

# Conocimiento local y tecnología apropiada: lecciones del Alto Mezquital mexicano\*

FERNANDO J. DÍAZ LÓPEZ, \*\*  
FERNANDO DÍAZ SÁNCHEZ Y SANTIAGO FILARDO KERSTUPP\*\*\*

## Resumen

*El conocimiento tradicional o local es una forma de conocimiento heredado por tradición oral en muchas comunidades indígenas del mundo. La tecnología apropiada surge como una alternativa para acercar los beneficios del progreso tecnológico en el marco del desarrollo sostenible. Un estudio de caso de una comunidad indígena en México que fuera beneficiaria de un proceso de transferencia de tecnología revela los diversos factores que coadyuvaron a su éxito y plantea alternativas para las políticas públicas.*

**Palabras clave:** tecnología, ciencia y medio ambiente, transferencia de tecnología, conocimiento local y tecnología apropiada

## Abstract

*Traditional or local knowledge is a sort of knowledge inherited from oral tradition within many indigenous communities worldwide. Appropriate technology emerges as an alternative to bring closer all the benefits of technological progress within the sustainable development framework. A case study of an indigenous community in Mexico –benefited from a technology transference process due to the increasing of their life quality– analyzes diverse factors that facilitated their success as well as some lessons that public politics should learn.*

**Key words:** technology, science and environment, technology transference, local knowledge, appropriate technology

## Introducción: algunos elementos teóricos relevantes al tema

**E**n años recientes, el tema del desarrollo sostenible ha ocupado una parte significativa en la agenda de los países latinoamericanos. Después de las resoluciones de la Comisión Brundtland y la Convención de Río (y en especial de aquellas de la Convención de Diversidad Biológica) algunas fuerzas impulsoras se han hecho presentes en muchas áreas relacionadas con temas del medio ambiente, como el desarrollo científico y tecnológico. Hoy más que nunca es palpable la integración de variables ambientales a otras esferas del conocimiento, lo cual representa áreas de oportunidad para diversos actores involucrados: las comunidades, el gobierno, las empresas, las universidades, las organizaciones no gubernamentales, etcétera (Uutting, 2002 y Díaz-López, 2003).

Antes de abordar el tema del presente artículo, resulta conveniente definir términos relacionados con las nociones schumpeterianas de *tecnología* y *progreso técnico*, así como también sobre conceptos recientes del área de *tecnología apropiada*, *conocimiento local* y su relación con la sociedad y el medio ambiente.

\* Artículo recibido el 22/06/05 y aceptado el 30/09/05.

\*\* School of Development Studies, University of East Anglia, Reino Unido. F.Diazlopez@uea.ac.uk.

\*\*\* Centro de Investigaciones Químicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. fds@uaemex.mx y filardok@uaeh.reduaeh.mx, respectivamente.

En primer lugar, la *tecnología* puede entenderse como el conocimiento organizado y formalizado de diferentes técnicas, o el conjunto de conocimientos útiles para producir y crear bienes. Estos conocimientos pueden incorporarse en fábricas, talleres y maquinarias, o bien transcribirse en documentos que estén al alcance de los diferentes actores de la producción (Perrin, 1983, cit. en Rosenberg, 1982; Villavicencio, 1993 y Osorio, 2002). Para efectos de este trabajo se utiliza una noción de tecnología, con sus componentes científicos, antropológicos, históricos, éticos y técnicos, en donde los individuos son los responsables de generar y administrar el conocimiento.

Desde hace algunos años, en las esferas de la industria y las actividades productivas se asume que lo realmente importante para una organización productiva (empresa) son sus conocimientos, es decir su *know how* o memoria colectiva. En consecuencia, la administración del conocimiento comienza a tener un papel preponderante en los esquemas gerenciales y administrativos de las empresas (Ford, 1988; Fransman, 1994; Leonard-Barton, 1995; Nonaka y Takeuchi, 1995).

En la teoría económica evolucionista moderna autores como Lundvall (1992) afirman que uno de los principales insumos de la economía es el *conocimiento* (diferente de la información), y por tanto el proceso más importante es el de *aprendizaje*. Además se asume que el aprendizaje es un proceso interactivo, es decir que se asimila socialmente y sólo puede entenderse tomando en cuenta su contexto institucional y social. En particular, diversos autores definen el *aprendizaje tecnológico* como el proceso por medio del cual las empresas crean conocimiento y adquieren capacidades tecnológicas (Bell, 1984; Lall, 1987; Cohen y Levinthal, 1990; Arvanitis y Villavicencio, 1994 y Kim y Nelson, 2000). En este sentido, el papel tradicional del Estado en el soporte del proceso de aprendizaje tecnológico y el uso de la información y el conocimiento es de alguna forma confrontado por los procesos de globalización e internacionalización.

Sin embargo, en este trabajo nos referiremos en particular a un tipo de conocimiento único, tradicional y local que existe “dentro de” y “desarrollado” en condiciones específicas de hombres y mujeres indígenas que pertenecen a una región geográfica determinada,

conocido como *conocimiento local o tradicional*<sup>1</sup> (Grenier, 1998). Dicho tipo de conocimiento es acumulativo, y reúne las observaciones y experiencias basadas en la prueba y el error de muchas generaciones, por lo tanto es difícil de ser reproducido por agentes externos, quienes a su vez pueden tener su propio tipo de conocimiento local.

De manera complementaria, el reciente debate sobre si la tecnología puede representar una solución sostenible para el desarrollo y los problemas ambientales, en especial para un mejor uso de los recursos naturales, ha generado una serie de propuestas, análisis, herramientas y soluciones por parte de actores muy diversos. Algunos agentes de las áreas ambientales han reconocido que la tecnología es importante para generar soluciones a corto y mediano plazos; por otra parte, del lado de la tecnología se han empezado a integrar variables ambientales a las estrategias de negocios, productivas, organizacionales, etcétera. Algunos más se han centrado en el estudio y análisis de las organizaciones productivas como generadoras de soluciones ambientales; otros se han dedicado a tratar de entender las motivaciones de directores de empresas y hacedores de políticas públicas para motivar las condiciones necesarias para un cambio tecnológico con impacto positivo en el medio ambiente.

Finalmente, consideraremos que son pocos los actores que se han dedicado a estudiar las posibilidades de aplicación de *tecnología apropiada*<sup>2</sup> (Willoughby, 1990) a sectores marginados y desfavorecidos, como es el caso de los indígenas en México; mediante el uso de dicha tecnología es posible alcanzar una mejor calidad de vida expresada en el concepto de desarrollo sostenible. El objetivo de este artículo es analizar, a partir del estudio de un caso exitoso, las implicaciones que tiene la transferencia de conocimientos y la gestión de la innovación y la tecnología en un entorno rural. Además pretendemos explicar cómo la transferencia de tecnología para la elaboración de productos de tocador y alimenticios utilizando plantas propias de la región, con base en conocimientos locales y científico-tecnológicos, pueden integrar armónicamente objetivos económicos, de desarrollo social y de ciencia y tecnología en un marco de desarrollo sostenible en un país emergente como México.

