

00569



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

1

FUERZAS IMPULSORAS Y RETARDANTES EN LA  
TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA  
UNIVERSIDAD - EMPRESA.

Estudio de un caso.

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS QUIMICAS  
(GESTION DE TECNOLOGIA)

P R E S E N T A

MARIA PATRICIA SHIRLEY DEMARE NEGRETE

DIRECCION:

M. EN C. ROCIO CASSAIGNE HERNANDEZ

298156

MEXICO, D. F.

2001





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## CONTENIDO

Resumen	i
Introducción	ii
1. Objetivo	1
2. Hipótesis de trabajo	2
3. Planteamiento del problema	3
4. Metodología	5
5. Marco Teórico	6
5.1. Conceptos y definiciones	6
5.2. El Sistema de Innovación	18
5.2.1. El Entorno Científico	19
5.2.2. El Entorno Productivo	23
5.2.3. El Entorno Financiero	30
5.2.4. El Entorno Tecnológico	35
5.2.5. La vinculación Universidad-Empresa	41
6. El caso de desarrollo y transferencia de tecnología	51
6.1. Las entidades tecnológicas involucradas	51
6.2. Antecedentes del caso	63
6.3. El proyecto	65
6.4. El Convenio	67
6.5. La tecnología	76
6.6. El proceso inconcluso de transferencia de tecnología	79
6.7. El estado actual de la propiedad industrial	85
6.8. Aciertos y errores	86
7. Fuerzas identificadas y estrategias propuestas	87
7.1. Fuerzas impulsoras y retardantes	88
7.2. Estrategias propuestas	94
8. Conclusiones	97
9. Bibliografía	100



## Resumen

Con base en el estudio de un caso de desarrollo y transferencia de tecnología universitaria hacia una pequeña empresa, se proponen estrategias que pretenden promover el éxito en este tipo de actividades.

Se discute la situación de los sectores y entidades involucrados; se analiza el convenio institucional y se describe el proceso de desarrollo, transferencia y escalamiento de tecnología, así como la propiedad industrial. A partir de la identificación de factores endógenos y exógenos que afectaron los resultados del caso estudiado, se señalan algunas de las fuerzas impulsoras y retardantes de este tipo de procesos.

Entre las principales lecciones que nos aporta el estudio de caso, se registran las siguientes:

- Es importante la definición oportuna por parte de la universidad, no sólo de la viabilidad técnica y económica de la tecnología, sino también de las competencias técnicas, organizativas y financieras de la empresa receptora, los posibles requerimientos de inversión según el tipo de tecnología a ser transferida y los potenciales obstáculos que pueden afectar la implementación de la misma. Esta valoración debe formar parte de la evaluación continua de los resultados del proyecto.
- Son esenciales las estructuras de vinculación dentro de las universidades, que realicen todas aquellas acciones en materia de vinculación que no son propias de los investigadores que trabajan en proyectos de colaboración con la industria.
- El Estado debe promover entidades y mecanismos que faciliten el escalamiento e implantación en la industria de desarrollos tecnológicos pre-competitivos originados en las instituciones de educación superior.



## Introducción

El dominio sobre el conocimiento adquiere cada vez mayor importancia como factor determinante de la capacidad de competencia de las empresas y de las naciones y como fuente de bienestar para la sociedad.

En las universidades, donde se genera gran parte del conocimiento, se está dando una tendencia creciente en la orientación de la investigación hacia la generación de conocimiento "útil", que pueda ser aplicado en el medio productivo, lo que implica un cambio de sus valores y sus funciones tradicionales (la docencia, la investigación y la difusión). Esto ha generado una discusión entre los académicos en relación con la pertinencia de hacer ciencia básica o ciencia aplicada. (Acevedo, 2001)

Lo anterior es, en parte, resultado de las tendencias globales hacia un nuevo paradigma de universidad pública, en la que ésta tiende a convertirse en una entidad comercial, lo cual ha resultado en presiones para que las instituciones generen recursos propios a partir de su interacción con el sector productivo, y que compromete, por ejemplo, un incremento de fondos gubernamentales para las instituciones de educación superior, proporcional a las sumas que éstas recauden por concepto de vinculación. (ADIAT 2001 b)

Sin embargo, el papel de las instituciones de educación superior como entidades de apoyo tecnológico a la industria es todavía muy limitado. Entre las razones principales que se han mencionado están su escasa disposición y capacidad para realizar investigación aplicada, la falta de estructuras institucionales para realizar la vinculación y la escasa valoración institucional a este tipo de investigación. (Solleiro y Morales, 1997)

En el medio empresarial, del mismo modo, se observa la tendencia hacia nuevas actitudes de entendimiento, colaboración y compromiso. La vinculación con instituciones de educación superior se ha convertido en una opción cada vez más apreciada por el sector productivo para subsanar sus deficiencias en actividades de investigación y desarrollo tecnológico. Esto es particularmente cierto para las



pequeñas y medianas empresas, aunque es precisamente en este medio que se tienen mayores limitaciones —en recursos económicos, físicos y humanos— para lograr el éxito en el proceso que requiere la implementación de una nueva tecnología.

La traducción de conocimientos novedosos a técnicas productivas o productos nuevos, exige capacidades creativas y talento comercial que van más allá de la mera originalidad científica. Una brillante reputación académica no es garantía de éxito en el desarrollo de un proceso patrocinado por la industria, y no basta la disposición del académico para adaptarse a los tiempos y metas establecidos por el sector productivo, así como no basta la buena disposición del empresario para acceder al cambio tecnológico. Se requiere, entre otras cosas, de una visión práctica y empresarial de los investigadores, de recursos suficientes, además de la capacidad de manejar, dentro del equipo de trabajo conformado por los académicos y los industriales, los roles clave para el éxito en un proyecto: el líder, el científico, el informador, el emprendedor y el patrocinador. (Román, 1990)

El papel del gestor de tecnología adquiere en estos casos una gran importancia como apoyo catalizador del proyecto y como ejecutor de diferentes actividades que no suelen ser parte del bagaje de capacidades del investigador ni, ciertamente, del empresario.

Este trabajo tuvo como objetivo la identificación y análisis de algunas fuerzas que operan como impulsoras o retardantes en el proceso que constituye el corolario de la vinculación universidad-empresa, la transferencia de la tecnología desarrollada, considerando tanto los factores externos como los procesos vividos por los actores involucrados en un caso real, que pueden ser comunes —dentro de lo poco común que es, todavía, este tipo de relación—, y a partir de lo cual se formulan propuestas con la intención de facilitar el éxito en procesos similares.



## 1. Objetivo

Con base en el estudio de un caso real, proponer estrategias tendientes a promover el éxito en procesos de desarrollo y transferencia de tecnología de las universidades y centros de investigación hacia las empresas productivas.

### Objetivos específicos:

- Describir y analizar un caso de transferencia de tecnología desarrollada en la UNAM hacia una pequeña empresa del área farmoquímica.
- Identificar las fuerzas endógenas y exógenas que afectaron los resultados del proceso estudiado y contrastar con la información descrita en la bibliografía consultada.
- Señalar y clasificar las fuerzas identificadas como impulsoras y retardantes de la transferencia de tecnología universidad-empresa.
- Proponer acciones que tengan como propósito promover el éxito en la transferencia de tecnología generada en las universidades y centros de investigación hacia empresas mexicanas.



## **2. Hipótesis de trabajo**

A partir del estudio de la problemática experimentada en un caso de transferencia de tecnología universidad-empresa, y contrastando con información de la bibliografía relacionada con el tema, es posible determinar algunas de las principales fuerzas impulsoras y retardantes de este tipo de procesos, y a partir de esto, proponer estrategias que promuevan el éxito en otros casos.



### 3. Planteamiento del problema

Aunque la tecnología cobra cada vez más importancia en nuestro país, existen numerosos problemas en el medio industrial, y particularmente en las pequeñas y medianas empresas. La baja productividad y competitividad, la resistencia a la incorporación de nueva tecnología, la carencia de personal calificado, la tendencia a la improvisación, el deficiente control de emisiones contaminantes al ambiente, la carencia de adecuados estándares de calidad y las deficientes condiciones de seguridad e higiene son algunos de los problemas que se presentan frecuentemente en las empresas productivas como resultado de factores económicos, de la deficiente cultura tecnológica y de la carencia de mecanismos ágiles de apoyo gubernamental (Solleiro y Castañón, 1998).

La industria farmoquímica, junto con la industria farmacéutica a la que provee de materias primas, es considerada estratégica en la mayoría de las naciones, particularmente por su impacto en el sector salud con el abatimiento de enfermedades y el incremento en la esperanza de vida (SSA, 1997; Dussel, 1999). Una de las principales características de estas industrias es su alto grado de innovación, con productos que resultan de décadas de creatividad, desarrollo y financiamiento (Repic, 1998). Sin embargo, en nuestro país son muy escasas las actividades de investigación y desarrollo tecnológico dentro de este sector industrial; no se diga para el diseño de nuevos fármacos, sino simplemente para el desarrollo de procesos de síntesis de fármacos genéricos.

La política científica y tecnológica ha seguido, en los últimos años, un enfoque orientado a fortalecer la oferta de conocimiento de las universidades y centros de investigación para la solución de necesidades de los distintos sectores sociales y principalmente a promover la demanda de tecnología por parte del sector productivo hacia los centros de investigación, (CONACYT, 2000) de tal manera que algunos valores contextuales -utilitarismo, beneficios económicos, prestigio nacional, etc.- están condicionando la práctica de los valores considerados tradicionalmente como propios de la academia.



La vinculación de las empresas con universidades y centros de investigación, que puede darse en forma de capacitación, consultoría, contratos de desarrollo tecnológico o transferencia de tecnología, es una opción para resolver algunos de los problemas tecnológicos del entorno productivo. Sin embargo, parece haber una escasa motivación de los empresarios para buscar este tipo de apoyos, además de poca definición de estrategias para hacer coincidir a los actores adecuados de ambos sectores.

La resistencia que aún se percibe en buena parte del medio académico, aunada a la falta de interés de muchos empresarios para emprender el cambio tecnológico, son factores que inhiben la vinculación productiva entre ambos actores, aunque, detrás de estas actitudes, están una serie de circunstancias que deben modificarse para lograr que la ciencia tenga una relación más directa y efectiva con sus potenciales beneficiarios.

La relación universidad-empresa ha dado origen, en todo el mundo, a problemas relacionados con la brecha cultural y los diferentes códigos de valores imperantes en ambos medios. El catalizador de estos problemas es usualmente la falta de comunicación entre ambos sectores (Fassin, 1991). En nuestro país suelen surgir otros problemas que dificultan el proceso, generalmente relacionados con la incipiente cultura tecnológica imperante en nuestro medio, tanto en el sector industrial como en el académico, además de la escasez de apoyos efectivos por parte de otros actores del sistema de innovación para la subsanar estas dificultades. Estos apoyos son especialmente necesarios para llevar un desarrollo tecnológico pre-competitivo hacia el éxito comercial, de manera que pueda considerarse, efectivamente, una innovación.



## 4. Metodología

- a) Definición de los principales conceptos relacionados con la transferencia de tecnología.
- b) Investigación bibliográfica en relación con la vinculación universidad-empresa y los mecanismos empleados en los procesos de transferencia de tecnología universitaria, tanto en nuestro país como en el extranjero.
- c) Investigación documental del estado actual en México de los sectores que forman parte del sistema de innovación.
- d) Descripción de las entidades tecnológicas involucradas en el caso estudiado.
- e) Descripción y análisis de un caso de desarrollo y transferencia de tecnología universitaria hacia una pequeña empresa, considerando los siguientes elementos:
  - Antecedentes del caso
  - Actividades dentro del proyecto
  - Análisis del convenio
  - El desarrollo tecnológico
  - El proceso de transferencia y escalamiento de la tecnología
  - La propiedad industrial
- f) Identificación de los errores y aciertos de las partes involucradas en el caso estudiado, con base en los resultados obtenidos.
- g) Definición y clasificación de las principales fuerzas impulsoras y retardantes en los procesos de transferencia de tecnología universitaria, a partir del contraste entre las experiencias del caso y la información bibliográfica consultada.
- h) Formulación de propuestas generales encaminadas a propiciar la culminación exitosa de la transferencia de tecnología universidad-empresa.



## 5. Marco teórico

Este trabajo se apoya en el estudio de un caso de desarrollo y transferencia de tecnología de una Institución de Educación Superior (IES) a una pequeña empresa, por lo que se discutirán inicialmente algunos conceptos y definiciones de las actividades implícitas en una relación de este tipo, para posteriormente hacer una descripción de las características actuales de los sectores involucrados en el proceso de innovación en nuestro país.

### 5.1. Conceptos y definiciones

#### Tecnología

El vocablo tecnología deriva de las palabras griegas "techne" (habilidad de las manos; técnica) y "logos" (conocimiento o ciencia). La tecnología es, pues, el conocimiento de la técnica; el "saber hacer".

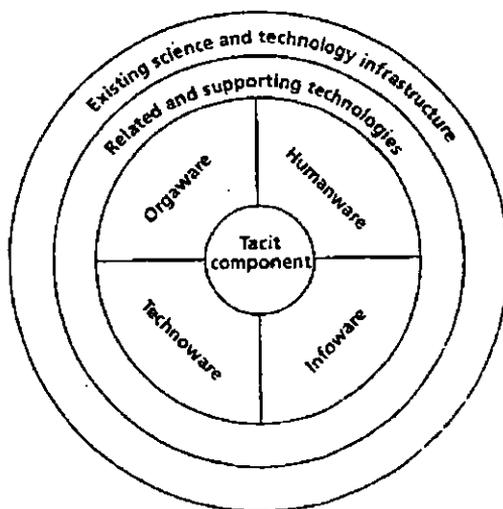
La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) define a la tecnología como "el conocimiento sistemático para la manufactura de un producto, para la aplicación de un proceso o para la prestación de un servicio, incluyendo las técnicas administrativas y de mercado integralmente asociadas." Por su parte, Villarreal (1999) la concibe como "la aplicación de la ciencia y la experiencia a la producción de bienes y servicios".

