnicas de la educación no formal han adquirido una particular popularidad entre los especialistas en tecnología apropiada del extremo revolucionario /de cambio del *continuum*. Los trabajos de personalidades tales como Freire y Srinivasen aparecen de un modo prominente en la bibliografía sobre el tema.

La premisa básica que subyace a esta teoría del aprendizaje consiste en que los individuos que trabajan en un ambiente de colaboración, definiendo mutuamente sus problemas y necesidades, adquirirán con frecuencia el conocimiento y la experiencia suficiente para resolver de manera eficaz sus propios problemas. El papel del experto es el de un consultor. Las técnicas estructurales de aprendizaje son requeridas para asesorar a los miembros de la comunidad en la definición de los problemas, en la proyección de las condiciones deseadas y en el desarrollo de la estrategia de acción. La educación no formal proporciona esta experiencia

estructurada.

También se ha demostrado la eficiencia de las técnicas de educación no formal en los programas a corto plazo para la transferencia de tecnología. En años recientes, las asociaciones locales de energía solar han proliferado en todo el territorio estadounidense. En su forma típica, estas asociaciones están compuestas por activistas en energía solar y miembros interesados de la comunidad. Una estrategia educativa popular consiste en organizar programas comunitarios de fin de semana o vespertinos para enseñar a los vecinos de la localidad los rudimentos en el diseño y la construcción de tecnología solar. En estos talleres, la gente aprende a fabricar su propio acondicionador de aire, calentador de agua o invernadero con energía solar. Grupos tales como la Oficina de Energía del Condado Franklin, en Massachusetts, desarrollaron actividades de enseñanza científica basados en la comunidad; los vecinos que construían invernaderos compartían la información sobre sus experiencias con otros miembros de la comunidad, que se podían beneficiar de sus éxitos y fracasos. El Centro Nacional para Tecnología Apropriada, en Montana, organizó programas de entrenamiento no formal que duraban una semana. En estas sesiones de entrenamiento, los representantes de las Agencias para la Acción Comunitaria y de otras organizaciones que trabajan contra la pobreza recibieron preparación sobre los principios de diseño y sobre la autoconstrucción de diversas tecnologías sobre retroalimentación solar.

Los objetivos de los principios de la educación no formal, cuando se aplican a la perspectiva revolucionaria de la tecnología apropiada son:

- proporcionar información y entrenamiento que sirvan a la práctica;
- desarrollar la conciencia sobre los beneficios que trae compartir las experiencias de la comunidad;
- resolver problemas inmediatos, definidos por la comunidad;
- subraya la importancia de la participación en el proceso de aprendizaje.

La meta consiste en asegurar la capacidad de las comunidades locales para que tengan control sobre su futuro, mediante el logro de una mayor autosuficiencia.

TEMAS RECURRENTES

Los cinco temas que se describen en esta sección representan las inquietudes principales de la mayoría de las organizaciones comunitarias de tecnología apropiada, existentes en Estados Unidos.

Actividades sobre investigación y desarrollo regionales

Las tecnologías habitacionales son verdaderamente apropiadas cuando están diseñadas para climas específicos y materiales autóctonos. Una compañía, tal como Exxon, podrá diseñar y comercializar en todo el país un tipo particular de placa solar, pero los especialistas en tecnología apropiada para la comunidad consideran que esto constituye una limitación clásica de las tecnologías producidas industrial y centralizadamente. Con el fin de construir el calentador de

agua más económico y de fácil construcción, por ejemplo, un especialista necesitaría tomar en cuenta una serie de factores que incluyen la cantidad de días de calor adecuado, el porcentaje del factor de iluminación solar, y el costo y la disponibilidad de diversas placas reflejantes o absorbentes. El resultado final podría ser un colector de tres placas vidriadas con cobertores aislantes para la noche, en los climas nórdicos, fríos, y un colector de una sola placa vidriada con láminas de reflexión, en un clima sureño, cálido. La investigación y el seguimiento permanente de las tecnologías constituye un importante aspecto en las actividades de desarrollo regional de las tecnologías.