<sup>1</sup> A pesar de existir un gran debate para definir este tipo de conocimiento, para efectos de este trabajo y debido a la dificultad de traducción de los términos *traditional knowledge* e *indigenous knowledge* es que se utilizan de manera indistinta. Una clasificación interesante del tipo de conocimiento local puede encontrarse en Van Overwalle (2005: 585-607).

<sup>2</sup> Para este término, adoptaremos la definición comúnmente aceptada en estudios de selección tecnológica al entender por *tecnología apropiada*: “aquellos artefactos tecnológicos que han sido diseñados específicamente para funcionar por medios relativamente eficientes y ajustados al contexto biofísico y psicosocial que prevalecen en un lugar y periodo determinado”. De manera complementaria, este concepto ha sido relacionado por lo general con aquellos “aspectos sociales y culturales de la innovación tecnológica” en Miles (1982).

Este artículo, está dividido en seis partes. En la primera sección se establecen los aspectos metodológicos; en la segunda se describen las condiciones generales de la zona y la comunidad indígena en estudio; en la tercera parte se abordan algunos elementos etnográficos, geográficos y demográficos que motivan el proyecto de desarrollo tecnológico y de mejora de calidad de vida de la zona. El cuarto apartado se enfoca en el estudio de caso específico de transferencia de tecnología apropiada en un entorno rural; en la quinta parte se establece el marco conceptual y las implicaciones del conocimiento local y su importancia en el desarrollo sostenible y la innovación; finalmente, exponemos nuestro punto de vista sobre los resultados para los hñahñu y las lecciones para el establecimiento de políticas públicas.

La presente investigación es un punto de partida para explorar qué implicaciones tiene para un grupo de indígenas hñahñu el haberse beneficiado de un proyecto de transferencia de tecnología, lo cual ha sido abordado con un enfoque multidisciplinario en las áreas de administración de la tecnología, estudios de desarrollo y química aplicada. Por otra parte, reconocemos la necesidad de incluir análisis más detallados de los campos antropológico o de estudios de género, debido a nuestras limitaciones, por lo que agradecemos de antemano cualquier sugerencia al respecto.

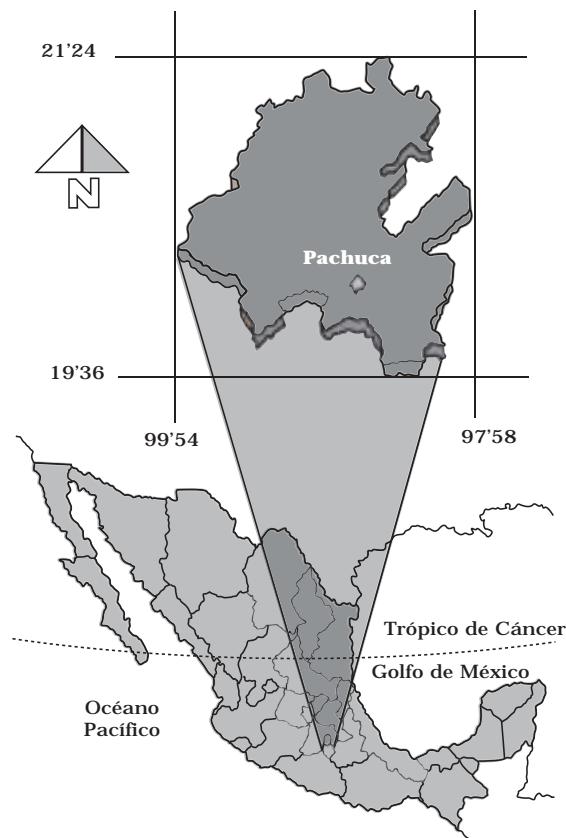
### **Aspectos metodológicos**

Consideramos que el tema del aprovechamiento integral de los recursos naturales en un marco de desarrollo sostenible tiene un lugar importante en las agendas de diversos países. Los avances de la ciencia y la tecnología originan dinámicas innovadoras en áreas estratégicas de desarrollo, lo que supone la generación de políticas estatales para favorecerlas. Sin embargo, los desarrollos tecnológicos en un entorno rural y marginado no son una práctica común y existe una gran distancia entre el medio rural y las fuentes de tecnología.

Los años de esfuerzos para diseñar instrumentos de política pública en México no han logrado propiciar las condiciones que generen actitudes emprendedoras acordes con la realidad social y cultural y de los pueblos indígenas, pero sobre todo acordes con las condiciones geográficas, ecológicas y de recursos naturales disponibles para la explotación sostenible. Sólo en algunos casos en que hay coincidencia de intereses –entre universidades, comunidades, organizaciones no gubernamentales o instituciones de soporte– se ha creado la empatía necesaria para el desarrollo exitoso de industrias tradicionales, capaces de generar alto



**Mapa 1**  
**Estado de Hidalgo, México**



valor agregado y mejoras en la calidad de vida de los indígenas, muchas veces a costa de sufrir ciertos cambios en sus tradiciones, costumbres e identidades. Nosotros partimos del supuesto de que las comunidades indígenas pueden recibir y participar en la dinámica productiva y tecnológica de una región o de un país y conservar su cultura y su identidad.

El análisis cualitativo ayuda a entender las percepciones de los individuos acerca del mundo y la realidad que construyen (Bell, 1999), debido al papel de diversos actores en la relación tecnología-ciencia-medio ambiente se toman algunos elementos de constructivismo social; además, los métodos cualitativos están más asociados con esta tradición (Denzin y Lincoln, 1998). Dentro de los métodos cualitativos, los estudios de caso tienen un papel sobresaliente y se recomienda utilizarlos cuando el investigador tiene poca influencia en el examen de un fenómeno actual en un contexto real (Yin, 1994).

Es por las razones anteriores que, mediante un estudio de caso, realizamos un análisis de las implicaciones que tiene para una comunidad indígena margina-

da como la de los hñá-hñú el entrar en contacto con el mundo de la ciencia y la tecnología, además de cambiar una visión de campesino marginado a una de empresario con la posibilidad de mejorar su calidad de vida. Por otra parte, el análisis discursivo –como método recurrente de áreas sociológicas y antropológicas, pero sobre todo en los estudios de desarrollo– permite ver que la teoría no puede estar separada de la realidad de los datos; de forma que todos aquellos aspectos interrelacionados salgan a la luz durante el estudio. Diversos conceptos y argumentos se encuentran normalmente inmersos en historias y narraciones de casos que, transportados a otro contexto, pueden aportar soluciones (Gasper y Aphorpe, 1996).

En nuestro estudio, podremos ver reflejado cómo este caso de transferencia de tecnología a comunidades indígenas había sido visto como un ejemplo exitoso de innovación, dejando un poco de lado su enorme riqueza como método didáctico para el desarrollo regional y comunitario, en un ambiente que genera y aporta soluciones acordes a la realidad de los actores involucrados. En la siguiente sección se presentan los

elementos característicos de la zona de estudio, el estado de Hidalgo, en la región central de México (mapa 1).

## **Escenario general de la zona indígena de estudio**

Desde tiempos antiguos, diversas culturas se han asentado en varias regiones de México. En la actualidad, sólo 10% de los municipios del país no tienen comunidades indígenas. De la población total estimada para el año 2003 (cerca de 100 millones de habitantes) más del 10% son indígenas y 7% del total hablan alguna lengua indígena (INI, 2003).