En una definición más amplia se establece que la tecnología es "el conjunto de conocimientos organizados, de distintas clases y disciplinas (científico, técnico y empírico), provenientes de varias fuentes de información (descubrimientos científicos, otras tecnologías, libros, manuales, patentes, etc.) a través de diferentes métodos, como investigación, desarrollo, adaptación, copia, espionaje, asesorías, etc., donde estos conocimientos deben estar combinados con la disponibilidad de capital, trabajo y recursos naturales, para lograr el efecto deseado". (Escobar y Cassaigne, 1995 a)



Autio y Laamanen (1995) conceptualizan a la tecnología en un modelo con cuatro componentes principales: *Humanware*, que se refiere al conjunto de recursos humanos que generan, administran y/o ejecutan la tecnología, los cuales dan origen y sustento al *Infoware*, término que los autores aplican al cúmulo de información concerniente a la tecnología, así como al *Orgaware* se refiere a la estructura organizativa empleada para la ejecución de la tecnología dentro de la empresa. Por su parte, el *Technoware*, que se refiere a la tecnología incorporada al equipo. Estos cuatro elementos, estrechamente relacionados e influenciados por el entorno científico y tecnológico, contienen un importante componente de conocimiento tácito, el *know how*, que marca la diferencia entre el conocimiento científico y el tecnológico. (Ver Fig. 1)

Fig. 1. Los componentes de la tecnología según el modelo de Autio y Laamen



Fuente: Autio, E. And Laamanen, T. "Measurement and evaluation of technology transfer: Review of technology transfer mechanisms and indicators" *Int. J. Technology Management*, 10 (7/8) (1995)

Siendo la tecnología un activo de las empresas que incluye el conocimiento objetivo y el subjetivo, se ve influida de manera importante por la relación y la sinergia que puede darse entre los elementos que la integran, así como entre las personas que la

operan. En una tecnología debe existir interdependencia entre estos elementos: materia prima, equipo, proceso, operación, producto y mercado, los cuales son, a su vez, tecnologías que pueden ser optimizadas a través de un proceso continuo de innovación. Cada actividad de valor de una empresa usa alguna tecnología para combinar los insumos comprados y los recursos humanos para producir alguna salida. El cambio tecnológico en una parte de la cadena de valor puede tener repercusiones en otras partes de la cadena. (Porter, 1998)

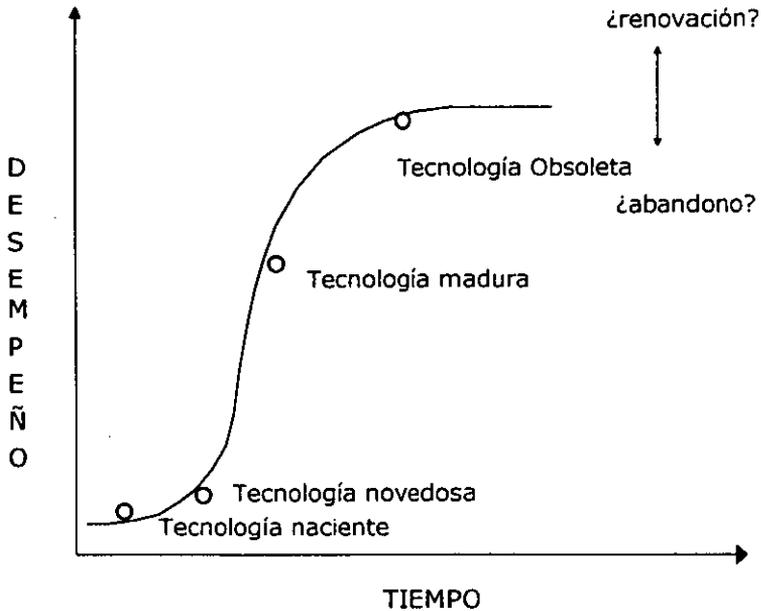
Para llegar a los mercados, las tecnologías se asocian y combinan entre sí, de tal forma de crear un espacio técnico y de conocimientos, que se denomina Paquete Tecnológico y que tiene una conformación particular dependiendo del objetivo que persiga. (Giral, 1989)

Las tecnologías, al igual que los productos, tienen ciclos de vida y son reemplazadas tarde o temprano por tecnologías superiores. La curva tecnológica o curva "S" es la representación del proceso que tiene origen en el desarrollo de un nuevo paradigma tecnológico (innovación radical), el cual, a su vez, se deriva del progreso científico; describe la relación entre el desempeño de una determinada tecnología y el esfuerzo inferido para su desarrollo a lo largo del tiempo y establece que a medida una tecnología va madurando casi invariablemente tiende a aproximarse a un límite natural determinado por los principios físicos en los que se basa.

De esta manera, se puede describir la evolución y ciclo de vida de una tecnología como una curva en forma de S, en donde, en la fase embrionaria de la curva, el desempeño de la tecnología requiere gran esfuerzo y recursos, para después, en la fase de crecimiento, tener resultados exponenciales hasta que la curva se vuelve asintótica al eje de las ordenadas. Se dice que en este punto la tecnología ha tocado el techo tecnológico. Es éste el momento de buscar una innovación para mejorar o cambiar la tecnología, y crear con esto una nueva curva tecnológica.



Fig. 2. Modelo de la Curva "S" que muestra el ciclo de vida de una tecnología.



Esta curva "S" conforma realmente un eslabón de una cadena de curvas similares, en donde cada una de estas curvas da paso a otra curva "S" inmediatamente superior. Entre los eslabones aparecen discontinuidades que representan situaciones críticas de la tecnología que se resuelven con innovaciones que dan lugar a una nueva curva tecnológica. Estas rupturas tecnológicas son una oportunidad de proponer una nueva carrera tecnológica con un techo mucho más alto en desempeño, eficiencia o rentabilidad que el anterior.

El modelo de curva "S" ha sido empleado, por ejemplo, para representar la productividad de una tecnología (Román 1990); para predecir tendencias del mercado (Miklos, 1997); para auxiliar en la planeación estratégica de la empresa; para evaluar la difusión de una tecnología (Soto, 2000) o la trayectoria de un sector industrial (Bye y Chanaron, 1995)



## Innovación

La innovación tecnológica ha sido definida (Villarreal, 1999) como "La incorporación plausible de un invento o una idea novedosa a una estructura organizativa o a un proceso productivo". Buttenklepper (1993) la define como "el proceso de generar o detectar, seleccionar y evadir una idea con posibilidades de producir o mejorar la producción de un bien comercializable y la conjugación de conocimientos científicos, humanísticos y empíricos para llevar a cabo el proceso hasta la etapa de comercialización."

Porter (1985) señala que la innovación es uno de los principales motores de la competencia industrial y un factor determinante de las barreras de entrada a una industria.

Un invento debe convertirse en innovación para tener éxito. La innovación es valiosa en la medida en que afecta la ventaja competitiva de la empresa; por ello, involucra tanto actividades científicas y tecnológicas como organizativas, financieras y comerciales. Aunque ciertamente tiene su origen en la investigación, la traducción de conocimientos novedosos a técnicas productivas o nuevos productos implica la conjunción de otros factores: una administración emprendedora y con buen entendimiento de los mercados; creatividad; infraestructura física y humana e inversión en capital de riesgo. Mario Cimoli (1999) lo resume así: "La empresa produce la innovación, porque una innovación existe en cuanto el mercado la reconoce como tal." En la figura 3 se esquematizan los elementos que intervienen en un proceso de innovación.

La innovación parte de la identificación de un problema o necesidad de la tecnología dentro de un sistema que ha acumulado habilidades y experiencias, y puede darse de manera gradual o como un cambio radical:

**Innovación incremental.** No todos los nuevos productos y tecnologías son el resultado de investigación científica. La innovación incremental suele darse de



manera natural y casi casual dentro de la empresa, como resultado de la asimilación de la tecnología o de la acumulación de experiencia en la producción; implica un pequeño cambio en la curva tecnológica, llevando a mejoras en el producto o en el proceso y ofreciendo a la empresa una serie de posibilidades tecnológicas que pueden explotarse con la introducción de sucesivas modificaciones.

Fig. 3. Elementos que intervienen en la innovación tecnológica



Fuente: E. Villarreal. *Apuntes del curso: Creatividad, Inventiva e Innovación Tecnológica*. Maestría en Gestión de Tecnología. Fac. Quim. UNAM. Marzo 1999.

Pequeñas innovaciones en los sistemas productivos pueden mejorar considerablemente la productividad. Es posible que no impliquen la modernización del equipo, sino simplemente la introducción de cambios en la organización, en el personal o en la operación del proceso.

Sin embargo, las actividades que se limitan a mejorar la eficiencia introduciendo pequeños cambios en la tecnología pierden impulso y ésta se convierte definitivamente en obsoleta. En ese momento será necesaria una transformación radical que ayude a la empresa a salvar la brecha tecnológica en el camino hacia una mayor productividad.



**Innovación radical.** Una innovación radical puede dar lugar a un producto o un proceso tecnológicamente nuevo o mejorado. Implica siempre una inversión en IDT –pues no se trata de un hallazgo casual- la cual requiere recursos e infraestructura.

Una tecnología radical puede ser una necesidad que surge, por ejemplo, cuando los mercados anuncian cambios en el patrón de consumo (*Market-pull*) o cuando el mantenimiento de la misma empieza a ser muy oneroso debido al equipo anticuado o a la poca disponibilidad de un insumo. Un producto nuevo derivado de un conocimiento generado en una entidad de IDT (*Technology-push*), puede no presentar en un principio vínculos de retroalimentación con el mercado, lo que genera cierto grado de incertidumbre en relación con la tasa de retorno de la inversión. Sin embargo, se han dado muchos casos de innovaciones para las que, en un principio, no hay un mercado definido, y que generan demandas de mercado totalmente inesperadas. Por otro lado, la aplicación de una tecnología radical exige inversión en equipo y capacitación de personal, amén del cumplimiento de regulaciones gubernamentales, por lo que su impacto económico puede ser relativamente pequeño. (Román, 1990)

Aunque el sitio más conveniente para desarrollar la innovación es la propia empresa donde se va a implementar, es una tarea que implica gran caudal de soporte financiero y de tiempo, amén de un grupo consolidado de especialistas o científicos, dedicados a la investigación básica. Es por esto que las empresas de menor tamaño suelen quedar fuera de esta actividad, a menos que establezcan mecanismos de vinculación con entidades generadoras de conocimiento tecnológico, como son las IES o centros de investigación. (Cassaigne, 2001)

Es importante recordar que la innovación no puede ser evaluada a la simple luz de los resultados de laboratorio. Su verdadero valor estará determinado por el hecho de que alguna empresa demande -y desde luego, pague- el conocimiento allí implicado, concretado por el proceso de transmisión del conocimiento: la transferencia de la tecnología.



## **Transferencia de tecnología**

Ciceri (1984) define la transferencia de tecnología como "El mecanismo mediante el cual cierto tipo de conocimientos tecnológicos relacionados con la creación, desarrollo, fabricación, producción, control y/o terminación y distribución de bienes o servicios es transmitido bajo la forma de planos, prototipos, especificaciones, instrucciones, fórmulas, diseño y/o asistencia técnica; mediante una venta, licitación, donación, cesión, alquiler u otra variante. Esta transmisión se realiza desde el organismo, laboratorio, dependencia o sector que lo posea, hacia el sector productivo, ya sea público o privado, de manera que tal conocimiento tecnológico pueda, por vía de la producción, ir más allá de la simple generación de conocimientos científicos y técnicos".

Para Grady y Locke (1997), la transferencia de tecnología es "el desplazamiento de conocimientos, habilidades, maquinarias y equipos desde su lugar de origen al lugar donde serán aplicados, incluyendo las capacidades no sólo para usar, sino también para adaptar, modificar y aún innovar el producto, proceso, equipo o campo de la tecnología".

La Organización de Naciones Unidas reconoce como transferencia de tecnología, las tipificaciones siguientes:

- Cesión, venta o concesión bajo licencia de todas las formas de propiedad industrial.
- Comunicación del "saber hacer", así como de los conocimientos técnicos especializados en cualquiera de las sus formas: estudios de factibilidad, manuales, planos, gráficas, instructivos, modelos de instrucción, prototipos, e incluso fórmulas de estudios técnicos y planes básicos o de detalle.
- Especificaciones de material para la formación de personal, servicios prestados por personal técnico, consultores o gestores.



- Comunicación de informaciones tecnológicas, para adquirir, adaptar, instalar o utilizar maquinaria, equipo y/o bienes intermedios o de capital.
- Comunicación de informaciones tecnológicas para la instalación, explotación y funcionamiento de plantas de proceso y/o proyectos "llave en mano".

La transferencia de tecnología incluye, entonces, tanto productos tangibles como pueden ser maquinaria, equipos o patentes, como el componente tácito al que se refieren Autio y Laamen (1995), y que resulta la parte más valiosa y difícil de cuantificar; la base de la competitividad de una firma, el llamado *know-how* o "saber hacer" y no se limita a las transacciones comerciales entre empresas, para cuyo caso algunos autores proponen que se emplee el término "comercialización de tecnología" (Vaitsos, 1975).

Las razones que puede tener una empresa para adquirir una nueva tecnología se relacionan usualmente con la superación de deficiencias técnicas, tecnológicas o de conocimientos que la mantienen a la zaga de los líderes industriales, con lo que pretende, entre otras cosas, mejorar la calidad de sus productos, reducir costos o incorporar nuevos productos.