Autosuficiencia

Este es uno de los temas principales en los programas comunitarios de tecnología apropiada. Gran parte de los especialistas consideran la dependencia que se produce cuando las necesidades básicas se satisfacen mediante una economía mercantil monetaria como perjudicial para el sentido de control sobre la vida individual y la economía doméstica. Si el individuo no cultiva ni siquiera una parte de su propio alimento, entonces seguirá siendo totalmente dependiente de la industria agrícola, cuyo interés es la ganancia y no la calidad o el costo de los alimentos. Igualmente, la dependencia en cuanto a combustibles de origen fósil para la calefacción del aire y del agua es precaria en las épocas cuando predominan la escasez y el aumento vertiginoso de precios.

Los especialistas en tecnología apropiada intentan dar demostraciones prácticas sobre diversas tecnologías que los casatenientes o los inquilinos pueden construir por sí mismos. De este modo, la familia puede ser más autosuficiente mediante la estabilización de sus gastos en necesidades básicas y la disminución de su dependencia hacia la comercialización de los recursos combustibles y alimenticios. La autosuficiencia significa que el individuo es menos dependiente de los caprichos del paradigma económico prevaleciente en cuanto a necesidades básicas.

Participación

La participación, en el contexto de los programas comunitarios de tecnología apropiada, implica, por lo general, un compromiso activo por parte del casateniente o del inquilino en la construcción y la instalación de una tecnología. Muchos especialistas creen que la sociedad contemporánea impide que los individuos comprendan los principios y las características de construcción de las herramientas y máquinas que utilizamos para nuestra existencia cotidiana. Las mercancías son compradas y conectadas a un orificio en la pared; cuando se rompen, se tiran a la basura o se llevan a un especialista para que las repare. Con el fin de disminuir esta dependencia, los partidarios de la tecnología apropiada buscan permanentemente los canales para involucrar a la gente en la construcción de tecnologías para el ahorro de energía. Algunos grupos organizan clases especiales para mujeres que, por tradición, no tienen mucha experiencia en el manejo de herramientas manuales o eléctricas. El propósito de la participación es

involucrar a la gente en actividades concretas que la ayudarán a reducir los costos de sus necesidades básicas. Se cree que tal compromiso conducirá a un mayor sentido del control sobre la vida propia.

Comunidad

Los especialistas en tecnología apropiada señalan que el paradigma económico dominante ha sido el responsable de la ruptura del sentido de comunidad que alguna vez prevaleció en este país. Tal sentido de comunidad resultaba necesario cuando eran comunes actividades tales como construir graneros y cosechar sin maquinaria moderna. Los individuos dependían unos de otros para su supervivencia antes de que el proceso de industrialización aislara a la gente dentro de ocupaciones laborales separadas. Asimismo, los especialistas sostienen que la calidad de la vida mejora cuando se comparten grupalmente los procesos de la vida cotidiana.

De aquí que casi todos los programas comunitarios de tecnología apropiada busquen reconstruir el sentido de comunidad entre los vecinos de una localidad mediante la estructuración de sus actividades de aprendizaje como eventos comunitarios. Los talleres de fin de semana, durante la construcción de un colector solar doméstico o de un invernadero, resultan idóneos para reunir a la gente con el fin de que participe en una actividad práctica de autoconstrucción. Los grupos y cooperativas que buscan organizar la adquisición de alimentos o la compra de materiales energéticos también intentan despertar un sentido de interdependencia comunitaria entre los vecinos. Un objetivo a largo plazo de los grupos basados en la comunidad consiste en reunir a la gente para que participe en la satisfacción de sus necesidades básicas. Esto no sólo fortalece el sentido comunitario de autosuficiencia, sino que además crea un clima en el cual los ciudadanos trabajan juntos para configurar el futuro de su comunidad.

Creación de fuentes de trabajo locales

La fabricación e instalación de tecnologías energéticas para las viviendas, bajo el modelo de "hágalo usted mismo", fortalece la economía local. Si se compra un colector solar de Exxon o Grumman, el dinero sale inmediatamente de la economía del lugar. Si un individuo construye una tecnología, los materiales son adquiridos en la localidad y el dinero, que habría servido para pagar el aumento del gas o el petróleo, también se encuentra disponible para uso local. Los artesanos, como los trabajadores en laminación de metales o los vidrieros, pueden reentrenarse con el fin de proporcionar los implementos necesarios para los colectores solares. Algunos grupos locales de tecnología apropiada han establecido pequeñas industrias que se encargan de fabricar sistemas para la gente que no quiere construirlos por sí misma. Todas estas labores actúan en el fortalecimiento de la base económica y la experiencia locales.