A su vez, en México los ecosistemas de las zonas áridas y semiáridas ocupan una superficie de aproximadamente 40% de la superficie total; ahí predominan especies propias de su condición, sin embargo la explotación de muchas de ellas es limitada debido a que no se cuenta con estudios concretos sobre su uso, manejo y aprovechamiento; es lo que ocurre en el estado de Hidalgo, que tiene amplias extensiones de zonas áridas con alta concentración de plantas características y poco estudiadas (Filardo, 2001: 2).

El estado de Hidalgo se encuentra en la región central del país, tiene una superficie de 2 087 m<sup>2</sup> y representa 1.1% de la superficie total del país. En esta entidad se localiza el Valle del Mezquital, el cual abarca 28 municipios; entre los más importantes se hallan Actopan, Alfajayucan, El Cardonal, Chilcuautla, Ixmiquilpan, Nicolás Flores, San Salvador, Santiago de Anaya, Tasquillo y Zimapán; la población indígena está ubicada en estos municipios, sobre todo en las cabeceras municipales (INI, 2003).

En los municipios de Ixmiquilpan y El Cardonal se eleva un árido y calcáreo macizo montañoso fragmentado por hondas barrancas conocido como el Alto Mezquital, donde impera un clima seco, extremoso, con temperaturas máxima y mínima de 25 y 3 grados centígrados respectivamente, cuya precipitación pluvial media anual es de 360 milímetros entre junio y septiembre; el suelo es pobre, con deficiencia de material orgánico y ligeramente alcalino, no cuenta con sistemas de riego y su acceso es a través de caminos escabrosos y polvorrientos. La flora del Alto Mezquital está formada por diversas asociaciones vegetales. La zona específica de estudio comprende cerca de cuatro mil hectáreas, al norte de la ciudad de Ixmiquilpan, en el municipio del mismo nombre, el cual es considerado como el centro etnográfico del Valle del Mezquital, y resulta siempre la primera referencia a este sitio (Filardo, 2001: 2).

En los poblados más importantes hay sistemas de riego de temporal y de aguas residuales, carreteras, agua potable, luz, drenaje y actividades comerciales

significativas; no así en las zonas marginadas del valle y la sierra. En los elevados terrenos escarpados se registran menos de 500 milímetros de precipitación anual, caminos escabrosos y polvorrientos y mayor aislamiento. Esta condición no favorece el desarrollo de actividades económicas de alto valor agregado. Del total de la población de esta región, estimada en casi 100 mil habitantes, 46% habla alguna lengua indígena (otomí) además de español y cerca de 2% habla exclusivamente su lengua indígena, además de que hay un elevado grado de analfabetismo (Filardo, 2001: 1 e INI, 2003).

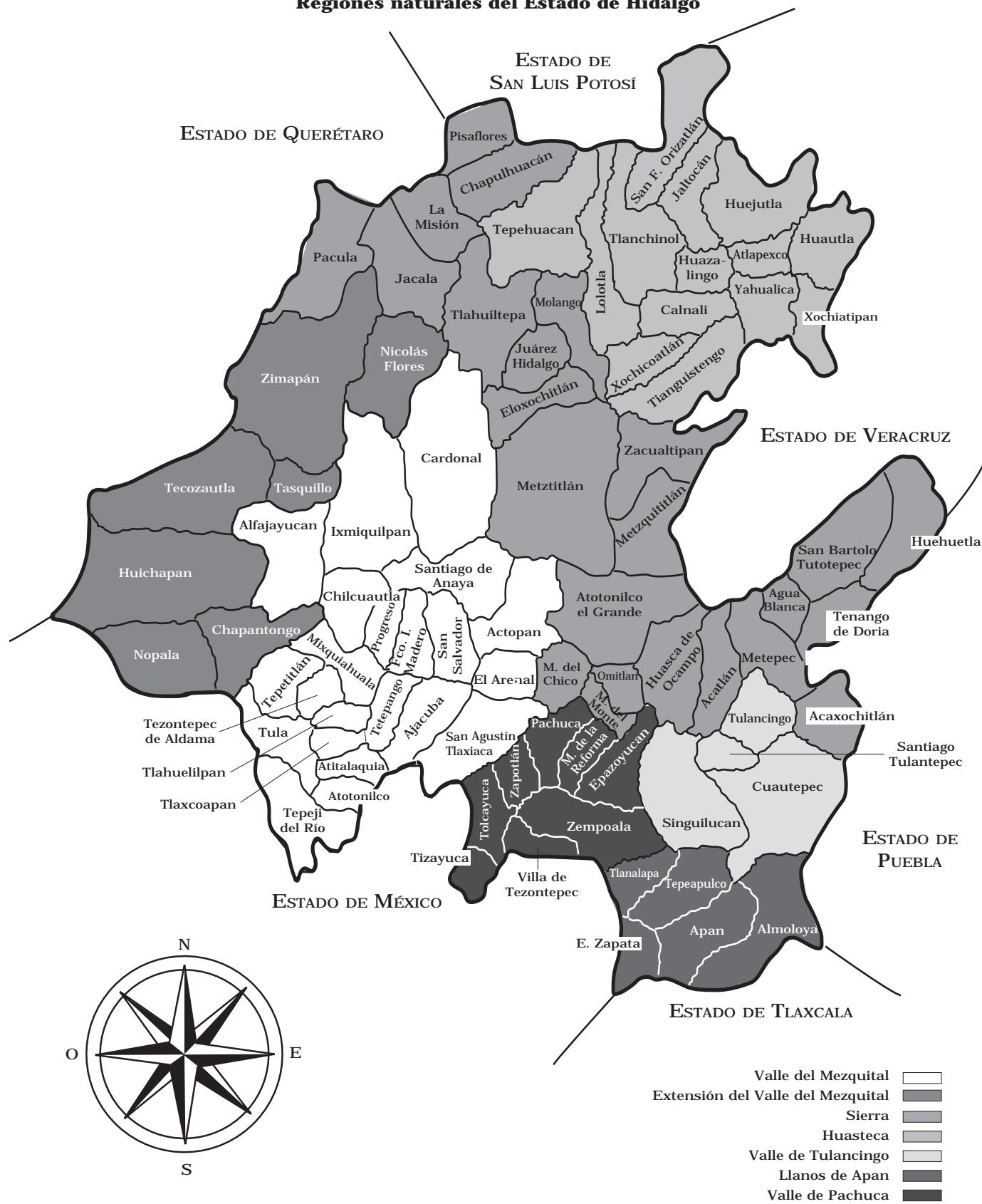
## **La comunidad indígena en estudio: los hñá-hñü**

México es un país multicultural. Gran parte de la esencia del pueblo mexicano se refleja en el legado de pueblos y culturas precolombinas que desde tiempos inmemorables han conservado sus tradiciones. Uno de los grupos más numerosos es el de los otomíes, quienes en el Valle del Mezquital se autodenominan hñá-hñü, de *hñá* hablar, y *hñü*, nariz; es decir, los que hablan la lengua nasal o los que hablan dos lenguas (INI 2003).