Cuando las empresas eligen una tecnología, escogen algo más que un método para fabricar algo según costos, beneficios y normas de ingeniería previstos. Eligen también las capacidades que pueden adquirir mediante la experiencia con la tecnología, las cuales les permitirán pasar a realizar actividades nuevas o que puedan utilizarse en otro sector de la economía. Tecnologías distintas –por ejemplo, ubicadas en diferentes partes de la curva tecnológica- ofrecen también posibilidades diferentes de adaptaciones y mejoras ulteriores, lo que eventualmente permite a la empresa mejorar la productividad. Sin embargo, en ocasiones lo que adquieren es lo que suele llamarse una "tecnología de caja negra", esto es, una tecnología de la que se conoce sólo la parte operativa (el "cómo"), pero sin incluir el conocimiento básico (el "por qué") que permite profundizar en ella. Esto entorpece las posibilidades de adaptar la tecnología a la situación específica de la empresa y del



país, dificulta su aplicación eficiente, y obstaculiza la posibilidad de mejorarla una vez que entra en funcionamiento, con lo que es difícil que, en inversiones sucesivas, los recursos internos reemplacen paulatinamente a los del exterior. La empresa será dependiente del proveedor de tecnología para el mantenimiento y reparación de los equipos y para la actualización de la tecnología.

Según Dahlman y col. (1985), en algunos casos, la adquisición de una tecnología madura, obsoleta para otra empresa, que incluya todos los elementos tecnológicos y de conocimiento y con una conveniente asistencia técnica, podría ser una oportunidad para que una empresa inicie una curva de aprendizaje propia, y pueda introducir posteriormente modificaciones que eleven la productividad a un nivel cercano al que es posible con la mejor tecnología. Sin embargo, en la experiencia de Al-Ghailani y Moor (1995) nunca es aconsejable, ni aún para países en desarrollo, caer en la tentación de adquirir tecnologías obsoletas.

La industria tiene varias alternativas para allegarse nueva tecnología. Entre otras: desarrollo tecnológico interno o en colaboración con otra entidad tecnológica; compra de tecnología; alianzas estratégicas; subcontratación, licencias, ingeniería de reversa y movimiento de recursos humanos. Todas estas opciones de adquisición de tecnología, aún la tecnología generada en un proceso de IDT interno, requieren de un proceso eficiente de transferencia y asimilación.

En nuestro país son relativamente pocas las empresas que realizan investigación propia. Puede decirse que las compras de tecnologías del exterior sustituyen en gran medida a la inversión en IDT. (Conacyt, 1999) Por otro lado, el elemento tiempo (urgencia de llevar a cabo la industrialización) hace muchas veces deseable utilizar la tecnología existente, ya probada y confiable, por lo que la opción más frecuente es la adquisición de tecnología, usualmente del extranjero.



## **Asimilación de la Tecnología**

A medida que la empresa va comprendiendo mejor los aspectos tecnológicos mediante la experiencia en la producción, debe pasar de la etapa de saber cómo operar la tecnología a la de analizarla, comprenderla, dominarla, detectar deficiencias y mejorarla. Es lo que se llama asimilación de la tecnología. Este proceso debe darse en cualquier tipo de transferencia de tecnología, aún la endógena (generada en otra entidad tecnológica dentro de la empresa) y está estrechamente relacionada con la capacidad de aprendizaje de la empresa.

Con el cambio de tecnología se altera la curva de aprendizaje de la empresa, la cual describe una tendencia comúnmente observada en las organizaciones en la que los costos unitarios de una operación o de todo un sistema productivo disminuyen conforme la empresa gana experiencia en la actividad. Los costos declinan debido a la acumulación de capacidades por la organización, la cual mejora sus métodos de trabajo y se vuelve más eficiente con la experiencia, mejorando la distribución del sistema y/o mejorando los equipos y procesos (innovación incremental).

Los procesos de selección, desarrollo, transferencia, asimilación, adaptación, dominio y optimización de tecnología deben realizarse apoyándose en las capacidades tecnológicas de la empresa, y con frecuencia requieren del apoyo de agentes externos que catalicen el proceso, aportando sus capacidades de información, recursos humanos e infraestructura.

## **Estrategia tecnológica**

Para una empresa, la estrategia tecnológica está relacionada con su desempeño y ventaja competitivos, con su posicionamiento sobre la trayectoria tecnológica promedio de la industria y con sus planes de crecimiento.

Algunas empresas deciden abstenerse de la innovación. Aunque en la actualidad ya nadie se atreve a cuestionar su importancia, todavía son muchos los empresarios



que la estiman demasiado arriesgada y prefieren excluirla de su estrategia, sobre todo cuando implica inversión de tiempo y recursos.

Román (1990) menciona tres estrategias tecnológicas que denomina "las tres C": Crear, Copiar, o Comprar. En todos estos caminos existe la necesidad de realizar alguna forma de investigación, y, por supuesto, en todos los casos será indispensable desarrollar el concepto.

La creación o innovación radical, como ya se mencionó, tiene grandes ventajas, pero también grandes costos. En cambio, la innovación que mejora, amplía o diferencia lo ya existente tiene menores requerimientos de inversión y menor riesgo de fracaso. La innovación se convierte entonces en un proceso permanente en torno a la experiencia que se tiene con el producto y su proceso de fabricación.

Una empresa que desea mantener o adquirir ventaja en sus productos y procesos de producción debe poseer un plan de innovación que contemple prospectivamente las áreas, productos y procesos en los que es conveniente realizar actividades innovadoras, de donde surjan proyectos administrados individualmente con una estructura organizativa con roles clave definidos: (Román, 1990)

- **el líder**, encargado de la planeación y administración del proyecto
- **el emprendedor**, quien vende la idea, asume los riesgos y obtiene recursos
- **el científico** o generador de ideas, quien desarrolla en el laboratorio el concepto innovador
- **el padrino**, quien conoce la organización y facilita la superación de obstáculos
- **el informador** (*gate-keeper*) obtiene información de mercado y técnica por diferentes medios, incluyendo canales informales

Los países deben contar, de igual manera, con estrategias tecnológicas orientadas a fortalecer y potenciar su estructura productiva en función de las prioridades nacionales, las capacidades y los recursos existentes.



## 5.2. El Sistema de Innovación

Definido como el conjunto de elementos que participan en la producción, difusión y uso de conocimientos nuevos y económicamente útiles en un país o región determinado, un Sistema de Innovación depende de la interacción, aprendizaje y retroalimentación entre estos elementos, agrupados, según el modelo que propone Fernández de Lucio (1999) en cuatro entornos o medios:

- a) El Entorno Científico, en el que se realiza la producción de conocimientos científicos. Constituido por universidades y centros de investigación.
- b) El Entorno Productivo, en el cual se producen bienes y servicios innovadores o realizados mediante procesos innovadores.
- c) El Entorno Financiero, que ofrece recursos económicos a los elementos de los demás subsistemas para el desarrollo de sus respectivas actividades. Incluye las entidades financieras públicas y privadas.
- d) El Entorno Tecnológico, encargado de desarrollar y difundir las tecnologías que son utilizadas por otros elementos del Sistema. En él actúan los proveedores de equipo, de instrumentos, de servicios de consultoría, de ingeniería y de análisis, así como las organizaciones que ofrecen servicios tecnológicos y las instituciones puente, tanto del estado como no gubernamentales.

Cimoli (1999) define al Sistema de Innovación en tres niveles: un nivel macro, donde se configuran las políticas y la posición de cada uno de los sectores; un nivel meso o intermedio, donde las relaciones entre las instituciones, organizaciones y empresas asumen un rol clave y finalmente, un nivel micro donde operan los actores de la innovación y en el que la empresa es el sujeto privilegiado.

El Gobierno es una parte importante y necesaria en un Sistema de Innovación. En este contexto, asume diferentes papeles:



- **Regulador**, creando un marco legal que incide en la innovación (leyes, normalización, estímulos fiscales, etc.), y estableciendo regulaciones con un contenido tecnológico implícito (medio ambiente, salud, alimentos, etc.)
- **Facilitador**, proveyendo al país de la infraestructura necesaria para el desarrollo de actividades innovadoras (comunicación, documentación, servicios), y promoviendo un sistema de educación que ofrezca al sector productivo técnicos y profesionistas calificados.
- **Promotor**, mediante la aplicación de políticas tecnológicas que contemplan infraestructuras de apoyo y financiamiento de actividades innovadoras, de divulgación y de vinculación.
- **Productor de innovaciones** en las entidades de IDT del sector público.
- **Cliente**, al realizar compras públicas en ámbitos como la defensa, la salud, el transporte, la educación, etc., lo cual funciona como un motor de la innovación.
- **Modelo**, si incluye en sus actividades rasgos innovadores: planes estratégicos, control de calidad en los servicios, cooperación con los agentes del Sistema, etc.

A continuación se hará una breve descripción de las características y estado actual de los entornos que conforman el sistema de innovación en México, así como de las políticas que inciden en éstos. Con la entrada del nuevo gobierno (2000-2006), se vislumbran cambios que pueden modificar las perspectivas en el mediano plazo. En el caso del medio productivo la información tiene un sesgo hacia la industria farmoquímica, ya que es un elemento del caso estudiado en este trabajo. Posteriormente se discutirán los factores que más influencia tienen en la relación universidad-empresa.

### 5.2.1. El Entorno Científico

El conocimiento se ha constituido, a nivel mundial, como el valor más importante que genera una nación, factor clave para la economía y la producción de riqueza. Se está configurando un nuevo orden económico, político, social, cultural y educativo, en el cual las sociedades que logren destacar serán aquellas que tengan la



capacidad de utilizar oportuna e inteligentemente la vasta información disponible, y de adaptarse a los cambios que se suceden con un ritmo cada vez más acelerado. En la "era del conocimiento", las Instituciones de Educación Superior (IES) desempeñarán un papel más importante en la medida en que cuenten con mecanismos eficaces de vinculación con la sociedad.

## **La Educación Superior**

La educación superior en México enfrenta enormes retos derivados de años de crisis recurrentes y de contracción relativa en sus recursos financieros, frente a los requerimientos de mejores recursos humanos para hacer frente a las necesidades de la sociedad y al avance acelerado de la ciencia y la tecnología.

Un estudio de la UNESCO (1995) señala que en los países desarrollados la matrícula en educación superior creció casi tres veces desde 1960, hasta alcanzar 40% de la tasa de atención. En México la cobertura es de sólo 13.8%; muy inferior a la de Estados Unidos y Canadá e incluso se encuentra por debajo de la de otros países con niveles de desarrollo similares o menores, como es el caso de Bolivia, Ecuador y Cuba. Como consecuencia, la PEA de México tiene la mitad de escolaridad que la de nuestros vecinos del norte. Otro problema del sistema educativo es la baja eficiencia terminal: en un promedio nacional, de 100 personas que entran a primaria, sólo 5 concluyen una carrera profesional y se reciben sólo 2. (OCDE, 1998; ANUIES, 2000)

La escasez de recursos humanos calificados que requieren el desarrollo científico y tecnológico son, en buena medida, consecuencia de las deficiencias en la educación básica y media, que no han logrado promover en la juventud una valoración de la ciencia y tecnología (CyT) y desatienden la creatividad y la capacidad para contribuir a la innovación. Tal vez como consecuencia de ello, la matrícula en las carreras de ciencias exactas y naturales disminuyó en un 48% en los últimos años, mientras que ocurre lo contrario en el área de ciencias sociales y administrativas.



A pesar de que sólo 13% de los titulados ingresa a un programa de posgrado, la matrícula de posgrado ha crecido en la última década. Aun así, México sólo genera unos mil doctorados al año, en contraste con 50 mil en los Estados Unidos. Los programas de posgrado, además, muchas veces muestran una escasa relación con las necesidades sociales y del aparato productivo. (ANUIES, 2000; Conacyt, 2000)

En relación con la actividad docente dentro de las IES, se advierte cierto desprecio de parte de la comunidad académica hacia las actividades de laboratorio. Por ejemplo, no se observa con frecuencia que los investigadores más destacados impartan cursos de laboratorio, delegándose esta actividad a profesores de asignatura, frecuentemente sin experiencia práctica en investigación o en la industria. Es un hecho que la vinculación entre la teoría y el trabajo de laboratorio permite adquirir -y transmitir- una visión más realista de cualquier disciplina. Hay en las universidades planes de estudio de licenciatura o posgrado que pretenden satisfacer demandas del sector productivo y que contienen graves fallas debido al desconocimiento del medio por quienes los elaboraron, así como profesores que enseñan procesos industriales que jamás han visto y que no tienen ni idea de los parámetros de la industria en cuanto a eficiencia, tiempos, costos, legislaciones o normas de operación industrial, y que desde que iniciaron su formación profesional jamás han salido de los recintos universitarios. (Buttenklepper, 1993)

La UNESCO ha descrito algunas de las características de los mercados de trabajo globales: exigencia de una mayor calificación en casi cualquier ocupación; contracción del empleo en el sector público y disminución de las oportunidades de empleo en las grandes empresas; un aumento de oportunidades en el sector de empleo "no estructurado"; pérdida de estabilidad y seguridad en el trabajo y una demanda creciente de conocimientos en las tecnologías de información, todo lo cual plantea nuevas exigencias de formación en los sistemas educativos. (ANUIES, 2000) Es necesario entonces asumir que la educación superior en México no está restringida únicamente a la formación de empleados, sino que su función se



ampliará cada vez más a la formación de profesionales emprendedores que inicien y desarrollen sus propias empresas.

## La Política Educativa

México ha incrementado en los últimos años su inversión en educación, con el 7.1% del Gasto Federal destinado a la Educación Pública y el 0.7% a Educación Superior (ver *Tabla 1*).

*Tabla 1. Gasto en Educación en México (2001).*

<b>GASTO FEDERAL:</b>	<b>\$ 1,361,866,500,000.00</b>
Educación Pública (7.1% del Gasto Federal)	\$ 97,568,578,050.00
Gasto Federal en CyT (16% del presupuesto de Educación)	\$15,600,000,000.00
<b>Gasto en Educación Superior (59% del GFCyT)</b>	<b>\$9,200,000,000.00</b>

Fuente: Presupuesto de egresos 2001. Presidencia de la República.