VARIABLES DE IMPLEMENTACIÓN

En esta sección se examinarán las variables de implementación educativa en el contexto de los grupos de educación comunitaria para tecnología apropiada, que trabajan en Estados Unidos y que utilizan técnicas no formales para difundir las tecnologías domésticas en las comunidades. Estos programas y organizaciones incluirían los centros de estudio /difusión, las asociaciones locales de energía solar y las Agencias de Acción Comunitaria que se describieron anteriormente. El taller comunitario en cuanto método educativo, ofrece un enfoque innovador único para la propagación de tecnología que abarca no sólo la transferencia técnica, sino que también fortalece los procesos *software* de participación y construcción de la comunidad

Objetivos

Generalmente, los objetivos de estos programas consisten en difundir entre el público información técnica básica, así como experiencia práctica en la fabricación e instalación de tecnologías. Estas últimas tienden a estar relacionadas con la producción de alimentos y con la producción y conservación de energías para uso doméstico. El punto central está dado por la adquisición y el empleo inmediatos del conocimientos y experiencia, con el fin de facilitar la autosuficiencia de la familia. Los programas son participativos y enfocados a la construcción de la comunidad, y con ellos la gente aprende estas habilidades mediante la elaboración real de tecnología apropiada en talleres abiertos a cualquier miembro interesado del público.

Contenido, secuencia y duración

El contenido de estos programas educativos tiende a estar enfocado en un solo punto de interés: cómo construir un invernadero solar, introducción a la energía eólica, a la jardinería en almácigos, etc. A pesar de que los diferentes niveles de complejidad en una materia de estudio pueden requerir programas introductorios e intermedios, son raras las ocasiones en que se excluye a alguien de un taller. Generalmente, es mínima la inquietud por la comprensión teórica minuciosa sobre física, química o biología. El conocimiento impartido toma la información práctica que se requiere y la presenta en términos legos. Por ejemplo, en lugar de detallar los principios físicos relacionados con el tamaño de las aspas de un generador de energía eólica, el participante aprende una regla empírica simple: la energía se triplica por cada pie en el largo de las aspas. Así, se enfatiza la información de aplicación inmediata.

Si la sesión incluye una experiencia de autoconstrucción, las preguntas de los participantes sobre aspectos particulares de diseño, fabricación o empleo se incorporan a la actividad constructiva. Por ejemplo, durante un taller sobre paneles solares para la calefacción del aire, un participante puede preguntar por qué se utiliza un cierto tipo de aislante. El coordinador podría responder que los materiales no deben tener adherentes de base asfáltica, pues las emanaciones

penetrarían a la casa. Otra participante podrá agregar que conoce una marca distinta de aislantes que tiene las mismas propiedades, pero cuyo costo es menor. A esto podría seguir una discusión sobre las modificaciones potenciales al diseño, que se requieren para utilizar los materiales más baratos. Si se demuestra que la aplicación del aislante propuesto resulta efectivamente más barato, los coordinadores y participantes han aprendido un nuevo diseño potencial. De esta manera, el contenido tiende, en principio, a estar dirigido, pero luego pasa a ser interactivo, siempre que el grupo del taller se aboque a un fin.

Por lo general, la secuencia de los ofrecimientos educativos no resulta crítica, pues cada sesión tiende a hallarse claramente completa en cuanto su contenido. La elección de la secuencia que efectivamente se produce tiene su origen, ante todo, en el deseo de comprender los principios antes de que se implemente el componente práctico del taller. Por ejemplo, debido a que la construcción de un invernadero toma unos pocos días, puede ofrecerse un programa en la víspera de la fase constructiva con el fin de describir los principios y las características de diseño básicos del invernadero planeado. No obstante, la información sobre los principios y el diseño frecuentemente tiene lugar durante el taller práctico, de tal modo que los participantes pueden formular sus preguntas a medida que fabrican la tecnología. Comúnmente, los talleres constructivos se implementan durante los fines de semana, cuando la gente tiene el tiempo libre. También se presta atención a la estación adecuada para programar una actividad. Por ejemplo, un programa educativo sobre las tecnologías para conservación energética no resultaría tan efectivamente implementado en julio como en diciembre. Del mismo modo, la construcción de un invernadero durante enero no despertaría el interés de tanta gente como en junio, debido al tiempo.