La condición de los hñá-hñü no es distinta de la de muchos otros pueblos inmersos en dominación y abandono, pues desde antes de la llegada de civilizaciones más avanzadas como las de los toltecas o aztecas, los hñá-hñü (otomíes) se encontraban establecidos en terrenos de la Mesa Central (Filardo, 2001: 1). En la vida económica, social y religiosa de las culturas prehispánicas, los nopaleros desempeñaron un papel destacado, al grado de que intervinieron en sus prácticas religiosas. Algunas especies fueron elevadas a la categoría de dioses; se utilizaron con frecuencia en la magia, varias de ellas eran consideradas talismanes, fueron empleadas como remedios en la curación de enfermedades; también influyeron en la fundación de poblados y se utilizaron como alimento (Bravo-Hollis, 1978).

Desde tiempos remotos, gran parte de la economía hñá-hñü se ha basado en la utilización de la lechuguilla, cuyas hojas eran sometidas a un proceso rústico de tallado para obtener como subproductos la fibra de ixtle y el xithé. La baja productividad agrícola, las actividades económicas y comerciales de bajo valor agregado y la carencia de industrias en la región han obligado a los otomíes, desde hace tiempo, a emigrar en busca de trabajo asalariado. Solamente las hortalizas representan una actividad económica factible, sin embargo aún se cultivan con implementos agrícolas tradicionales como la coa (de origen prehispánico) y la yunta, y en menor medida con tractores.

**Mapa 2**  
**Regiones naturales del Estado de Hidalgo**



Fuente: Filardo (2001: 9).

Para los hñ-a-hñu la medicina doméstica ha tenido un papel importante en el equilibrio biológico-social de la comunidad y el uso de la herbolaria es cotidiano. Cuentan con recursos terapéuticos como infusiones, masajes con cremas y bálsamos (INI, 2003). Su conocimiento sobre las propiedades terapéuticas y cosméticas de plantas de la región como la lechuguilla, el nopal, la tuna y la sábila fue determinante en el proceso de codificación y generación de conocimiento científico a partir del conocimiento local.

## Breve introducción al caso estudiado

En diciembre de 1995, los Lechuguilleros del Alto Mezquital Sociedad de Solidaridad Social (LAMSSS) y Enlace Rural Regional, A.C. (ERRAC) se entrevistaron con autoridades de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, y solicitaron apoyo para la realización de actividades tendentes al mejoramiento social de estos grupos marginados; de esta manera se integró un grupo de trabajo multidisciplinario e interinstitucional con el Centro de Investigaciones Químicas de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (CIQ-UAEH).

El planteamiento consistió en unir esfuerzos para el mejor aprovechamiento de los recursos naturales propios del Alto Mezquital en el marco de desarrollo y transferencia de tecnología para la implantación de agroindustrias ligeras, que permitieran incluir el valor agregado a la producción campesina y ofrecer productos de impacto en el mercado. Así, se definieron proyectos para el aprovechamiento racional de la lechuguilla; continuaron la sábila, la sangre de drago y el nopal por parte de un equipo de investigadores del Centro de Investigaciones Químicas, en particular las áreas de química orgánica e inorgánica, biotecnología, ciencias ambientales, laboratorio de pruebas, laboratorio de alimentos y laboratorio de espectrofotometría.

El Alto Mezquital es una zona rica en recursos naturales potencialmente útiles; sin embargo, dadas las condiciones socioeconómicas de la región y el débil apoyo de políticas públicas efectivas, los nativos de la región no han podido explotar dichos recursos; carecen, entre otros factores, de información, capacitación, asesoría y tecnología aplicable a sus condiciones ambientales, culturales y socioeconómicas. Los escasos productos que tradicionalmente obtienen de una manera rudimentaria y artesanal, sobre todo fibras mediante el tallado manual de las plantas, carecen de valor agregado y sólo se distribuyen en mercados locales. Su comercialización es muy limitada, lo cual se traduce en la obtención de ingresos económicos tan bajos que apenas son suficientes para el sustento familiar.

Paralelamente han existido otros problemas tales como la falta de organización para el desarrollo de sus proyectos. Inmersos en esta problemática tecnológica y organizacional, no había sido posible obtener beneficios económicos importantes, lo cual limitaba el arraigo de sus habitantes en sus comunidades y se veían obligados a emigrar a otros estados o a otros países.

Por tales razones, y en un marco de respeto a su identidad y origen cultural, en este trabajo se involucró a los indígenas hñ-a-hñu del Alto Mezquital en el aprovechamiento racional de los recursos naturales propios de su región mediante la aplicación de *tecnología apropiada*, manejada por ellos mismos y dentro de su entorno específico empleando las materias primas de origen natural para la elaboración de productos de tocador, limpieza y mermeladas, con calidad suficiente para competir en mercados nacionales e internacionales, que les permitiese incrementar sus ingresos y mejorar sus condiciones de vida. Sin duda un elemento de suma trascendencia para el éxito de dicho proyecto era el conocimiento tradicional sobre el uso y las propiedades de plantas originarias de la región, susceptible de ser traducido en conocimiento científico y adelantos tecnológicos.

El proyecto de transferencia de tecnología apropiada consistió básicamente en el diseño y transferencia de la tecnología de elaboración de productos de tocador, limpieza y mermeladas del fruto del nopal (tuna), con la finalidad de dar valor agregado a sus productos, lo que favorecería su comercialización en mercados nacionales e internacionales. Este proceso de transferencia debía basarse en el uso del conocimiento tradicional, por lo que su traducción a lenguaje científico comenzó con la realización de un estudio etnobotánico de la flora del Alto Mezquital, con el fin de conocer el uso y aprovechamiento de las plantas de la región. De manera complementaria se realizaría una caracterización botánica y química de las plantas potencialmente utilizables, al identificar sus principios activos para después llevar a cabo el trabajo de laboratorio en las formulaciones de los productos.

A continuación se desarrollaron en el laboratorio los procesos de producción, la transferencia de tecnología a las comunidades con el objetivo de mejorar las formulaciones por su uso y encontrar aspectos críticos de la producción al pasar del laboratorio al taller productivo. Evidentemente, el proceso de transferencia de tecnología inició con la capacitación de los representantes de cada comunidad en el laboratorio, para que éstos a su vez capacitaran a los integrantes de cada taller de producción en sus respectivas comunidades.

La unidad de vinculación de la UAEH se encargaría de dar seguimiento a los aspectos legales, sanitarios, de organización para la producción y, de manera conjunta,

el grupo de trabajo y las comunidades diseñarían la mercadotecnia a seguir. A este respecto, se trabajaría en la gestión de las licencias sanitarias, detección de la problemática interna y externa de las organizaciones, integración de una estructura organizacional, formulación de políticas de trabajo y deslinde de funciones, trámites fiscales para la obtención y control de facturas hasta el diseño de envases y etiquetas.

El siguiente aspecto sería el relacionado con los controles de calidad y la organización para la producción. Se elegiría un sistema de control de calidad teórico-práctico basado en el modelo de la mejora continua, buscando la superación de cada uno de los talleres participantes. El control de calidad de los productos estaría basado en análisis fisicoquímicos, sensoriales y microbiológicos de muestras de cada uno de los productos elaborados en los talleres, para después ser analizados periódicamente en los laboratorios del CIQ-UAEH, con base en las normas oficiales mexicanas aplicables.