Las propuestas del Banco Mundial hacia México en relación con política educativa incluyen focalizar los esfuerzos en una educación básica gratuita y recuperar plenamente los costos de la educación superior, con cargo a los ingresos de los padres de los estudiantes o con cargo a sus propios ingresos futuros, de un sistema de préstamos o de un impuesto a graduados. En el fondo de la propuesta se halla la idea de que los beneficiarios de la educación son únicamente los estudiantes, soslayando el beneficio social y el beneficio que reporta a los empleadores y a la economía en su conjunto contar con egresados de la educación superior. La OCDE por su parte, con un enfoque distinto y más amplio, señala el beneficio que acarrea la inversión en educación superior en términos del desarrollo económico del país.

Algunas de las recomendaciones de los examinadores de la OCDE (1998) en relación con las políticas educativas nacionales fueron:

- Mejorar la calidad del profesorado
- Incrementar las opciones tecnológicas de educación superior y media superior
- Fortalecer los vínculos de las IES con la economía y la sociedad



- Promover la relación entre las estructuras de investigación y docencia.

Siguiendo estas recomendaciones, se han introducido mecanismos para elevar el nivel y la productividad de los docentes (estímulos a la productividad, FOMES, PROMEP) y se han modificado las políticas de contratación de personal; se han creado diferentes versiones de educación profesional media, bachilleratos tecnológicos, Institutos Tecnológicos y Universidades Tecnológicas, concebidas para vincular a la comunidad académica con las empresas. En estas últimas, la iniciativa privada participa en el diseño de los planes de estudio, mecanismos de evaluación, financiamiento y capacitación de académicos. En la misma línea se ubican también los Centros del Sistema SEP-Conacyt, en los que se pretende dar una orientación hacia las necesidades tecnológicas del sector productivo. Sin embargo, no se ha logrado disminuir la proporción de estudiantes en ciencias sociales y administrativas, que corresponden al 56.2% de la matrícula; en cambio, la matrícula en ciencias exactas y naturales se ubica en 1.6% del total de las licenciaturas. (ANUIES, 2000)

### **5.2.2. El Entorno Productivo**

Mucho se ha hablado de la importancia de la modernización tecnológica para incrementar la productividad, y por ende la competitividad de la industria nacional, en particular a partir de la inserción de nuestra economía en los mercados internacionales. Erossa (1995) circunscribe esta modernización dentro de tres dimensiones: la macroeconómica (el país), la operativa (la empresa) y la individual (el empresario).

Como ya se ha mencionado, para lograr esta modernización es necesario la incorporación de los avances científicos y tecnológicos en los procesos de generación de bienes y servicios, ya sea a través del desarrollo de tecnología propia o mediante la selección, adquisición, asimilación, adaptación y modificación de tecnología externa, en función del mercado y de la disponibilidad de los factores productivos o mediante el desarrollo de tecnología propia.



A pesar de la competencia de productos importados, existe todavía en nuestro país una actitud generalizada de indiferencia hacia la innovación tecnológica, resultado de años de política proteccionista que propició una pobre cultura tecnológica en el medio productivo. Con un gasto promedio en investigación de sólo 0.04% con respecto a ventas (comparado con 2.9% en E.U.), (Conacyt, 2000) la industria nacional se ve obligada a recurrir a tecnología importada para subsanar sus requerimientos tecnológicos más urgentes. El monto de pagos por importación de tecnologías supera ampliamente el gasto en IDT en el sector productivo. La falta de estímulos, además de la incertidumbre económica y la apertura de mercados, ha llevado a la pérdida de interés de algunas PyMEs en cultivar sus capacidades tecnológicas, privilegiándose soluciones con mayor rentabilidad en el corto plazo, así sea cambiar el giro a comercialización, sacrificando la producción.

Los principales problemas de la industria nacional atribuidos a su escasa cultura tecnológica son: (Solleiro y Castañón, 1998; Dussel, 1999)

- Escasez de personal calificado
- Baja inversión en IDT
- Escasa participación en programas de capacitación y la consiguiente baja productividad
- Problemas de mantenimiento y obsolescencia de tecnología, de maquinaria y de equipo
- Resistencia al cambio tecnológico
- Licenciamiento de patentes extranjeras obsoletas
- Carencia de planes para sustituir las importaciones de la industria maquiladora
- Escasos controles de emisión de contaminantes
- Deficientes condiciones de seguridad e higiene
- Carencia de adecuados estándares de calidad

Conacyt estratifica a los sectores industriales en función de los patrones de cambio tecnológico según la taxonomía propuesta por Pavitt (1984). Esta clasificación



coincide en lo general con la taxonomía empleada por la OCDE según la inversión en IDT:

- **Sector dominado por el proveedor.** Industrias con tecnologías maduras y altamente difundidas y con bajo dinamismo tecnológico (escasa IDT). Sus innovaciones son principalmente incrementales y provienen con frecuencia de los proveedores de equipo y materiales. Son ejemplos las industrias alimentaria y textil. En México implica el 13.5% del gasto en IDT y el 30% de gasto en importación de tecnología. Corresponde al *sector de baja tecnología*.
- **Sector intensivo en escala.** Industrias de gran escala con tecnologías maduras que incluyen innovaciones incrementales generadas por IDT. Es el caso de las industrias de automotores y la química básica. Comprende el 23.6% de gasto en IDT y el 51% del gasto en importación. Equivalente al *Sector de tecnología media baja*.
- **Sector de Oferentes especializados.** Abarca industrias de alto dinamismo tecnológico que generan, incorporan y combinan innovaciones generadas o requeridas por los usuarios. Las industrias de maquinaria y equipo representan principalmente a este sector y en México concentra el 57.4% del gasto en investigación y el 8% de importación de tecnología. (*Sector de tecnología media alta*).
- **Sector basado en la Ciencia.** Es el de mayor cambio tecnológico y gasto en IDT basado en conocimientos científicos, muchas veces generados en IES y centros de investigación. Este sector representa en nuestro país el 5.5% del gasto interno en IDT y el 10% de las importaciones tecnológicas. La OCDE lo llama *Sector de alta tecnología*. Son ejemplos las industrias de aeronáutica, electrónica, telecomunicaciones y productos farmacéuticos.

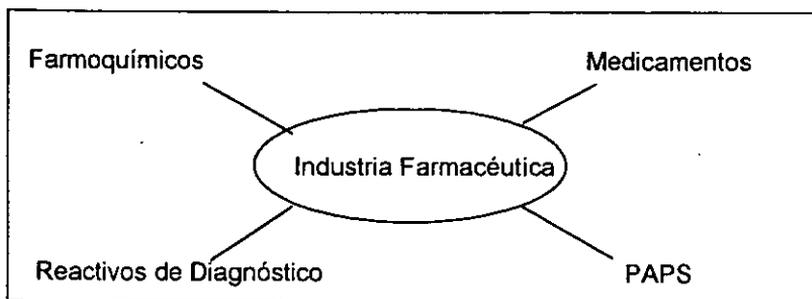
## La Industria Farmoquímica

La industria farmoquímica es considerada como un subsector de la industria farmacéutica que produce las materias primas (principios activos, farmoquímicos o



fármacos) necesarios para la producción de medicamentos. El sector de la farmacéutica incluye, además de la farmoquímica, a los subsectores de medicamentos, de productos auxiliares para la salud (PAPS) y de reactivos de diagnóstico. (Fig. 4)

Figura 4. Estructura de la Industria Farmacéutica



Fuente: Dussel (1999)

Las industrias farmacéutica y farmoquímica constituyen para todos los países un sector altamente estratégico por su participación en el abatimiento de enfermedades y el incremento de la expectativa de vida. Tienen un alto grado de innovación, reflejado en sus niveles de gasto en IDT (8%/ventas). Tan sólo en 2000 se invirtieron 26 mil millones de dólares en actividades de investigación en el sector a nivel mundial. En los Estados Unidos sólo un fármaco de entre 5,000-10,000 nuevos compuestos investigados es aprobado por la Food and Drug Administration (FDA). La mayoría de las investigaciones se realizan en laboratorios de empresas transnacionales, con nuevos métodos de búsqueda de fármacos, como es la química combinatoria.

El proceso que lleva a la comercialización de cada nuevo medicamento cuesta alrededor de 500 millones de dólares, que incluye la obtención de nuevos fármacos a partir de fuentes naturales o por vía sintética; las pruebas biológicas, farmacológicas, de toxicidad y seguridad; los estudios de farmacocinética y metabolismo; las pruebas clínicas; el desarrollo y escalamiento del proceso químico;



la tecnología farmacéutica y la solicitud de registro ante las respectivas autoridades regulatorias. Además, las políticas restrictivas por parte de la FDA han resultado en una drástica caída del registro de nuevos medicamentos en Estados Unidos, siendo desde 1975 de solamente unos 60 nuevos fármacos anuales. (Repic, 1998; PhRMA, 2001)

En los últimos años se han experimentado importantes cambios en la orientación de la investigación del sector, al ir modificándose las prioridades y necesidades de la población, de enfermedades infecciosas a las degenerativas y genéticas. Es muy escasa la investigación farmacéutica encaminada a las necesidades terapéuticas del tercer mundo, como parasitosis, lepra o desnutrición. Las prioridades actuales para las grandes empresas son: SIDA, alzheimer, artritis, esquizofrenia, depresión, epilepsia y Parkinson. (PhRMA, 2001)

Un nuevo fármaco le permite a la empresa generar un mercado no existente e imponer precios en un periodo determinado, durante la vigencia de la patente. Este monopolio suele terminar al expirar la patente, cuando otras empresas pueden producir y comercializar el medicamento como producto genérico, a precios inferiores a los medicamentos de marca. Así, mientras que los productos genéricos compiten por precio, los medicamentos de marca lo hacen por diferenciación. El mercado de genéricos ha sido un promotor del proceso de innovación dentro de las PyMEs. (Román, 1990)

Las políticas en torno a patentes, controles de precios, ganancias y calidad han afectado de manera significativa y diferente, dependiendo de las respectivas naciones, a la industria farmacéutica. La Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Mundial de Comercio (OMC) y la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA por sus siglas en inglés) tienen un impacto relevante en el sector. Hay una creciente estandarización en torno a la calidad, a la seguridad y a la aplicación de buenas prácticas de manufactura. (Dussei, 1999)



La industria farmoquímica nacional tuvo sus inicios por los años cuarenta, con la explotación del barbasco. La empresa Syntex, fundada en 1943 con capital nacional, fue una de las pioneras en este campo. Durante las décadas de los setenta y ochenta la industria farmoquímica y la farmacéutica se consideraban sectores estratégicos y de gran importancia para el modelo sustitutivo de importaciones; el gobierno prohibía la importación de cualquier fármaco que se produjera nacionalmente. Existían unas 90 empresas farmoquímicas, que empleaban aproximadamente a 80,000 personas. En 1994 Syntex fue adquirida por Roche y cerró su División de Investigación, con lo que se canceló la única opción de investigación en el área de búsqueda de nuevos fármacos que existía dentro de la industria en México.

Desde 1987, el sector de la farmoquímica ha sufrido profundos cambios derivados principalmente de la apertura económica: (Dussel, 1999)

- El sector farmoquímico, que en la década de los ochenta llegó a proveer el 50% de los insumos de la farmacéutica, en la actualidad sólo aporta el 20%.
- En los últimos 20 años, al menos unas 50 empresas farmoquímicas cerraron, se fusionaron o fueron vendidas.
- Excepto por algunas iniciativas aisladas en las IES, no se realiza investigación en el desarrollo de nuevos fármacos.
- Pocas empresas farmoquímicas realizan desarrollo de tecnología para la producción de fármacos genéricos. Muy pocas tienen planta piloto.
- El valor agregado, que en los años ochenta era de 70-80%, en la actualidad suele ser de aproximadamente 20%.
- Como resultado de las negociaciones del TLCAN, en 2004 México tendrá la obligación de licitar con Estados Unidos y Canadá las compras que realicen las entidades gubernamentales del sector salud.
- Creciente déficit en su balanza comercial, con una competencia desleal de algunos países asiáticos, en especial India y China, que han incrementado sus



exportaciones de genéricos a precios muy bajos, gracias a que cuentan con grandes apoyos y subsidios por parte de sus gobiernos. Las exportaciones hacia Estados Unidos han disminuido debido a barreras no arancelarias.

## La política industrial

El sector empresarial arrastra aún muchas características heredadas de años de proteccionismo que lo tuvieron paralizado desde el punto de vista del Sistema de Innovación: poco dinámico, cortoplazista, resistente al cambio y poco dispuesto a arriesgarse. A pesar de las advertencias, son numerosas las empresas manufactureras que cerraron o cambiaron su giro a comercialización a partir de su inserción forzosa en mercados globalizados.

Algunos datos que nos hablan del bajo potencial innovador del sector productivo nacional son: a) sólo el 18% de la IDT proviene del sector privado, en comparación con 60% y 47% respectivamente para los E.U. y Canadá y b) el gasto en IDT con respecto a ventas para México asciende a sólo 0.04%, mientras que el sector industrial en E.U. invierte 2.9% de sus ventas en IDT. (Conacyt, 2000)

En el Plan Nacional de Desarrollo (2001-2006) se establece como objetivo de la política industrial:

Crear y desarrollar mecanismos e incentivos que propicien la contribución del sector privado al desarrollo científico y a la cultura de innovación del país. Fomentar proyectos multisectoriales y multiinstitucionales en los que participen las instituciones educativas, las empresas y las industrias.