Educandos

Los educandos suelen abarcar a los adolescentes de mayor edad y a los adultos, tanto hombres como mujeres. Esto no es debido a que se excluya a la gente joven por principio, sino a que el nivel de interés o la percepción de necesidades tienden a ser una característica de quienes perciben un salario y buscan reducir los gastos domésticos. Sin embargo, no es raro encontrar a una familia en un taller constructivo durante un fin de semana, pues suelen ser actividades de esparcimiento. A menudo, se encargan a los niños las tareas más sencillas, como las de acarrear madera o pintar una placa absorbente.

Como se mencionó con anterioridad, a veces ocurre que un participante tiene una propuesta sobre el diseño o los materiales, la cual abarata el costo de un aspecto de la tecnología. Esta fluidez entre educandos y maestros constituye uno de los rasgos distintivos de la perspectiva revolucionaria /de cambio de la tecnología apropiada.

Personal

Las características, credenciales y niveles de experiencia del personal son

marcadamente diversos, si el programa ofrecido requiere de una base profesional, el taller puede ser dirigido por un arquitecto o ingeniero de la localidad. Una Sociedad Audubon o un Programa de Acción Comunitaria pueden llevarse a cabo con los vecinos de la localidad que hayan construido un calentador de agua para sus propios hogares. El coordinador del taller puede ser un conductor de camiones o una enfermera. Una organización comunitaria no lucrativa de tecnología apropiada puede tener personal acreditado, pero un voluntario que haya dirigido talleres con anterioridad puede coordinar, de hecho, una sesión constructiva.

Lo cierto es que cada grupo educativo tiene sus propias metas y objetivos que determinan la naturaleza de su personal. La mayor parte de las tecnologías apropiadas domésticas no requieren muchos años de escolaridad formal. La gran mayoría de las personas que, en la actualidad, coordinan los talleres en todo el país han adquirido sus conocimientos mediante su propia participación en talleres.

Recompensas y evaluación

Con estos programas comunitarios no formales, las recompensas y la evaluación son intrínsecas al educando. Para muchos participantes, la satisfacción personal de ser capaces de construir tecnologías con sus propias manos a fin de reducir sus gastos en energéticos constituye motivación suficiente para este tipo de programa educativo comunitario. Hay quienes asisten a los talleres para conocer nuevas ideas. Tales personas pueden realizar una investigación completa o participar en otro taller antes de decidirse a experimentar en sus propios hogares,

El proceso del taller es cooperativo, de compartir información y participativo. Está centrado en el aprendizaje grupal y en la construcción comunitaria, no en la competitividad. No se realiza ninguna evaluación de los participantes, a menos que sea importante la habilidad en el empleo de herramientas. Generalmente, se hacen preguntas a los participantes sobre sus habilidades en el uso de la sierra y el taladro. Con frecuencia, el coordinador del taller enseña a la persona inexperta cómo se utiliza una herramienta, o solicita a otro miembro del taller que enseñe a la persona menos experimentada. Por lo general, si se lleva a cabo una evaluación, ésta se halla a cargo del coordinador y tiene el fin de asesorar las impresiones de los participantes sobre el contenido y el proceso del taller. Esto se realiza para incrementar la eficiencia futura del taller.

Materiales y recursos

Generalmente, los materiales y recursos incluyen audiovisuales, folletos impresos y modelos demostrativos para enseñar los principios básicos y los criterios de diseño. Muchos grupos locales poseen su propia biblioteca o tienen acceso a la biblioteca pública, donde pueden desarrollar los materiales sobre autosuficiencia en energéticas o en alimentos. Los grupos adquieren sus propias bibliotecas a través de subvenciones, colectas para formar un fondo local, o mediante el cobro de una pequeña cuota para impartir el taller. Por lo común, los materiales de construcción son adquiridos a través de los proveedores del lugar. La

disponibilidad local de los recursos es fundamental para el movimiento de tecnología apropiada. Generalmente, si algunos materiales requieren ser comprados a las compañías de los estados (regiones vecinas, se realizan esfuerzos para encontrar a un proveedor local que pueda surtir el material. Muchos grupos defienden la compra cooperativa al mayor como una forma para que los miembros de la comunidad adquieran sus materiales de construcción a un costo reducido.