Es importante mencionar algunas de las implicaciones de la puesta en marcha del proyecto: durante la transmisión de tecnología o conocimiento para la elaboración de los diferentes productos, así como la implantación de conceptos de calidad, el grupo de investigación se enfrentó al problema de transmitir una gran variedad de conceptos técnicos de manera sencilla y en el ámbito cultural particular de la región, tarea nada fácil si se toma en cuenta que la meta era organizar una empresa productiva de calidad competitiva. Este proceso se realizó en diferentes fases, como la asistencia de los grupos indígenas a los talleres de la Universidad para conocer los aspectos técnicos propios del producto, o el desplazamiento del grupo de investigación a las comunidades para la implantación del proceso productivo. En todo este proceso, fue determinante la capacidad de trasmitir estos saberes científicos a personas con conocimientos empíricos, pero alejadas de los conceptos técnicos específicos.

Esta etapa se inició con la celebración del Primer Encuentro de Calidad de productos de tocador, limpieza y artesanía elaborados por los hñahñu del Alto Mezquital, el cual comenzó con una conferencia de inducción a la calidad, con la participación activa de todos los indígenas provenientes de los talleres de producción involucrados. Posteriormente se establecieron mesas de trabajo en las cuales vertieron sus experiencias sobre los puntos más importantes del proceso y los problemas que enfrentaron para detectar los puntos del proceso donde deben poner mayor cuidado.

Uno de los logros principales de este proyecto fue la elaboración de un estudio etnobotánico que permitió codificar el conocimiento local en conocimiento científico y reveló que el potencial económico, agronómico y

químico de las plantas existentes en el Alto Mezquital es ilimitado. De igual forma se establecieron al menos seis líneas de negocios para la producción de productos de tocador y limpieza (champú, polvo, cremas, etcétera) basadas en xithé, sábila y sangre de drago. Junto con el desarrollo del proyecto comenzó la reforestación intensiva de las plantas mediante una contabilización y un plan de manejo sustentable de la zona. El punto final de esta etapa fue la detección de puntos críticos de control en temas de materia prima, mano de obra, medio ambiente, maquinaria y método de producción empleado. También fue necesario identificar y solucionar los problemas internos y externos de las organizaciones, por lo que se formó la estructura organizacional de la Sociedad, con el fin de deslindar funciones y responsabilidades, y se diseñaron políticas para trabajar y tener un control interno, de acuerdo con las funciones asignadas.

Los talleres comenzaron a producir con sólo 40% de su capacidad debido a los requerimientos del mercado; esta capacidad de producción se incrementó conforme a las ventas generadas y se tenía la expectativa de trabajar al 100% de su capacidad en un periodo de cinco años. Actualmente las comunidades indígenas hñahñu son capaces de elaborar productos de tocador, limpieza y mermeladas con calidad suficiente para competir en los mercados nacionales e internacionales (Francia), como resultado de la capacitación y transferencia de tecnología que se generó mediante la vinculación de la UAEH, organizaciones civiles y estos grupos marginados (Filardo, González *et al.*, 1997; Filardo, 2001; Filardo, Zuñiga *et al.*, 2003).

Las actividades de aprendizaje tecnológico que hoy representa una ventaja competitiva fueron posibles al conjuntar los conocimientos empíricos de los indígenas con los desarrollos de un laboratorio. Se llevó a cabo un proceso de interiorización y exteriorización del conocimiento. Los indígenas aprendieron sobre el procesamiento de sus productos en el laboratorio para aplicarlo en sus talleres (cómo controlar el pH, la temperatura, etcétera), las cuestiones de mercadotecnia (cómo envasar su producto); y la forma en que se compite en mercados externos, entre otras cosas. En el futuro esta preparación les servirá para asimilar otras técnicas y ampliar su capacidad productiva.

### **El conocimiento local y su importancia para el desarrollo sostenible y la innovación**

En la introducción definimos el *conocimiento local* como el único tradicional y local que existe en condiciones específicas de grupos indígenas. Sin embargo –a raíz

de la firma y ratificación de la Convención en Diversidad Biológica (CDB-UNEP, 1992), que en su artículo octavo establece un requerimiento general de los gobiernos de preservar, respetar, y mantener el conocimiento tradicional; promover su aplicación extensiva con la aprobación de sus poseedores y la obtención de beneficios equitativos por su uso (Khor y Li Lin, 2001a y 2001b y Downes, 2002)– su uso, conservación y difusión (sobre todo en el tema de la biodiversidad) ha sido puesto en la agenda de diversos países. Experiencias recientes en el tema dan cuenta del papel del conocimiento tradicional en la protección y la conservación de la biodiversidad, y del papel que los sistemas de protección intelectual y regímenes similares o alternativos deben desempeñar (Aguilar, 2001; Siebenhuner *et al.*, 2005; Van Overwalle, 2005); no obstante, muy pocos aportan evidencia empírica o presentan casos en los cuales participan las comunidades indígenas.

México firmó el convenio mencionado en 1992 y lo ratificó un año más tarde. En la actualidad la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) ha realizado diversos trabajos para conocer el estado del arte para el país en este tema. Hasta hoy se han realizado un estudio sobre el estado del uso de la biodiversidad en todo el país, los lineamientos generales de la estrategia nacional para el uso de la biodiversidad y se tienen diversos avances en los estudios estatales para, en un futuro próximo, realizar acciones específicas del Plan de Acción Nacional. En los diversos documentos, incluidos los dos informes para la Comisión de Diversidad Biológica, se reconoce la importancia del conocimiento local, aun cuando se tienen resultados discretos en el campo de la codificación de conocimiento local o tradicional.

Para explicar el éxito de este proyecto partiremos de la noción básica del conocimiento científico y su analogía con el conocimiento local, lo que nos permitirá entender y valorar su importancia en el proceso innovador de las empresas, sin olvidar que se trata de un contexto muy particular: la transferencia y el uso de la tecnología apropiada a comunidades indígenas. De manera general, las contribuciones de Nonaka y Takeuchi (1995) y otros autores en el área de los procesos de aprendizaje tecnológico y construcción de capacidades tecnológicas (Magnolte, 1997; Tanguy y Villavicencio, 2000 y Villavicencio, 2000) nos permiten entender el papel del conocimiento (tácito, codificado, codificable), sus niveles (individual, grupal, empresa) y los procesos de *interiorización del conocimiento*<sup>3</sup> (*socialización, externalización, combinación e internali-*

*zación*) para la generación de nuevos conocimientos en diferentes niveles. En este proceso las prácticas rutinarias de trabajo, las reglas de comportamiento, los procedimientos administrativos y gerenciales, el tipo de producto y proceso productivo que existen en una empresa –por muy pequeña o tradicional que ésta sea– confiere una especificidad al conocimiento grupal o colectivo que no puede ser reproducida en su totalidad en condiciones diferentes.

He aquí la analogía con el conocimiento local, cuya principal característica es que sólo puede ser reproducido mediante la tradición oral de los indígenas. De esta forma podríamos considerar al conocimiento local como un caso especial de conocimiento tácito, y un insumo especial para la innovación en un marco de desarrollo sostenible, pues está íntimamente ligado a conceptos de conservación y uso sustentable de la biodiversidad (Downes, 2002). Recientemente, en algunos países avanzados se ha generado un particular interés por estudiar el conocimiento, las innovaciones y las prácticas de personas indígenas y comunidades locales que son desarrolladas y transmitidas de generación en generación por medio de la tradición oral.