Entre las principales políticas industriales instituidas en la década pasada destaca la legislación en propiedad industrial. Muchos autores reconocen los beneficios del actual sistema de patentes, considerándolo "un prerrequisito fundamental para la inserción de los países a la globalización" (Cárdenas, 2001), pero para otros (Posada de la Concha, 1998; Dussel, 1999), la Ley de Fomento y Protección a la Propiedad Industrial de 1991 y su sucedánea, la Ley de la Propiedad Industrial (LPI) de 1994 afectaron negativamente al sector industrial, el cual no estaba preparado para enfrentar los cambios, entre ellos la admisión del registro de patente para



productos farmoquímicos, variedades vegetales y procesos biotecnológicos y la extensión de la vigencia a 20 años, con el argumento de que a pesar de que el objetivo primordial del sistema de patentes es incentivar el desarrollo de tecnología dentro del país, los beneficios han recaído principalmente en las empresas transnacionales.

El Registro Nacional de Transferencia de Tecnología (RNTT), fundado en México en 1972, obligaba la inscripción de los contratos de comercialización de tecnología con el fin de sujetarlos a un examen y eliminar algunos abusos en los cuales se incurría con frecuencia, particularmente en los acuerdos de licencia, en los que los dueños de la patente establecían cláusulas restrictivas sobre los usuarios de la tecnología. Es indudable que el RNTT fortalecía la posición negociadora de los compradores de tecnología, protegiendo primordialmente al empresario nacional que adquiría tecnología extranjera; por esto mismo, era un desincentivo a la inversión extranjera directa y algunas veces representaba un obstáculo para la transferencia de tecnología hacia nuestro país, ya que disuadía a los dueños de las patentes para celebrar contratos de transferencia de tecnología con nuestros nacionales. No debe de extrañar, pues, que esta figura jurídica desapareciera con la Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Industrial en 1991. La política industrial, con estos cambios, dio un giro de 180 grados al pasar de la regulación excesiva a la promoción de la importación de tecnologías.

### **5.2.3. El entorno financiero**

La banca de desarrollo para la industria, representada por NAFIN y BANCOMEXT, cubre básicamente aquellos ámbitos de financiamiento a mediano y largo plazo en sectores considerados estratégicos para el desarrollo económico y social, que no son satisfactoriamente cubiertos por el resto del sistema financiero.

NAFIN otorga apoyo financiero (vía "segundo piso") para mejorar la estructura o capacidad financiera de la micro, pequeña y mediana empresa, mediante financiamiento, garantías o capital de riesgo.



Bancomext ofrece apoyos crediticios directos, principalmente a PyMEs exportadoras con el propósito de cubrir sus necesidades financieras en diferentes etapas del proceso de producción o comercialización.

Por otra parte, el CONACYT posee varios tipos de programas de financiamiento para proyectos de innovación y modernización tecnológica. (ver *Tabla 2*)

## **La Política Económica**

Desde mediados de los años ochenta, la economía mexicana experimentó un cambio de estrategia de desarrollo nacional. Durante las cinco décadas anteriores, una política proteccionista de mercado cerrado y sustitución de importaciones habían sido los pilares de la estrategia económica, pero a partir de entonces se ponderó la estabilidad macroeconómica basada en las exportaciones del sector manufacturero privado. Se insertó de pronto a la industria mexicana dentro de una corriente mundial de producción que apunta hacia la calidad, la eficiencia y la innovación tecnológica, cuando gran parte de esta industria no estaba preparada para ello. La privatización de empresas paraestatales, la retracción del Estado de la economía, la apertura del mercado y la apertura a la inversión extranjera han sido, desde entonces, los parámetros centrales de la política económica.

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) ha tenido un impacto positivo en algunas exportaciones mexicanas y en la integración de un segmento de la economía mexicana a la estadounidense, como es el caso de la industria electrónica. Los flujos de inversión extranjera a México han permitido una mayor estabilidad macroeconómica. Sin embargo, la balanza comercial de México sigue siendo desfavorable, pues se importan gran parte de los insumos necesarios para la industria maquiladora. (CEPAL 2000)

Desde los círculos políticos y empresariales se enfatiza la necesidad de plantear políticas industriales, económicas, científicas y tecnológicas, que estimulen la



innovación y la productividad de la industria. Díaz (1998) cita como prioritarios el otorgamiento de estímulos fiscales a la inversión privada en la investigación científica y tecnológica, orientada a incrementar la productividad industrial, como ocurre en países desarrollados, así como "una política de Estado que promueva la investigación y la creación en el campo de la innovación tecnológica, dado que en el campo empresarial, hasta este momento y por diferentes motivos, se carece de una respuesta efectiva a tal necesidad". También lo señaló Cimoli (1999):

En la época actual, en la que las ventajas comparativas ya no se sustentan en la mano de obra barata, en la disponibilidad de recursos naturales y en las barreras legales proteccionistas, el desarrollo económico de las naciones requiere necesariamente del conocimiento y sus aplicaciones, así como de su transmisión eficiente. No se puede explicar el desarrollo económico de los países europeos, de Japón, de Estados Unidos y de las economías del sudeste asiático sin subrayar que tanto los incentivos provenientes del mercado, como las políticas y las instituciones que promovieron el conocimiento y la investigación científica jugaron conjuntamente un papel significativo.

En este contexto, existen varios programas instrumentados por el gobierno y por organizaciones no gubernamentales para promover las capacidades innovadoras de la industria en general y en particular de las pequeñas y medianas empresas (PyMEs), los cuales incluyen financiamiento, capacitación, acceso a información, beneficios fiscales, estímulos a la colaboración con IES, etc. (ver *Tabla 2*) Sin embargo, en opinión de algunos autores (Solleiro y Castañón, 1998; Díaz, 1998), las tendencias son cada vez más hacia una política industrial de corte neoliberal, la cual se basa en la libre competencia, que no favorece a las pequeñas organizaciones. En este modelo de política industrial, la función del gobierno se limita a procurar a los inversionistas un entorno macroeconómico estable, así como a promover una oferta adecuada de recursos productivos, como infraestructura y educación. Los funcionarios del gobierno mexicano rechazan con frecuencia la instrumentación de una política industrial activa y subsidiaria, solicitada por los empresarios, con el argumento de que el TLCAN prohíbe las prácticas de apoyo a la industria que se interpreten como distorsiones del libre comercio.

Tabla 2. Instrumentos de apoyo del sistema de innovación

	Programa	Institución promotora	Tipo de servicios	Objetivos
Vinculación Universidad-Empresa	Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación y Desarrollo Conjuntos (PAIDEC)	CONACYT	Co-financiamiento para proyectos de Investigación y Desarrollo	Promover proyectos conjuntos de IDT entre PyME's e IES.
	Programa de apoyo a proyectos de vinculación con el sector académico (PROVINC)	CONACYT	Financiamiento y talleres de capacitación para IES	Creación de Unidades de Gestión de Servicios Tecnológicos (UGSST) y Consejos Asesores del Sector Productivo (CASP)
	Programa Iberoamericano de Cooperación Universidad-Empresa (IBERCUE)	CYTED CONACYT	Promoción	Impulsar la creación, en los países latinoamericanos, de entidades de interfase para promover, establecer y consolidar vínculos de colaboración entre universidades y empresas.
Innovación tecnológica	Centros Regionales para la Competitividad Empresarial (CRECE)	S.E.	Consultoría Vinculación financiera Capacitación empresarial	Apoyar la implantación de procesos de planeación estratégica y establecimiento de planes de acción específicos para el mejor aprovechamiento de los recursos.
	Fondo Multilateral de Inversiones (FOMIN)	BID	Asistencia técnica	Contribuir con los gobiernos y organizaciones al incremento de capacidades tecnológicas en las PyME.
	Programa Bolívar	Grupo Bolívar	Vinculación internacional	Promover la cooperación internacional en materia industrial, tecnológica y científica
	Premio Nacional de Tecnología	SECOFI CONACYT FUNTEC ADIAT NAFIN	Reconocimiento al esfuerzo tecnológico de las empresas	Promover el desarrollo de la cultura CyT en la PyME y el intercambio productivo entre la comunidad científica y la empresarial.
	Registro CONACYT de Consultores Tecnológicos (RCCT)	CONACYT	Asesoría, gestión tecnológica y asistencia técnica	Yudar a empresas a resolver problemas técnicos específicos de producción para aumentar su competitividad.
	Sistema de Información sobre Servicios Tecnológicos (SISTEC)	S.E. CONACYT FUNTEC	Información Enlace	Establecimiento de enlaces de las empresas con Centros y consultores para atender su problemática.

	Comité Nacional de la Productividad e Innovación Tecnológica (COMPITE)	S.E.	Capacitación (talleres de cuatro días en la empresa)	Fomentar la competitividad en la PyME. Incrementar la productividad
	Fondo de Investigación y Desarrollo para la Modernización Tecnológica (FIDETEC)	CONACYT	Créditos directos y de riesgo compartido	Impulsar la inversión del sector privado en proyectos de innovación y desarrollo tecnológico para proyectos de inversión con mérito tecnológico en etapa precomercial.
	Programa de Modernización Tecnológica (PMT)	CONACYT	Financiamiento (50%) para consultoría	Apoyar a la modernización tecnológica de las PYME's
Servicios financieros	Fondo para el Fortalecimiento de las Capacidades Científicas y Tecnológicas (FORCCYTEC)	CONACYT	Apoyos financieros para la creación de Centros Tecnológicos.	Apoyar la creación, expansión o fortalecimiento de centros tecnológicos que ofrezcan servicios al sector productivo, principalmente PyME, para el incremento de su competitividad.
	Capital de riesgo	Bancornext	Servicios financieros Participación en capital social.	Fomentar la participación de inversionistas nacionales o extranjeros en el capital social de las empresas.
	Programa de Asistencia Técnica (PAT)	Bancornext	Asistencia técnica y apoyos financieros para empresas exportadoras	Mejorar procesos productivos o adoptar sistemas de calidad.
	Programa de Calidad Integral y Modernización (CIMO)	S.T.	Asistencia técnica Capacitación Financiamiento	Incrementar la productividad de PyME.
	Programa de Financiamiento a la Asistencia Técnica para la Modernización Empresarial del Sector Privado (PROMESP)	NAFIN	Financiamiento de servicios de asistencia técnica	Elevar competitividad, incorporar nuevas tecnologías y diseñar esquemas para mejorar la productividad y reducir la contaminación ambiental.

Fuente: Elaboración propia a partir de: Centros de Investigación Aplicada y Organismos de Apoyo para el Desarrollo Tecnológico en la República Mexicana. ADIAT-SEP-CONACYT (2000) y páginas de Internet: <<http://www.nafin.gob.mx>> <<http://info.main.conacyt.mx>> <<http://www.sips.gob.mx>> <<http://www.iadb.org/extr/espanol/index.espanol.htm>> <<http://mexico.businessline.gob.mx/esp/index.serv.htm>>



## La Política Fiscal

En el Manual Técnico para la aplicación del estímulo fiscal para la investigación y desarrollo tecnológico (DOF, 10/08/00), comprendido en la Ley de Ingresos de la Federación, se define un crédito fiscal del 20 por ciento de los gastos e inversiones en IDT para empresas de hasta 500 empleados, mientras que otros países otorgan, como crédito fiscal, un 35 por ciento al gasto tecnológico en las empresas pequeñas y medianas y 20 por ciento en las grandes. La participación de las empresas en el estímulo es mínima debido al desconocimiento de los empresarios y a lo complicado de los trámites, de manera que en el año 2000 sólo dos empresas participaron, y sólo fueron justificados el 1.7% de los 500 millones de pesos de crédito fiscal previstos. (*La Jornada*, iD, 11/06/2001) Es evidente que la política fiscal vigente promueve más la inversión especulativa que la productiva.

Los criterios generales que se asumen para considerar una actividad como IDT son: a) contribución al avance científico o tecnológico; b) incertidumbre y c) contenido científico o tecnológico. Entre las actividades incluidas en estos criterios están: desarrollo de nuevos procesos, construcción de prototipos, plantas piloto, retroalimentación e ingeniería industrial. Se mencionan como prioritarios para la asignación del estímulo fiscal a los proyectos de investigación contratados con universidades, centros de investigación o empresas de ingeniería y consultoría nacionales reconocidos por el CONACYT.

### 5.2.4. El Entorno Tecnológico

Elementos esenciales de un sistema de innovación son los agrupados en lo que Fernández y col. (1999) llaman el entorno tecnológico. En éste se ubican diferentes agentes que, de alguna manera, tienen que ver con la transferencia de conocimientos: centros de información y documentación, empresas de consultoría, proveedoras de equipo o instrumentación, de servicios de ingeniería, de análisis, de certificación, etc.; organizaciones del estado que funcionan como puente entre los centros de investigación y la industria, financiadoras o promotoras; centros privados



y paraestatales que ofrecen servicios tecnológicos o educación continua. Son importantes también las asociaciones de profesionales o empresarios y otras organizaciones no gubernamentales.

Muchos de los desarrollos tecnológicos originados en las IES, particularmente los relativos a tecnologías duras, requieren de un agente intermedio entre el desarrollo de laboratorio y el proceso puesto en planta. El escalamiento en planta piloto es indispensable, por ejemplo, para la mayoría de los procesos en las industrias química y farmoquímica; (Giral, 1989) sin embargo, una planta piloto no suele ser parte de la infraestructura de una mediana o pequeña empresa, ni, por cierto, de la mayoría de las universidades. Con la desincorporación y privatización de los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial (LANFI)<sup>1</sup>, uno de los principales brazos tecnológicos del Estado para impulsar el proceso de sustitución de importaciones y la industrialización de México, las PyMEs en México tienen un espectro muy reducido de opciones para realizar el escalamiento de un proceso químico desarrollado en laboratorio<sup>2</sup>.