Recursos financieros

Con el fin de lograr solvencia, la mayoría de los programas descamisán en algún tipo de combinación de subvenciones gubernamentales e Instalaciones, eventos para recabar fondos, cuotas de admisión a los talleres donaciones venta de libros y cuotas de membresía. Muchos grupos locales de tecnología apropiada consiguen que los expertos de la comunidad donen sus servicios. Generalmente, los funcionarios de las asociaciones locales de energía solar trabajan sin percibir un salario. El personal de las organizaciones de tecnología apropiada comúnmente reciben un sueldo de las subvenciones a la organización o de los contratos gubernamentales

Recursos edilicios

Se emplea una amplia gama de medios ambientales para estos programas educativos de tecnología apropiada con base en la comunidad. Es común el uso de una oficina para el personal, teléfono, biblioteca y/o dirección postal. A menudo, tal espacio es una donación o se renta por un bajo precio a un miembro de la comunidad que simpatice con el movimiento o al gobierno local, dependiendo de la posición política del grupo dentro de la comunidad. Los grupos relacionados con algún tipo de investigación a pequeña escala y con actividades de desarrollo pueden adquirir una oficina más amplia, una casa y terreno que sirven a propósitos administrativos y educativos.

Los talleres tienen lugar en una variedad de espacios, tales como salones de clases, oficinas gubernamentales o del condado, atrios de iglesias, centros superiores o casas particulares El empleo de un espacio específico está determinado por la naturaleza de la actividad educativa. Un taller sobre los principios o problemas básicos del diseño se lleva a cabo en espacios interiores. Los talleres constructivos pueden tener lugar en el taller de una escuela superior o en la vivienda familiar donde se va a instalar la tecnología.

CONCLUSIÓN

En conclusión, es a partir del extremo revolucionario /de cambio del *continuum* que surgen los usos más importantes de la educación no formal como una faceta fundamental del movimiento de tecnología apropiada. La educación constituye, a lo sumo, un agregado para los enfoques que defienden el cambio tecnológico de una forma más evolutiva. Por otro lado la educación es integral para los enfoques

más revolucionarios que apoyan las adaptaciones de la tecnología mediante la participación de los grupos comunitarios. En Estados Unidos, estos grupos no suelen ser revolucionarios en el sentido de impugnar las instituciones nacionales políticas y económicas, pero las críticas, a nivel local, de los valores de esta sociedad pueden ser muy profundas. La integración de las técnicas educativas centradas en el educando, no competitivas y no formales resulta crucial para este movimiento de tecnología apropiada.

TECNOLOGIA APROPIADA FUENTES SUGERIDAS

BIBLIOGRAFÍA

Agency for International Development. *Proposal for a Program in appropriate technology*. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1976.

Anderson, M.B. Rural development through self-reliance: Implications for appropriate technology. In A.L. Edwards, I.C.A. Oyeka & T.W. Wagner (Eds.), *New Dimensions of Appropriate Technology*. Ann Arbor, Michigan: University of Michigan, 1980.

Baer, S. Clothesline Paradox. In L. de Moll & G. Coe (Eds.), *Stepping stones: Appropriate technology and beyond*. - New York: Schocken Books, 1978.

Bender, T. *Sharing smaller pies*. Portland, Oregon: RAJN, 1975,

Bender, T. *Why big business loves A.T.* In L. de Moll & G. Coe (Eds.), *Stepping stones: appropriate technology and beyond*. New York: Schocken Books, 1978.

Bhalla, A.S. (Ed.). *Towards a global action for appropriate technology*. New York: Pergamon Press, 1979.

Brown, R.U. Appropriate technology and the grassroots: Towards a development strategy from the bottom up. *Developing Economies*, 1977, 15(3).

Carr, M. *Economically appropriate technologies for developing countries*. London: Intermediate Technology Development Group, 1977.

Clark, W. It takes energy to get energy. In L. de Moll & G. Coe (Eds.), *Stepping stones: appropriate technology and beyond*. New York: Schocken Books, 1978.

Clarke, R. The pressing need for alternative technology. *Impact of science on society*, 1973, 23(4), 257-271.