Desde nuestro punto de vista, el proceso de codificación de una parte de los conocimientos locales constituye un aspecto central del análisis del aprendizaje en los talleres artesanales de los hñ-a-hñu. La interacción entre individuos permite resaltar aspectos positivos de experiencias pasadas, individuales y de grupo, que se memorizan en la empresa a través de la codificación, de suerte que puedan constituir un referente para la solución de problemas presentes y futuros (Díaz y Villavicencio, 2003). Otro aspecto por considerar en el análisis del aprendizaje es el proceso que se dio en la etapa de “capacitación” en el uso de los instrumentos y técnicas químicas. En algunos casos, los procesos de innovación, dado su carácter acumulativo, resultan impredecibles y por lo tanto pueden tomar diversos rumbos. Estos *procesos de síntesis acumulativa* propician el nacimiento de “cosas nuevas” (y la modificación de los esfuerzos tecnológicos) dirigiendo en alguna medida su rumbo. Por ello, el tema del aprendizaje tecnológico de los indígenas en el uso de una técnica de producción es un proceso de creación de conocimiento, y la noción de crear algo “nuevo” con los mismos insumos que conocían en el ámbito tradicional y empírico les permite establecer en alguna medida un patrón de referencia cercano, pues hoy los productos tradicionales son productos comerciales gracias a los cuales tienen beneficios sociales y económicos.

---

<sup>3</sup> A este respecto, remítase al concepto de *espiral del conocimiento* en Nonaka y Takeuchi (1995).

Situémonos ahora en el papel de esta comunidad indígena que por primera vez se encuentra ante la posibilidad del uso de artefactos tecnológicos, que no son instrumentos de alta tecnología, sino material de laboratorio que incluso puede ser adaptado con materiales de uso cotidiano, como una cacerola o una estufa, en lugar de un matraz y un mechero Bunsen. La importancia del conocimiento y las actividades de aprendizaje en cualquier proceso de transferencia de tecnología pueden ser vistas como una necesidad de adaptación a nuevos escenarios; en este caso, la creación de una serie de talleres adaptados a las condiciones socio-culturales de los indígenas, para que adquieran la capacidad de transformar los productos de bajo valor agregado en otros con mayores perspectivas de comercialización, puede darnos una clave para entender las posibilidades reales de “adaptación” a nuevos escenarios de las comunidades hñá-hñu ante eventualidades y fuerzas externas que los amenacen, las cuales en el papel parecen ser muchas.

Sin embargo, el proceso de transferencia de tecnología para cualquier innovación tiene elementos de incertidumbre y riesgo, y de alguna forma los costos de transacción pueden inhibir su adopción y promoción en empresas con capacidad financiera limitada, como es el caso de las agroindustrias ligeras del Alto Mezquital. Por lo tanto, surge la necesidad de contar con mecanismos de apoyo eficientes que realmente promuevan la consolidación de procesos innovadores en diversos sectores. La apuesta novedosa del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) en México, que intenta con su esquema de fondos sectoriales y mixtos generar proyectos exitosos de fomento a la innovación, parece promisoria, pero su evaluación de efectividad resultaría a estas alturas prematura, en especial la relativa a los esquemas de apoyo a la industria de la Secretaría de Economía, o, en el caso de la Secretaría de Agricultura, el establecimiento de apoyos a sectores prioritarios en agroindustrias ligeras, como la de este estudio. Ante este nuevo esquema de Conacyt es obligado establecer mecanismos eficientes para que la definición de los sectores prioritarios de apoyo y desarrollo resulten ser acordes a las necesidades y realidades de las diferentes regiones del país, con el fin de evitar que muchos sectores, como los indígenas marginados, queden fuera de la posibilidad de beneficiarse con proyectos de carácter tecnológico.

Algunas experiencias exitosas de transferencia de tecnología apropiada a comunidades indígenas en el mundo dan cuenta de que es menester contar con una adecuada protección del conocimiento local, considerado como una herencia cultural, mediante sistemas de protección intelectual, como las patentes. Además, se

juzga que la protección del conocimiento local de los pueblos indígenas es una defensa de sus derechos, pues no sólo comprende la parte de respeto y preservación del conocimiento como herencia cultural, sino también las ventajas inherentes a los esquemas de protección intelectual, como es la explotación comercial y la obtención de beneficios económicos (Khor y Li Lin, 2001a y 2001b y Downes, 2002). Pese a lo valioso que resultó el conocimiento que aportaron los indígenas hñá-hñu, la repetición de esta experiencia en otros casos aún es incipiente.

Un ejemplo de la aplicación de mecanismos de protección intelectual se da en el sur de Estados Unidos con la etnia de los pueblo. En este caso, sus artesanías de cerámica, joyería de plata y sus tambores están salvaguardados bajo un esquema de protección intelectual que les representa beneficios anuales del orden de 800 millones de dólares anuales; se toman en cuenta los diversos estilos característicos de cada familia artesana y ninguna persona ajena a ella tiene el derecho a su explotación comercial. Sucedió que personas no indígenas en el estado de Nuevo México fabricaron y comercializaron artesanías del tipo de los pueblo, a lo que el gobierno estatal reaccionó emitiendo una ley de protección a estas artesanías (Downes, 2002).

En el caso de los hñá-hñu, el esquema de protección de sus formulaciones, que son la riqueza más importante que ellos conservan, se mantiene en forma de secreto industrial. Afortunadamente, dada la tradición de comunicación oral del conocimiento, es muy factible que dicho patrimonio de conocimiento permanezca sólo en las familias que participan en la producción. Sin embargo, como se infiere de una política estatal efectiva de protección a este tipo de patrimonios, esta comunidad debería tener la oportunidad de gozar de los beneficios que les brinda el sistema de patentes.

### **El resultado para los hñá-hñu y las lecciones para las políticas públicas**

El entendimiento de las interacciones entre conocimiento, ambiente (recursos naturales y desarrollo sostenible) y sociedad (comunidad hñá-hñu y Universidad) es una tarea vital para la conformación de políticas de desarrollo. La labor de los investigadores es mostrar que es posible armonizar estas variables; la de los políticos, favorecer la transferencia de tecnologías adaptadas con conocimientos locales a medios rurales, motivando la generación de núcleos económicos que respeten las condiciones socioculturales de los pueblos.

El conocimiento indígena sobre los usos y características de las plantas de la región, así como la

responsabilidad social del Centro de Investigaciones Químicas y de la Universidad a la que pertenece, generaron una dinámica innovadora, productiva y de desarrollo de los actores involucrados. En los últimos meses, el desarrollo de capacidades derivado de los procesos de aprendizaje tecnológico –en el uso del conocimiento indígena para las ecoinnovaciones biotecnológicas– ha llevado a las comunidades indígenas a una dinámica productiva tal que ya se tienen nuevos proyectos de mejora y automatización de su proceso productivo. Así, el desarrollo de capacidades y cumplimiento de la orientación de la vinculación de la Universidad con otros sectores por un lado, y la creación de núcleos de desarrollo económico y social de las comunidades indígenas participantes por el otro, son parte de las lecciones derivadas de este proceso dinámico.