Las incubadoras de empresas y los parques tecnológicos son mecanismos de vinculación relativamente nuevos en México, y sin embargo, en vías de extinción. Las primeras son espacios promocionales de desarrollo industrial cuyo cometido principal es crear empresas de base tecnológica. Apoyan usualmente a investigadores dispuestos a iniciar una carrera de empresarios (emprendedores). Las actividades de incubación requieren de capital semilla para el inicio de los proyectos y capital de riesgo para el desarrollo de los mismos. Hasta hace pocos años, el CONACYT jugó un papel importante como promotor de estos mecanismos; su programa de Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica apoyó diversos

<sup>1</sup> LANFI fue reestructurado en 1994, desagregándose en tres entidades diferenciadas: NORMEX, organismo de apoyo a programas de certificación de productos; UTT, con importante participación privada, creada para asesorar en la transferencia de tecnologías y FUNTEC, con objetivos de financiamiento. (Escobar y Cassaigne, 1995 b)

<sup>2</sup> Como resultado de una búsqueda en Internet, sólo se localizó a una empresa privada en México que responde a esta necesidad; ADIAT proporcionó el nombre de otra empresa y la UAM Iztapalapa promueve servicios en este campo, aunque con una infraestructura muy reducida.



proyectos. Sin embargo, en la actualidad esta figura ha desaparecido virtualmente del escenario tecnológico de nuestro país.

Los parques tecnológicos y sus diferentes variantes, como los parques científicos, parques de investigación, tecnópolis y centros de innovación, son espacios relacionados con una universidad cuyo principal objetivo consiste en facilitar la transferencia de tecnología ente la institución académica y las empresas ubicadas en él. (Casas y Luna, 1999) Este tipo de proyectos exigen, además de infraestructura física y humana especializada, la conjunción de varios factores que difícilmente se dan en nuestro país: interés de las empresas por participar; un compromiso de largo plazo; un liderazgo del más alto nivel político y fuentes de financiamiento que aporten capital de riesgo suficiente y oportuno, por lo que la mayor parte de los esfuerzos que se han emprendido en el sentido de consolidar estos mecanismos han sido poco exitosos.

### **La política Científica y Tecnológica**

Desde la creación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en 1971, se establecieron políticas orientadas al fortalecimiento de la capacidad para la generación y aplicación del conocimiento de las IES y Centros de Investigación mediante dos estrategias centrales: el apoyo a la formación de científicos de alto nivel y el apoyo a proyectos de investigación científica y tecnológica; más recientemente, se ha incorporado una tercera estrategia relacionada con los servicios tecnológicos. La vinculación de los proyectos de investigación básica y aplicada con las necesidades de las empresas privadas es hoy uno de los objetivos más importantes del CONACYT.

Sin embargo, la inversión en investigación y desarrollo tecnológico en México, expresada como la relación del Gasto Interno en Investigación y Desarrollo (GIDE) con respecto al Producto Interno Bruto (PIB), (0.31% en 1999) está ubicado en niveles muy inferiores al promedio de la OCDE (2.21%) y también abajo del promedio en América Latina (0.59%). (Conacyt, 2000)



Para compensar el bajo gasto en ciencia y tecnología, se conmina a IES y centros de investigación a generar recursos propios a partir de la venta de servicios y la transferencia de tecnología a la industria, como se ha hecho evidente en el llamado del Presidente Fox a las universidades a aportar una tercera parte del gasto en ciencia y tecnología con actividades de este tipo. (*La Jornada*, 29/12/2000)

La producción de publicaciones científicas y de patentes son dos indicadores que reflejan la situación de la Ciencia y Tecnología en nuestro país (*Tabla 3*).

*Tabla 3. Indicadores de CyT de algunos países. 1997*

Pais	GIDE/PIB %	No. Científicos por cada 10,000 habitantes	Participación en la producción mundial de publicaciones científicas (%)	No. de publicaciones por cada 10,000 habitantes	No. de publicaciones por científico	No. de patentes solicitadas por nacionales (1995)	No. de patentes por cada MDD de gasto en IDT (1995)
Alemania	2.31	58	8.63	14.36	0.24	38,675	0.93
Canadá	1.60	52	4.71	9.37	0.18	2,467	0.29
E.U.	2.71	74	35.78	77.22	1.04	124,210	0.57
España	0.86	31	2.66	4.27	0.13	2,078	0.46
Japón	2.92	81	9.13	16.36	0.20	333,770	4.38
Inglaterra	1.87	49	9.21	15.86	0.32	18,705	0.92
México	0.34	5	0.53	0.68	0.13	432	0.28

Fuentes: Indicadores de actividades científicas y tecnológicas, SEP-Conacyt. México, 1997  
Main Science and Technology Indicators, OECD, 1997.

A pesar de nuestros bajos niveles de inversión, de infraestructura humana y de producción en CyT, no se observa una diferencia tan grande en relación con la producción *per cápita* de publicaciones científicas. Esto significa que nuestro problema no es de capacidad, sino simplemente es cuestión de la poca inversión en ciencia y tecnología. En palabras de René Drucker (1998): "La estrategia del



Gobierno, si es que alguna vez ha tenido alguna, ha sido la de más o menos impedir que la actividad científica desaparezca y se convierta en pieza de museo.”

En nuestro país, la comunidad científica, de por sí insuficiente para las necesidades nacionales, se encuentra concentrada en las instituciones educativas (90% contra 50% en los otros países de la OCDE); la industria casi no realiza IDT y pocos son los empresarios nacionales que patrocinan investigación en las IES. Esto, además de la resistencia de muchos investigadores tradicionalistas, ha mantenido el predominio de la investigación básica sobre la aplicada, y ha obstaculizado la integración del quehacer universitario con el aparato productivo. Muchos investigadores se dan el lujo de hacer ciencia sin prever su utilidad. En este sentido, ironiza Xavier Lozoya: “Muchos (científicos) se ofenden cuando les preguntan para qué sirve su investigación... puede ser muy loable estudiar la velocidad del ojo de la rana cuando voltea a ver al gato, pero ¿en que sirve eso a México? y ¿por qué debería financiar el gobierno una investigación de ese tipo?” (*La Jornada*, 18/09/2000)

Por supuesto, otros investigadores defienden la investigación básica, argumentando que los resultados de ésta “no se medirán en pesos y centavos, sino en la calidad del conocimiento generado y su efecto no será la acumulación de capital financiero, sino el enriquecimiento cultural y el beneficio social” (*La Jornada*. 12/03/01 p. IV). Se puede decir que la Ciencia y la Tecnología se retroalimentan; esto es, dependen una de la otra para seguir avanzando, pero, aún así y a pesar de los esfuerzos que viene realizando el gobierno desde hace varios años para revertirlo, en nuestro país el 80% de la investigación es básica, y sólo el 20% es aplicada, contra una proporción inversa en países avanzados. (ADIAT, 2001a)

El fomento de la cooperación entre los elementos del sistema de innovación es uno de los objetivos más presentes en las políticas de CyT en nuestro país, porque se sabe que en los procesos de innovación estas relaciones desempeñan un papel importante. En la Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica (1999) se proyectó la formulación de estrategias diferenciadas de apoyo para la



investigación científica y la tecnológica, así como la creación del Foro Permanente de Ciencia y Tecnología, en el que se coordinan el sector privado, los centros públicos de investigación y el gobierno. Una parte de la estrategia consiste en alentar la interacción y la vinculación entre estos agentes, dando prioridad a proyectos de desarrollo tecnológico solicitados por empresas.

Asimismo, el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 (PND, 2001) resalta la necesidad de una mayor vinculación entre el sector científico y el productivo:

...la atención que se da en México a la preparación científica y a la introducción, producción y dominio de la tecnología es insuficiente. México ha hecho un esfuerzo para formar un núcleo científico de calidad; sin embargo, sigue siendo reducido el interés del sector privado y de la industria por la generación de conocimiento.

El mismo documento propone:

Crear mecanismos para que las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico se orienten de manera creciente a atender problemas que afectan el bienestar de la población, fundamentalmente en temas prioritarios como alimentación, salud, educación, pobreza y medio ambiente, tomando en cuenta que la ciencia básica es una prioridad para la educación y el desarrollo cultural del país.

Entre los objetivos manifestados por el Presidente Vicente Fox a principios de su administración, en relación con las políticas de CyT se encuentran: a) elevar el gasto en CyT a 0.8% del PIB; b) crear una Secretaría de Ciencia, Innovación e Informática que integre programas y recursos dispersos en diferentes entidades públicas; c) estimular la inversión de las empresas en tecnología, a través de instrumentos de capital de riesgo. (ADIAT, 2001b)

El Sistema Nacional de Investigadores (SNI), hasta hace poco, evaluaba el trabajo científico con criterios propios de un país desarrollado, como el número de publicaciones y el factor de impacto, con lo que desalentó la investigación en áreas estratégicas del desarrollo de México que requieren atención por parte de científicos, como son las agropecuarias, pesca, salud o medio ambiente. Afortunadamente, los criterios de evaluación del SNI han sido ampliados, (Conacyt, 2000-a) considerándose ahora también como productos de investigación las patentes, certificados de invención, desarrollos y transferencias tecnológicas, por lo que



podemos decir que se avanzó en el camino de la reivindicación del trabajo tecnológico. En este sentido, algunos investigadores (Guerra 1998) han propuesto la creación de un "Sistema Nacional de Innovadores y Creadores de Tecnología".

### **5.2.5. La Vinculación Universidad-Empresa.**

El conocimiento científico y su aplicación en tecnología han contribuido –más que cualquier otro factor- al progreso económico y social de los países, al combate a la enfermedad, a la creación de materiales; en resumen, a la posibilidad de trascender las limitaciones de la naturaleza. Es, en este sentido, que las IES, con todos sus recursos de conocimiento, equipo, información y servicios en los cuales se basa su actividad de investigación, pueden ofrecer solución a los problemas de los diferentes sectores de la sociedad, incluido el sector industrial.

La vinculación universidad-empresa comprende diversas actividades, como son, por ejemplo: capacitación de recursos humanos, realización de estudios especiales, estancias estudiantiles, empleo de instalaciones universitarias, donaciones, asesoría, prestación de servicios técnicos y producción de conocimientos aplicados con potencial uso industrial. Nos referiremos aquí a la vinculación formal que tiene el fin de desarrollar y/o transferir una tecnología comercializable por la empresa.

El tema de la vinculación es, todavía, un tema actual y abierto al debate para muchos países con diferentes niveles de desarrollo. Algunas de las universidades más prestigiadas y tradicionales de Estados Unidos (como Harvard y Yale) se resisten a admitir este tipo de actividades. (Casas y Luna, 1999) En nuestro país, las instancias de gobierno relacionadas con políticas de CyT mencionan recurrentemente a la vinculación como una actividad necesaria para promover el desarrollo industrial. (PND, 2001; Conacyt, 2000; Ley para el Fomento de la Investigación Científica y Tecnológica, 1998; ADIAT, 2001a)



## Obstáculos

Muchos autores han descrito las barreras que obstaculizan habitualmente esta relación. (Botham, 1997; Fassin, 1991; Castaños-Lomnitz, H., 1995; López-Martínez y col., 1994; Solleiro y Morales, 1997; Mora, 2000) En el plano internacional, las dificultades casi siempre se definen a partir de las diferencias culturales entre ambos sectores.

La universidad tiene dos misiones prioritarias: la formación de capital humano y la generación de conocimiento de base. El quehacer científico tradicionalmente ha tenido sus propios intereses, tiempos y métodos de validación y de recompensa; sus objetivos no suelen empatar con los de los empresarios, que tienen una cultura y un código de valores totalmente diferentes, pues son mucho más prácticos y regidos por tiempos, ganancias y resultados comerciales. La academia suele funcionar bien en un contexto de libertad que le permite disfrutar del descubrimiento (neofilia) y desea publicar sus hallazgos, mientras que la industria se concentra en resultados prácticos, dentro de fuertes limitaciones de tiempo y presupuesto; requiere mantener la información en secreto y manifiesta resistencia al cambio y a las ideas del exterior.

El gran reto es lograr la articulación de estos dos actores tan disímiles. Como bien dijo Cimoli (1999): "La capacidad de explotar y vincular mundos que se rigen por lógicas y patrones distintos constituye la fuente de riqueza del Sistema de Innovación." En la *Tabla 4* se resumen algunas de las contradicciones en las prioridades de ambos sectores.



Tabla 4. Diferentes prioridades Universidad-Industria

<b>Universidad</b>	<b>Industria</b>
investigación básica	investigación aplicada
descubrimiento	innovación
conocimiento	tecnología
prestigio académico	valor agregado
difusión del conocimiento	secreto industrial
reconocimiento institucional	clientes satisfechos
recursos para otras investigaciones	ganancias
libertad académica	presiones organizativas
intercambio de ideas con colegas	confidencialidad
largo plazo	corto plazo
¿qué, por qué?	¿cómo, cuánto?
publicaciones	patentes

Para la integración del paquete tecnológico –objetivo terminal de estos proyectos- se requieren, además del conocimiento y creatividad de los investigadores, de otros insumos de conocimiento: descubrimientos científicos, otras tecnologías, patentes, conocimientos empíricos, etc. Estos insumos provienen de diferentes fuentes, como pueden ser: desarrollo, consultoría, copia de patentes, ingeniería de reversa o espionaje. La copia de patentes, siendo una parte frecuentemente necesaria de esta actividad, puede generar problemas de tipo ético en el medio académico, en donde se valora primordialmente la generación de nuevo conocimiento. Como decía Mario Weissbluth: "...en un centro científico copiar es un pecado; en un centro tecnológico copiar es loable" o como lo estableció Sabato (1980): "La originalidad, en el sentido epistemológico, es crucial en el quehacer científico, pero resulta irrelevante en los paquetes tecnológicos: para ello sólo cuenta su conveniencia económica". (Ciceri, 1984)

Una queja frecuente de los académicos y de los empresarios tiene que ver con las ineficiencias para hacer coincidir a los actores adecuados de ambos sectores. (Oliva, 1999; Torres, 1999) "...se observa la carencia de estrategias enmarcadas en un



contexto de política industrial o de ciencia y tecnología, para articular el quehacer académico con las necesidades de la política económica vigente en el país." (Maliachi y Velazco, (1998)

En los últimos años se ha dado un incremento importante de este tipo de actividades en todo el mundo y en México también. Entre las razones para este cambio, se mencionan factores económicos, políticos, institucionales e individuales. (López-Martínez y col., 1994; Casas y Luna, 1999)

## **Beneficios**

Entre los beneficios de la vinculación para el sector académico, mencionados con frecuencia en la literatura (Fassin, 1991; Mora, 2000; Solleiro y Morales, 1997) se encuentran:

- El cumplimiento de expectativas institucionales
- El acceso a fuentes externas de financiamiento
- La satisfacción de ver culminado su trabajo en una aplicación comercial.
- Formación de profesionistas orientados a la resolución de problemas en la industria.
- El aprendizaje en relación con los requisitos técnicos, económicos y de calidad de un proceso industrial.
- El establecimiento de relaciones profesionales y la posibilidad de ampliar su panorama laboral.
- La colaboración con científicos de diferentes áreas y disciplinas dentro y fuera de la universidad.
- Promueve la pertinencia de los contenidos de planes de estudio y programas.