Clinton, R.L. The never-to-be developed countries of Latin America. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 1977. 33(9).

Congdon, R.J. (Ed.). *Introduction to appropriate technology: Toward a simpler lifestyle*. Emmaus, ~ Rodale Press, 1977

Darrow, K, Keller, K., & Pam, R. *Appropriate technology sourcebook, Volume II*. Stanford, California: Volunteers in Asia, 1981.

Darrow, K., & Pam, R. *Appropriate Technology sourcebook*. Stanford, California: Volunteers in Asia, 1976.

Davis, H.L. Appropriate technology: An explanation and interpretation of its role in Latin America. *Inter-American Economy Affairs*, 1975, 32(1), 51-56.

De Moll, L., & Coe, G. (Eds.). *Steppingstones: Appropriate technology and beyond*. New York: Schocken Books, 1978.

Design Alternatives, Inc. *Workshop on appropriate technology for the National Science Foundation*. Washington, D.C.: Design Alternatives, 1978.

Dickson, D. *The politics of alternative technology*. New York: Universe Books, 1979.

Diwan, R., & Livingston, D.L. *Alternative development strategies and appropriate technology*. New York: Pergamon Press, 1979.

Dorf, R.C. and Hunter, Y.L. (Eds.). *Appropriate visions*. San Francisco, CA: Boyd and Frosen Publishing Company. 1978.

Dunn, P.D. *Appropriate/e technology: Technology with a human face*. New York: Schocken Books, 1979.

Edwards, A.L. Oyeka, I.C.A., & Wagner, T.W., (Eds.). *New dimensions of appropriate technology*. Ann Arbor, Michigan: University of Michigan Press, 1980.

Ellis, W.N. AT: The quiet revolution. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 1973, 23(9), 24-29,

Evans, D.D., & Adler, L.M. (Eds.) *Appropriate technology for development: A discussion and case histories*. Boulder, Colorado: Westview Press, 1979.

Fortner, R.S. Strategies for self-immolation: The third world and the transfer of advanced technology. *Inter-American Economic Affairs*, 1977, 31(1), 25-50.

Fujimoto, I. *The values of appropriate technology and visions for a saner world*. Butte, Montana: National Center for Appropriate Technology, 1977.

Goulet, O. The paradox of technology transfer. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 1973, 31(6), 39-46.

Hess, K. *Community technology*. New York: Harper and Row Publishers. 1979.

Hoda, M. Development is a two-way street toward survival. *Impact of Science on Society*, 1973, 23(4), 273-285.

Horvitz, C., & Kahn, R. *Tools for a change.- Proceedings of the Northeast Regional Appropriate Technology Forum*. Amherst, Massachusetts: School of Business Administration, University of Massachusetts, 1979.

Jequier, N. *Appropriate technology: Problems and promises, Part I, Major policy issues*. Stanford, California: Volunteers in Asia, 1977.

Jequier, N. Appropriate technology: Some criteria. In A.S. Bhalla (Ed.), *Towards global action for appropriate technology*. New York: Pergamon Press,

1979.

Johnson, SE. intermediate technology: Appropriate design for developing countries. *Search*, 1976> 15(1-2), 27-33.

Jua, O. The human development and self-reliance affirmation of appropriate technology. In A. L. Edwards, I.C.A. Oyeka & T.W. Wagner (Lis.) *New dimensions of appropriate technology*. Ann Arbor, Michigan: University of Michigan Press, 1980.

Lappe, EM., & Collins, J More food means more hunger. *The Futurist*, 1972, 11(2), 90-93.

Livingston, DL. Little Science Policy: The study of appropriate technology and decentralization. *Policy Studies Journal*, 1976,(2), 185-192.

Love, S. The new Book at the future. *The Futurist*, 1977, 11(2), 78-80.

Lund, M.A. Identifying, developing, and adopting technologies (appropriate) for rural development with applications to Huari Province in Peru (Doctoral Dissertation, Iowa State University, 1975). (University Microfilms No. 76-91188).

McRobie, G. *Small is possible*. New York: Harper and Row, 1981.

Magee, J. *Down to bossiness: An analysis of small scale enter-prise and appropriate technology*. Butte, Montana: National Center for Appropriate Technology, 1978.