Hoy día, las 15 familias indígenas participantes en esta dinámica productiva se encuentran capacitadas para operar sus propios talleres, obteniendo productos de tocador, limpieza y mermeladas a partir de las plantas regionales que cumplen con los requisitos de calidad que exige tanto la legislación vigente como el propio consumidor, y son competitivos en los mercados locales, nacionales e internacionales. Para ello cuentan con el fortalecimiento de sus talleres y el control y aseguramiento de la calidad de sus productos, con la asesoría de los investigadores de la Universidad.

No obstante, es muy factible que este tipo de agro-industrias ligeras de carácter familiar sean muy sensibles a los cambiantes entornos macroeconómicos. Prueba de ello es que del máximo histórico de 200 familias involucradas en la producción en su época de apogeo, hoy sólo sobrevive menos de 10%. La noticia positiva es que no todos los talleres han desaparecido; algunos han decidido separarse de la cooperativa para emprender por cuenta propia actividades productivas y comerciales; es decir, se ha propiciado el nacimiento de otras pequeñas empresas.

En nuestra percepción, dada su disminuida capacidad de investigación y desarrollo –que podría ser realizada por los investigadores de la Universidad–, aunque las comunidades hñá-hñú, han acumulado una serie de capacidades para producir a nivel laboratorio los productos, no necesariamente están expandiendo las capacidades que se requieren para mejorar, modificar e innovar productos, indispensables para la supervivencia en los mercados.

En este caso se ha logrado aprovechar y conservar las propiedades naturales de las plantas como base para el desarrollo de productos y procesos innovadores, cuyo impacto ha rebasado los aspectos estrictamente tecnológicos para incidir en los factores ambientales y sociales. Dicha situación conlleva la formación e inte-

gración de núcleos de desarrollo económico complementario a la economía de las comunidades indígenas hñá-hñú del Alto Mezquital, con lo cual se fomenta la integración y el desarrollo social de las familias participantes y se logra un mayor bienestar social y arraigo en las comunidades; todo gracias a que se logró poner los conocimientos científicos en palabras llanas.

El producto (y su desarrollo) funciona bajo un esquema de propiedad intelectual deficiente e incluso inexistente. No está protegido por una patente, sólo por un dictamen. Su esquema de protección de las formulaciones, su principal patrimonio, se mantiene como un secreto industrial. De esta forma, se aprovecha su apego a las tradiciones y el respeto de estos pueblos para hacerles entender que es su único patrimonio y que deben defenderlo. Esta condición no debería ocurrir, los esquemas de protección industrial deberían incluir un apartado especial para la salvaguarda de estos conocimientos tradicionales.

En algún grado, las implicaciones sociales adicionales al proceso de asimilación de la tecnología se pueden ver reflejadas en una serie de dinámicas organizacionales que tuvieron que absorber del exterior, como es el hecho de que tuvieron que agruparse en una asociación y decidir sobre su organización productiva, es decir, qué y quién produciría cada cosa. Lo mismo ocurrió con los talleres y la implicación de aceptar acudir a los laboratorios de la Universidad para asimilar algo nuevo. Actualmente los hñá-hñú tienen la intención de incrementar la eficiencia de su proceso y pasar de una producción por lotes y artesanal a un proceso con maquinaria automatizada (bandas transportadoras llenadoras). Pese a ello, este proyecto no sólo supone conseguir los recursos financieros, sino un nuevo proceso de aprendizaje tecnológico que no estamos seguros de que sea acorde a sus condiciones socioculturales. Un aspecto positivo a este respecto es el hecho de que las condiciones sociales y la calidad de vida de las familias que aún laboran en los talleres se ha incrementado, a tal grado que se han incorporado jóvenes indígenas a estudios profesionales en la Universidad, lo que conlleva una inversión importante en la generación de la masa crítica necesaria para este incremento de personal capacitado y de primer nivel. Es decir, los pioneros sufrieron una metamorfosis para convertirse en empresarios, pero son los jóvenes quienes toman la batuta al formarse profesionalmente.

Cabe preguntarse hasta dónde la Universidad tiene responsabilidad en el seguimiento de este tipo de proyectos, y dónde las políticas públicas deben tomar un papel preponderante en su consecución. La Universidad cumple una primera función social que es la de educar; una segunda función de la Universidad es generar

conocimiento en todos los ámbitos de saber humano, entre ellos el científico y tecnológico. Pero las universidades públicas también tienen un compromiso con la sociedad: deben encaminar los esfuerzos de investigación hacia las áreas sociales de mayor necesidad. En México, uno de los sectores sociales que más requieren esta atención es el rural.

El proyecto de transferencia de tecnología a comunidades hñahñu concluido con éxito por parte de la Universidad demuestra el cumplimiento de este fin social. Además ha permitido el acercamiento a los problemas del entorno social próximo y participar activamente en la solución, generando para la comunidad la imagen de una universidad con visión y compromiso social. Con todo, dadas sus limitaciones, tanto financieras como tecnológicas y de recursos, es virtualmente imposible participar en esquemas de seguimiento.

En el caso particular de los hñahñu, el papel de la Universidad en el proceso de transferencia de tecnología termina en el momento en que las empresas son autosuficientes, no puede ser de otra manera, ya que desde el punto de vista tecnocientífico, su papel es sólo transmitir el conocimiento para ser explotado; las estrategias y políticas de expansión, al dejar de representar un asunto de carácter social, dejan de ser competencia de la Universidad (en el caso particular de proyectos como el que aquí se expone). Sin embargo, aunque la universidad no deba intervenir en el proceso de crecimiento de estas empresas ligeras, sí debe incluir en el plan inicial de instalación los mecanismos que aseguren que este proceso pueda darse.

Además, las políticas estatales para el desarrollo de tecnologías deberían agregar la solución de problemas regionales inmediatos en los conocimientos locales de los pueblos indígenas que pudieran estar vinculados con las áreas de biotecnología expresadas en el programa especial de ciencia y tecnología del gobierno federal, poniendo un enfoque práctico y en un contexto adecuado para el acercamiento de las comunidades indígenas a los estándares de calidad de vida del resto de la sociedad.

En la práctica, para que exista una vinculación idónea entre dos grupos socialmente distantes como lo son la Universidad y los grupos indígenas marginados, debe existir un lazo de comunicación que permita un acercamiento; dicho enlace pueden ser las instituciones de soporte y de promoción. En una primera etapa, que es la transferencia o conversión de los conocimientos tácitos a conocimientos explícitos (científicos y tecnológicos), la Universidad es la responsable de mantener un contacto directo con los actores, al punto de ser la organizadora del proceso de asimilación de tecnología; pero, cuando la tecnología es asi-

milada y la empresa es autosuficiente, el papel de la Universidad termina y los empresarios deben tomar las riendas de la empresa, pues deben compartir también los riesgos asociados al proceso innovador y productivo.