Se puede asegurar que los investigadores en las IES asumen, cada vez más, a la cooperación con la industria como una de las maneras de realizar su función social



dentro de la universidad; esto derivado de la promoción a nivel institucional y nacional y a la flexibilización de los criterios de evaluación.

Por parte de la empresa, el motor de la vinculación suele ser la necesidad de satisfacer una necesidad tecnológica o de acceso a una materias primas. Estas necesidades son más evidentes en el caso de la pequeña y mediana empresa, que no cuentan con los recursos humanos ni materiales suficientes para satisfacerlas. Entre los factores que la inhiben se mencionan la limitada cultura tecnológica en la empresa; las trabas burocráticas y la desconfianza en la capacidad de respuesta de las IES y en la confidencialidad. Tanto la confianza mutua como la disponibilidad de recursos financieros y humanos son requisitos indispensables para que se dé la vinculación, y una Interacción continua, transparente y estrecha, con responsabilidades claramente delimitadas y con una visión de ganar-ganar incrementa las probabilidades de éxito.

## Requerimientos

Los requerimientos institucionales para que las IES establezcan una relación con el sector productivo se resumen en los siguientes puntos: (Waissbluth y Solleiro, 1989; Fernández de Lucio y col., 1999)

- Capacidad de investigación, tanto en conocimiento como en infraestructura
- Un marco legislativo que propicie estas relaciones.
- Un plan estratégico que incluya la vinculación entre sus objetivos.
- Actitud favorable de las autoridades
- Establecer una normatividad sencilla y flexible
- Vencer la resistencia de los académicos.
- Capacitación de los académicos en aspectos como propiedad industrial, estudios de factibilidad y mercado.



- Poseer una estructura de apoyo a las actividades relacionadas con la vinculación, que proporcione asesoría, información, apoyo técnico, administrativo y de gestión.

Cuando un investigador acepta el reto de realizar un desarrollo tecnológico, se encuentra muchas veces con la sorpresa de que la realidad en un proceso industrial puede ser muy diferente a lo que expresa el modelo desarrollado en el laboratorio. Además, los aspectos comerciales suelen ser ajenos al académico, de tal manera que no tiene una visión realista del valor comercial de su descubrimiento, sobrevaluándolo y desestimando los esfuerzos que serán necesarios para transformar las ideas o prototipos en productos económicamente viables. Por esto, es conveniente que el investigador posea experiencia en la industria -lo que le permitirá invertir la mayor parte de su esfuerzo en el desarrollo de operaciones con posibilidades de ser aplicadas- y que conozca la problemática de la empresa y del sector en todos los renglones que le competen: costos, ganancias, mercado, productividad, normatividad, control de calidad, etc.

El líder de un proyecto de vinculación en la universidad tiene a su cargo una responsabilidad y una carga de trabajo formidables: debe poseer una base de conocimiento amplio y complementarlo con una investigación bibliográfica actualizada; asumir la responsabilidad total del proyecto, aunque frecuentemente su autoridad es limitada ante colaboradores académicos, a los que tiene que motivar para mantenerse dentro de los objetivos y tiempos del proyecto; debe cuidar las relaciones humanas internas y particularmente las externas, manejando dos tipos de lenguaje distintos; asumir las necesidades cambiantes y limitaciones de la contraparte; superar las trabas burocráticas; gestionar la adquisición expedita de insumos, ya sea dentro o fuera de la institución; generar informes periódicamente; dar seguimiento a la gestión de la propiedad industrial, a la integración del paquete tecnológico, al proceso de transferencia de la tecnología y al escalamiento del proceso en planta piloto. Y ya puesto en la planta industrial el proceso desarrollado, es muy probable que el investigador tenga que retomarlo en el laboratorio para



afinar otros problemas técnicos. Todo esto, además de cumplir con sus responsabilidades institucionales, que usualmente incluyen actividades de docencia.

Idealmente, el investigador cuenta con el apoyo de expertos en vinculación tecnológica por parte de la institución, los cuales intervienen en varias de las actividades mencionadas.

Otra condición que se menciona como precisa para la consumación de un desarrollo tecnológico es la disponibilidad de entidades, ya sea públicas o privadas, que faciliten el escalamiento de la innovación a las necesidades del industrial. (Huerta, 1999; Torres, 1999)

En cuanto a la capacidad y la disposición de las empresas para la vinculación, se citan como ideales a las pequeñas empresas de alta o media alta tecnología, porque poseen su propia base de conocimiento, dirección altamente preparada y motivada, además de representar un sector importante en la producción y en la generación de empleos, aun cuando tienen una limitada capacidad humana y financiera para resolver problemas tecnológicos. (Casas y Luna, 1999; Fernández y col., 1999)

La vinculación universidad-industria representa una oportunidad para que ambos actores sumen su experiencia y creatividad y obtengan productos útiles a la sociedad y brinda la oportunidad a empresas e IES, unidas, de poner en práctica los objetos del conocimiento: generación, difusión, adquisición, aplicación y comercialización. En este sentido, Waissbluth y Solleiro (1989) aseguran que la vinculación Industria-IES tiene mayor trascendencia en Latinoamérica que en países desarrollados para estimular la innovación y favorecer el desarrollo del sector industrial en la región.

## **El estado actual de la vinculación en México**

La colaboración empresa-universidad es aún muy limitada en nuestro país. En la opinión de algunos autores, esto es debido principalmente a que a los empresarios



sencillamente no les interesa. Las razones primordiales: escasa cultura tecnológica y desconfianza en las capacidades de las IES. En palabras de Solleiro y Morales (1997): "...se tiene un discurso público empresarial demandante de la participación de la comunidad académica en apoyo a la transformación tecnológica de las empresas, mientras que simultáneamente la realidad es que las mismas empresas tienen serias deficiencias en sus capacidades y actitudes hacia la tecnología." Resulta interesante que tanto en Europa como en Estados Unidos, el 25% de las empresas realiza vinculación productiva con las universidades y para las empresas Japonesas esta colaboración (frecuentemente con instituciones europeas o norteamericanas) beneficia al 55% de las empresas. (Botham y Eady, 1997)

**Mecanismos de vinculación.** Estos son definidos como espacios promocionales de la investigación cooperativa entre el mundo académico y el empresarial. Sostenidos por IES, empresas, organismos no gubernamentales y entidades financieras, promueven el trabajo conjunto, el aprendizaje común, la experiencia compartida y el crecimiento recíproco. En la literatura se mencionan diferentes modalidades de estos mecanismos: parques tecnológicos; incubadoras de empresas; parques científicos; empresas derivadas (*spin-off*), centros de innovación y tecnópolis. (Fernández, 1999; Mora, 2000; Casas y Luna, 1999)

Se puede decir que, para nuestro país, éste es el punto más débil del Sistema de Innovación, pues los esfuerzos aislados que se han dado han sido, en su mayoría, abandonados.

**Programas de fomento a la vinculación.** Estos programas promueven los vínculos entre las empresas y las IES, mediante financiamiento, apoyo logístico, etc. Sus objetivos están relacionados con el aprovechamiento, por parte del sector productivo, de los conocimientos generados dentro de universidades y centros de investigación. Los principales programas de fomento a la vinculación vigentes en nuestro país han sido mencionados en la *Tabla 2* (pág. 33)



**Estructuras de interfase.** Son definidas por Fernández de Lucio y col. (1999) como unidades que fomentan y catalizan las relaciones entre los elementos del Sistema Nacional de Innovación, aportando servicios como: vinculación, asesoría, información, gestión, seguimiento, intermediación, etc.

Un papel importante de la universidad es el de facilitar una efectiva vinculación de sus investigadores con el sector productivo. En muchas IES ya está contemplada una instancia específica de cooperación con la industria. Mora (2000) hace una relación de los diferentes términos empleados para designar a este tipo de entidades: oficina de vinculación; agencia de interfase; institución puente; oficina de transferencia; agente de transferencia. En términos generales, los objetivos de estas instancias son incrementar el poder de negociación de la universidad, estimular la innovación y canalizar importantes recursos hacia la investigación tecnológica. La literatura siempre recalca la importancia de estas entidades para facilitar la relación.

El gestor de tecnología, y el más especializado gestor de la vinculación son los actores imprescindibles en este tipo de agencias.

### **La gestión de tecnología en la vinculación**

Waissbluth y Solleiro (1989) definen la gestión de tecnología como sigue:

El campo interdisciplinario en el que se mezclan conocimientos de ingeniería, ciencia y administración con el fin de realizar la planeación, el desarrollo y la implantación de soluciones tecnológicas que contribuyan al logro de los objetivos estratégicos y tácticos de una organización.

La gestión de tecnología relacionada con la vinculación universidad-empresa implica la profesionalización de la transferencia de tecnología a la empresa; es un trabajo relacionado básicamente con la administración de proyectos, aunque se aboca a hacer lo necesario para lograr la culminación de este proceso en la comercialización de la tecnología. Así, entre los roles del gestor de tecnología encargado de la vinculación, están algunos de los mencionados en la literatura (Waissbluth y



Solleiro, 1989; Román, 1990; Bosch, 2000) como críticos para sacar adelante un proyecto de IDT: líder, emprendedor, científico, padrino, *gate-keeper*.

El gestor de tecnología, además, juega un papel importante en la integración y motivación de los equipos. Debe ser capaz de dialogar con todas las partes en términos técnicos, financieros y de mercado (servir de "traductor" a veces), así como facilitar las relaciones interpersonales.

Entre las actividades que pueden desempeñar los especialistas en gestión de tecnología dentro de las IES se pueden mencionar las siguientes:

- Identificar las áreas y grupos de investigación con el perfil y la disposición para interaccionar productivamente con las empresas
- Identificar necesidades sociales relevantes o sectores específicos que puedan recibir apoyo de la IES a través de proyectos
- Buscar, seleccionar y contactar posibles usuarios de tecnología universitaria
- Ser los negociadores y mediadores entre los actores académico, productivo y financiero
- Monitorear la información técnica, económica y de mercado
- Realizar estudios de preinversión
- Negociar y redactar contratos y convenios de desarrollo tecnológico y transferencia de tecnología
- Dar seguimiento a los proyectos de vinculación
- Gestionar la adquisición de insumos y servicios tecnológicos
- Moderar en situaciones conflictivas entre académicos y empresarios
- Gestionar la propiedad industrial
- Definir y coordinar los mecanismos de capacitación de recursos humanos



## **6. El caso de desarrollo y transferencia de tecnología**

### **6.1. Las entidades tecnológicas involucradas**

Para entender mejor el proceso de desarrollo y transferencia de tecnología del caso estudiado, se ha considerado conveniente hacer una breve descripción de las características de las dos entidades tecnológicas involucradas, la UNAM y la empresa, desde el punto de vista de la vinculación.

#### **La UNAM**

El potencial tecnológico de la UNAM es muy grande; tiene la mayor infraestructura en docencia e investigación del país, cuenta con el sistema de posgrado más grande y sólido y tiene también el sistema de investigación más importante y productivo. Con el 23% del gasto federal en ciencia y tecnología, la UNAM produce la mitad de los doctorados del país, cuenta con la tercera parte de los investigadores nacionales y genera casi la mitad de toda la producción científica de calidad internacional que se produce en México. (UNAM, 2001; de la Fuente, 2001)

#### **La vinculación de la UNAM con el sector productivo**

Desde finales de los años cincuenta, la universidad empezó a dar importancia a la actividad de investigación, que si bien se reconocía como parte del quehacer universitario, se había dado hasta entonces de una manera aislada y precaria. Así, se tomaron las primeras acciones tendientes a la profesionalización de la carrera académica, es decir, la creación de la figura de profesor de tiempo completo con posibilidad de realizar investigación. También para esas fechas, ya se empezaba a hablar de la conveniencia de que la Universidad hiciera trabajo cooperativo con la industria, a la manera que se hacía desde un tiempo atrás en algunos países desarrollados, con el fin de diversificar sus ingresos y de involucrar a la comunidad universitaria en la dinámica productiva nacional. Con este fin se crearon los primeros centros de investigación y servicios: de Investigación de Materiales;



Estudios Nucleares, Investigación en Matemáticas Aplicadas, Sistemas y Servicios, Instrumentos, y de Información Científica y Humanística. (UNAM, 2000)

A principios de los años setenta ya había en la UNAM varios posgrados en ciencias básicas (física, química, matemáticas, biología); sin embargo, éstos se habían gestado "más como un resguardo cultural que como una respuesta a las necesidades del sector productivo". (Álvarez, 1995) La mayoría de los investigadores de la UNAM, apoyados en los principios de libertad de cátedra y la noción de autonomía universitaria, evadían la responsabilidad de involucrarse con las necesidades tecnológicas del país y de su industria y por parte de las empresas, la carencia -derivada de muchos años de proteccionismo- de planes tecnológicos claros, así como la ausencia de interlocutores que tendieran el puente entre ellos y la universidad, hizo la interacción muy escasa.