Masket, J. and Sessa, J. *Appropriate technology and non formal education: Training strategies for effective technology transfer in the United States*. Butte: MT: National Center for Appropriate Technology, 1981.

Masker, J. and Smith, D. *Recommended educational programs for the dissemination of energy conservation and renewable energy technologies in the Pacific it islands*. Washington, D.C.: Library of Congress and the House Committee on Insular Affairs, 1983.

Morris, D. *Appropriate technology and community economic development* Center for Community Economic Development Newsletter, April-May, 1977.

National Center for Appropriate Technology. *Energy and the poor: A imperative for action—a policy proposal* Butte, Montana: NCAT, 1979.

National Center for Appropriate Technology. *Appropriate at work, Washington, DC.; Department of Energy, 1983,*

Norman, C. *Safe technologies, hard choices*. Washington. D.C.: World watch Institute, 1978.

Office of Technology Assessment. *Technology for local development*. Washington, D.C.: OTA, 1981.

Oyeka, ICA. Redirecting education and research to development needs in developing countries. In A. L. Edwards, J.C. A. Oyeka & T.W. Wagner (Lis.). *New dimensions of appropriate technology*.

Ann Arbor, Michigan: University of Michigan Press, 1980. Ozark Institute. *A special report on appropriate technology*.

Eureka Springs, Arkansas: Ozark Institute, 1978.

Quammen, D. *Appropriate jobs: Common goals of labor and appropriate technology*. Butte, Montana: National Center for Appropriate Technology. 1980.

Raman, NP. Devising and introducing technology to aid the poor. *International Development Review*, 1976, 18(3), 8-10.

Reddy, A.K.N. National and regional technology groups and institutions: An

assessment. In AS. Bhalla (Ed.), *Towards global action for appropriate technology*. New York: Pergamon Press, 1979.

Rybezvnski, R. *Paper heroes: A review of appropriate technology*. Garden City, New York: Anchor Books, 1980.

Schumacher, EF. *Small is beautiful: Economics as is a people mattered*. New York: Harper and Row Publishers, 1973.

Schumacher, EF. Technology with a human face. In L. de Moll & G. Coe (Eds.), *Stepping stones: Appropriate technology and beyond*. New York: Schocken Books, 1978.

Smith, FW. *The relevance of A. T. developments in the USA. to the Third World*. Washington. D.C.: Agency for International development, 1979.

Stewart, E. International mechanisms for appropriate technology. In AS. Bhalla (Ed.), *Towards global action for appropriate technology*. New York: Pergamon Press, 1979.

Tett, C.R. Education systems: Appropriate education and technology for development. In R.J. Congdon (Ed.), *Introduction lo appropriate technology: Toward a simpler lifestyle*. Emmaus, Pennsylvania: Rodale Press, 1977.

U.S. Department of Energy. *Appropriate Technology: A bibliography*. Oakridge, TN: Technical Information Center, 1981.

Wakefield, RA., & Stafford, P. Appropriate technology: What it is and where it is going. *The Futurist*, 1977, 11(2), 72-76.

Westphal, LE. *Research on appropriate technology*. Washington, D.C.: The World Bank, 1978.

World Future Society. *The Futurist*. Washington, D.C.: Author, 1977, 11(2)

PUBLICACIONES PERIODICAS

Appropriate Technology

Approtech

The Futurist

Resources for Appropriate Technology (RA JN)

Tranet Newsletter

Vito News

CENTROS DE INFORMACION

Brace Research Institute

McGill University

Ste. Anne de Bellevue

Quebec HOA ICO

Farollones Institute-Research Center

15290 Coleman Valley Road

Occidental, CA 95465

The Institute for Local Self-Reliance

1717 18th Street, NW

Washington. D.C. 20009

Intermediate Technology Development Group
9 King Street
London, England WC2E 8HN

Modern Energy and Technology Alternatives
P.O. Box 128
Marblemount
Washington, D.C. 98267

National Center for Appropriate Technology
P.O. Box 3838
Butte, Montana 59702
New Alchemy Institute
Box 47
Woods Hole, MA 02543
New Mexico Solar Energy Association
fox 2004
Santa Fe, NM 87501

Volunteers in Technical Assistance
1815 North Lynn St.
Suite 200
Arlington, VA 22209-2079