Para asegurar el crecimiento posterior de este tipo de empresas es urgente que sean capaces de buscar y conseguir los vínculos necesarios mediante mecanismos estatales de soporte que les permitan terminar de conformar sus capacidades (tecnológicas, productivas y organizacionales). Dichos esfuerzos se pueden complementar mediante una consultoría de empresas expertas en el crecimiento tecnológico, donde la misma Universidad puede verse involucrada, sólo que con un nuevo enfoque –como consultoría y no como proveedora social-. También sería necesario para estas microempresas participar en esquemas de capacitación continua y formación de una masa crítica adecuada para afrontar las exigencias de los procesos de cambio tecnológico motivados por el mercado y las trayectorias tecnológicas.

## Bibliografía

- AGUILAR, G.  
2001 "Access to genetic resources and protection of traditional knowledge in the territories of indigenous peoples", en *Environmental Science & Policy*, vol. 4, núms. 4-5, pp. 241-256.
- ARVANITIS, R. Y D. VILLAVICENCIO  
1994 "Transferencia de tecnología y aprendizaje tecnológico. Reflexiones basadas en trabajos empíricos", en *El Trimestre Económico*, vol. LXI (2), núm. 242, pp. 257-279.
- BELL, J.  
1999 *Doing your research project. A guide for first time researchers in educational and social science*, Open University Press, Buckingham, Filadelfia.
- BELL, M.  
1984 "Learning and the accumulation of industrial technological capacity in developing countries", en M. Fransman y K. King, *Technological capacity of the third world*, MacMillan, Londres, pp. 138-156.
- BRAVO-HOLLIS, H.  
1978 *Las cactáceas de México*, vol. I, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- COHEN, W. Y D. LEVINTHAL  
1990 "Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation", en *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, núm. 1.
- DENZIN, N. E Y. LINCOLN  
1998 "Introduction. The discipline and practice of qualitative research", en N. Denzin e Y. Lincoln, *Handbook of Qualitative Research*, Sage Publications, Thousand Oaks.
- DÍAZ, F. Y D. VILLAVICENCIO  
2003 "Innovación y alianzas tecnológicas: ventajas y riesgos para una empresa química mexicana",

- en *Memorias del X Seminario Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica ALTEC, 2003. Conocimiento, innovación y competitividad: los desafíos de la globalización*, México.
- DÍAZ-LÓPEZ, F.  
2003 *Innovación tecnológica y ambiente. La industria química en México*, Universidad Autónoma Metropolitana (Breviarios de la Investigación), México.
- DOWNES, D.  
2002 "How intellectual property could be a tool to protect traditional knowledge", en K. Gallagher y J. Werksman, eds., *The Earthscan Reader on International Trade and Sustainable Development*, Londres.
- FILARDO, S.  
2001 *Una contribución al estudio etnobotánico de la zona del Alto Mezquital y propuesta biotecnológica para el aprovechamiento de la tuna (género Opuntia, subgénero opuntia) en tres comunidades hñahñus del estado de Hidalgo*, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ciencias, México.
- FILARDO, S., L. GONZÁLEZ, ET AL.  
1997 "Premio a la Innovación Tecnológica en la elaboración de productos de tocador en las comunidades hñahñus del Alto Mezquital, Hgo.", en C. Pallán y G. Ávila, *Estrategias para el impulso de la vinculación universidad-empresa*, Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) México, pp. 335-343.
- FILARDO, S., A. ZUÑIGA, ET AL.  
2003 "Experiencias en la transferencia de tecnología a grupos indígenas para la elaboración de productos de tocador y alimentos", en G. Pinto, *Didáctica de la química y la vida cotidiana*, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, pp. 371-374.
- FORD, D.  
1988 "Develop your Technology Strategy", en *Long Range Planning*, vol. 21, núm. 5, pp. 85-95.
- FRANSMAN, M.  
1994 "Information, knowledge, vision and theories of the firm", en *Industrial and Corporate Change*, vol. 3, núm. 3, pp. 712- 757.
- GASPER, D. y R. APTHORPE  
1996 "Introduction: discourse analysis and policy discourse", en D. Gasper y R. Apthorpe, *Arguing Development Policy: Frames and discourses*, Frank Cass, Londres.
- GRENIER, L.  
1998 *Working with Indigenous Knowledge. A Guide for Researchers*, International Development Research Centre, Ottawa.
- INSTITUTO NACIONAL INDIGENISTA (INI)  
2003 *Pueblos indígenas de México*, Instituto Nacional Indigenista (Series Monografías), México [disponible en: <http://www.ini.gob.mx/monografias/otomiesvm.html>].
- KHOR, M. y L. LI LIN  
2001a *Good Practices and Innovative Experiences in the South. Social Policies, Indigenous Knowledge and Appropriate Technology*, TWN-UNDP, Londres.  
2001b *Good Practices and Innovative Experiences in the South. Sustainable Livelihood Initiatives*, TWN-UNDP, Londres.
- KIM, L. y R. NELSON  
2000 *Technology, Learning & Innovation. Experiences of Newly Industrializing Economies*, Cambridge University Press, Cambridge.
- LALL, S.  
1987 *Learning to Industrialize*, Macmillan Press, Londres.
- LEONARD-BARTON, D.  
1995 *Wellsprings of Knowledge*, Harvard Business School Press, Boston.
- LUNDVALL, B.  
1992 "Introduction", en *National Innovations Systems. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Pinter Publishers, Londres, pp. 1-2.
- MAGNOLTE, P.  
1997 "La dynamique des connaissances tacites et articulées: une approche socio-cognitive", en *Economie Appliquée*, vol. L, núm. 2, pp. 105-134.
- MILES, D.  
1982 *Appropriate Technology for Rural Development: the ITDG experience*, Intermediate Technology Development Group, Francia.
- NONAKA, I. y H. TAKEUCHI  
1995 *The knowledge creation company*, Oxford University Press, Nueva York.
- OSORIO, C.  
2002 "Enfoque sobre la tecnología", en *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, núm. 2 [Organización de los Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura].
- ROSENBERG, N.  
1982 *Inside the black box: technology and economics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- SIEBENHUNER, B., ET AL.  
2005 "Introduction and overview to the special issue on biodiversity conservation, access and benefit-sharing and traditional knowledge", en *Ecological Economics*, vol. 53, núm. 4, pp. 439-444.
- TANGUY, C. y D. VILLAVICENCIO  
2000 "Apprentissage et innovation dans l'entreprise: approche socio-économique des connaissances", en *Rev. Technologies, idéologies, pratiques*, érès, vol. 4, núm. 1.
- UTTING, P.  
2002 *The Greening of Business in Developing Countries. Rethoric, Reality and Prospects*, Zed Books, UNRISD, Londres.
- VAN OVERWALLE, G.  
2005 "Protecting and sharing biodiversity and traditional knowledge: Holder and user tools", en *Ecological Economics*, vol. 53, núm. 4, pp. 585-607.
- VILLAVICENCIO, D.  
1993 "¿Qué entendemos por aprendizaje tecnológico?", en *Tecnoindustria*, pp. 22- 28.  
2000 "Le rôle de l'apprentissage et des savoirs tacites pour la maîtrise des systèmes productifs et l'innovation", en *Rev. Technologies, idéologies, pratiques*, érès, Aix-en-provence.
- WILLOUGHBY, K.  
1990 *Technology Choice. A critique of the Appropriate Technology Movement*, Intermediate Technology Publications, Londres.
- YIN, R.  
1994 *Case Study Research. Design and Methods*, Sage Publications, Londres.