A excepción del Instituto de Ingeniería, que mantenía estrechos vínculos con el Grupo ICA (Ingenieros Civiles Asociados), la UNAM no tenía vínculos sustanciales con el sector productivo. (Waissbluth y Solleiro, 1989; Casas y Luna, 1999) Sin embargo, ante la aparición de una nueva concepción de la actividad científica, que comenzaba a permear tanto en el sector académico como en la propia Institución, a fines de los setenta se establecieron varios posgrados que contemplaban un equilibrio entre las investigaciones de ciencia básica con las de ciencia aplicada y de desarrollo tecnológico; entre ellos los de Ingeniería de Proyectos, Biofarmacia, Química, Ingeniería Química de Alimentos y Gestión de Tecnología Química. (Casas y Luna, 1999)

Después de la crisis económica de 1982, el presupuesto de la UNAM declinó tanto que se registró una importante fuga de cerebros. Las cúpulas empresariales, además, mantenían una campaña de rechazo y desprestigio hacia la UNAM, impulsando centros privados de educación superior. Por otro lado, ante la crisis económica, el gobierno empezó a ejercer presión para que la universidad fuera autosuficiente, intentando una alza de cuotas, y cuando esto provocó problemas



políticos, sugiriendo que la industria financiara la educación superior, a cambio de servicios técnicos. Se establecieron varios centros de investigación aplicada y campus foráneos en Cuernavaca, Ensenada, Juriquilla y Morelia y se crearon los Programas Universitarios de Alimentos, Investigación Clínica, Cómputo y Energía. (UNAM,2000)

En estos años se establecieron políticas universitarias de vinculación; se revisó la legislación para establecer los lineamientos para la distribución de ingresos extraordinarios y se iniciaron acciones concretas para propiciar el acercamiento de la Universidad con el sector productivo, el cual, por su lado, estaba experimentando también un cambio de actitud, y empezaba a reconocer el potencial del uso del conocimiento generado en la universidad. Así, se establecieron convenios con grandes empresas de capital nacional, como Resistol, CONDUMEX y CYDSA.

### **El Centro para la Innovación Tecnológica (CIT)**

El CIT fue fundado en 1983 como una unidad académica dependiente de la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM, con la misión de enlazar las capacidades de investigación de sus Institutos, Centros y Facultades con las necesidades del sector productivo. Sus tres áreas de acción eran: a) apoyo a las actividades de vinculación; b) formación de recursos humanos en el área de administración de la tecnología y c) investigación.

Entre 1984 y 1996 el CIT intervino en más de 300 convenios y contratos, muchos de ellos dentro de fideicomiso SOMEX-UNAM. De estos convenios, sólo 45 dieron como resultado la transferencia de tecnología. Las vinculaciones se realizaron algunas veces a partir de la oferta de desarrollos tecnológicos de las unidades de investigación universitarias y otras como resultado de las demandas planteadas por empresas a través del CIT o directamente a las unidades de investigación. Además, el propio CIT promovió la creación de Unidades de Vinculación en las dependencias universitarias, así como otras estructuras de vinculación, como son el Centro de



Tecnología Electrónica e Informática (CETEI) y el Sistema Incubador de Empresas Científicas y Tecnológicas (SIECYT-UNAM), el cual operó desde 1995 con propósitos como motivar el desarrollo de capacidades emprendedoras en la comunidad universitaria, respaldar la creación de empresas de base tecnológica y apoyar el desarrollo de innovaciones en empresas. (Gaceta UNAM, 14/03/96)

Entre las funciones que desarrollaba el CIT en relación con la vinculación se pueden mencionar las siguientes: (Waissbluth y Solleiro, 1989; Solleiro y Morales, 1997)

- Identificar y contactar a los usuarios potenciales de una tecnología generada en la UNAM.
- Localizar a los investigadores con capacidad para resolver un problema tecnológico de una empresa.
- Apoyar y gestionar la transferencia de tecnología generada en la UNAM hacia la industria.
- Coordinar la ejecución del proyecto para cumplir con las necesidades de la empresa.
- Participar como instancia mediadora entre el investigador y el empresario, ayudando a superar las fricciones y malos entendidos que suelen darse en este tipo de relación.
- Localizar y proporcionar información técnica y económica relacionada con el proyecto.
- Negociar apoyos de riesgo compartido por parte de instancias del gobierno.
- Concertar convenios de desarrollo y transferencia de tecnología
- Realizar perfiles de mercado y/o factibilidad técnico-económica
- Establecer estrategias para la protección industrial.
- Redactar y gestionar patentes.
- Impartir cursos, tanto a investigadores como a personal del sector productivo.



Dentro de su estructura, el CIT contaba con unidades especializadas en diferentes actividades, tales como propiedad industrial, estudios de factibilidad, información técnica o promoción. Además, para cada proyecto vinculator era asignado un gestor de tecnología responsable de dar seguimiento a las diferentes fases del proyecto, asumiendo los roles que la situación específica de la vinculación exigía. (Weissbluth y Solleiro, 1989)

## **La Coordinación de Vinculación**

En 1997 el CIT fue reemplazado por la Coordinación de Vinculación (COVI), la cual representó un cambio en la estrategia de vinculación en la UNAM.

Desde su creación, se estableció claramente que la COVI no sería una instancia obligatoria para toda acción de vinculación dentro de la UNAM, avocándose principalmente a la vinculación entre dependencias de la UNAM y entre ésta y otras instituciones del sector público "relevantes para la institución que rebasen el ámbito de los subsistemas, coordinaciones, entidades académicas y/o dependencias" y ofreciendo servicios de apoyo, asesoría y asistencia técnica a entidades universitarias, pero sin involucrarse directamente en el seguimiento de los proyectos, como lo hacía el CIT, salvo en los de incubación. (Gaceta UNAM 16/06/97)

Para lograr la descentralización de las actividades de vinculación se creó la Dirección General de Servicios de Vinculación Tecnológica (DGSVT), con funciones de apoyo a las oficinas de vinculación de las dependencias universitarias, y se capacitó al personal que se haría cargo de estas actividades dentro de las dependencias, mediante un curso de formación de gestores de vinculación (aunque con poca respuesta por parte de las dependencias universitarias). El personal académico del CIT (los investigadores y especialistas en gestión de tecnología) fue reubicado en otras dependencias y algunos de ellos, desde sus nuevas locaciones, mantuvieron el seguimiento de los proyectos iniciados en el CIT.



A partir de entonces, muchos investigadores, que hasta entonces habían contado con el apoyo directo de especialistas para las actividades y problemas relacionados con sus proyectos de desarrollo y transferencia de tecnología, tuvieron que acudir a las instancias encargadas de estos menesteres dentro de su dependencia, suponiendo que existieran y que de alguna manera funcionaran, dado que ésta era una actividad nueva en la mayoría de las entidades de la UNAM (y, probablemente, poco valorada en algunas). También existían gestores interinstitucionales que atendían a las dependencias que no contaban con personal especializado.

### La Coordinación de la Investigación Científica

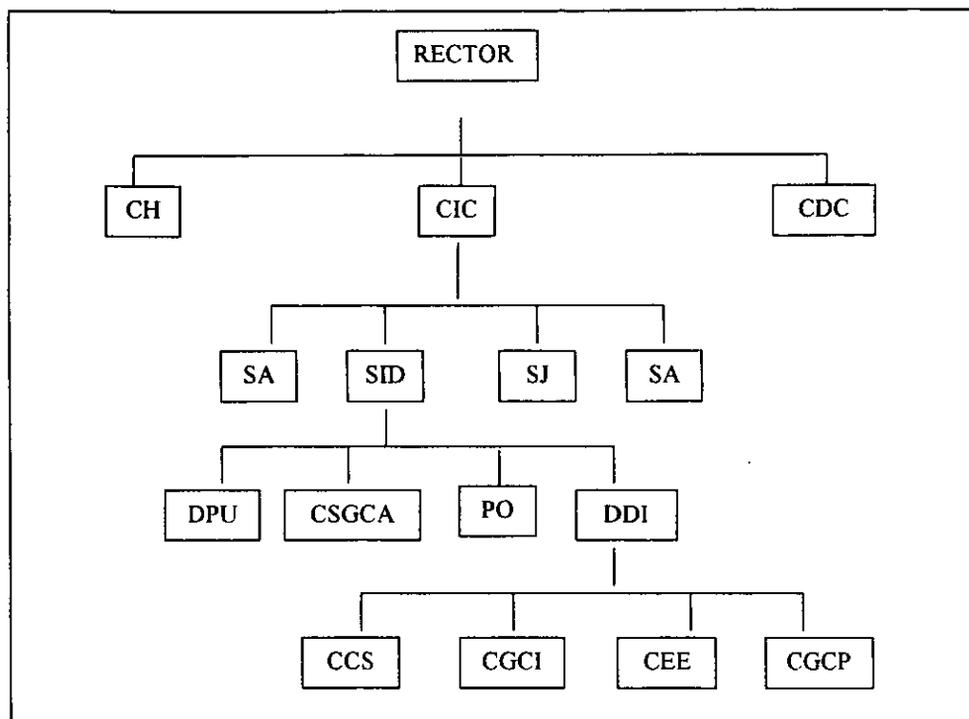
La Coordinación de Vinculación desapareció con el cambio de administración en 2000, asumiendo sus funciones las Coordinaciones de la Investigación Científica, de Humanidades y de Difusión Cultural, (*Gaceta UNAM* 6/03/00 y 5/06/00). En la Fig. 5 se representa la estructura de la Coordinación de Vinculación. La Secretaría de Investigación y Desarrollo (SID) fue la instancia dentro de la CIC que asumió las responsabilidades relacionadas con la vinculación con empresas. Las funciones de la DGSVT pasaron a la Dirección para el Desarrollo de la Investigación (DDI) (*Gaceta UNAM*, 22/01/01), de la cual dependen:

- **La Coordinación de Comunicación y Servicios (CCS)**, con funciones de información y difusión, así como asesoría en gestión de contratos de vinculación y mecanismos de protección industrial.
- **La Coordinación de Gestión de la Calidad de la Investigación (CGCI)**, que tiene como objetivo promover la certificación de laboratorios, unidades y servicios de investigación orientada a terceros.
- **La Coordinación de Estudios Estratégicos (CEE)** busca promover la vinculación entre los sectores académico y productivo, mediante la identificación de temas de investigación de relevancia nacional y la búsqueda de diálogo entre los sectores académico y productivo.



- **La Coordinación de la Gestión de Calidad Productiva (CGCP)**, orientada a elevar la competitividad de la PyME mediante la implantación de sistemas de mejora productiva continua, con lo que se generan recursos para la UNAM.

Fig. 5. Diagrama de funciones del CIC



Fuentes: <http://www.sid.unam.mx> y Gaceta UNAM 21/01/01

Para la UNAM, la vinculación con el sector productivo, la generación de patentes y en particular la transferencia de tecnología representan beneficios que se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Prestigio institucional
- Beneficio a la sociedad
- Generación de recursos extraordinarios



Cada vez son más los investigadores que valoran la aplicación de los conocimientos que generan y los potenciales beneficios sociales derivados de ellos, así como el intercambio de experiencias con las empresas y a la formación de recursos humanos con este tipo de experiencia. Además, la generación de recursos extraordinarios se ha constituido en una presión por parte del gobierno y de las autoridades académicas, a la vez que en un factor de motivación para el propio investigador, quien tiene derecho a recibir parte de estos recursos.

La desaparición del CIT, así como de otras entidades de vinculación en la UNAM, que no fueron reemplazadas por un equivalente, como el SIECYT (Sistema Incubador de Empresas Científicas y Tecnológicas) muestran un aparente alejamiento de las estrategias institucionales que promovían la vinculación en administraciones anteriores, o bien, la dificultad implícita en concertar proyectos de gran envergadura sin cumplir antes con ciertos prerrequisitos, como son contar con la participación de empresas y con financiamiento de riesgo.

Las dependencias de la UNAM deben poseer en la actualidad sus propias estrategias para promover las actividades de vinculación de sus investigadores con el sector productivo, incluyendo IDT, capacitación y servicios. Algunas de ellas, como la Facultad de Química y la de Ingeniería, tienen una larga experiencia en colaboración con empresas, pero en otras se observa todavía falta de información e improvisación.

Por otro lado, la mayor apertura de la UNAM hacia el sector productivo la ha llevado eventualmente a realizar actividades de tipo empresarial (antes algo inconcebible); lo que definen Casas y Luna (1999) como "comercialización de la academia". Ejemplo de esto es el programa del Instituto de Ingeniería llamado "Empresas Asociadas a la UNAM". Esto, a su vez, ha propiciado una redefinición de valores, que incluyen conceptos como calidad, competitividad, productividad, méritos y excelencia, y que repercuten en los sistemas de contratación, evaluación y remuneración, tanto de investigación como de docencia. Así, cuando hace una década se hacía referencia



a la prestación de servicios técnicos repetitivos como una actividad ajena a los objetivos de la UNAM, (Cadena y Solleiro, 1988) en la actualidad se promueve este tipo de servicios en la mayoría de las dependencias universitarias. En documentos institucionales se ha hecho explícito el interés en que los proyectos de vinculación sean fuente de recursos para la UNAM, aunque también se ha dado énfasis al criterio de priorizar los beneficios de la vinculación sobre sus costos. Las experiencias de vinculación de la UNAM han propiciado el establecimiento de políticas propias para este fin.

### **Políticas de propiedad industrial en la UNAM**

La UNAM es líder, entre las Instituciones de Educación, en solicitudes de patentes en México. (Conacyt, 2000) Hasta marzo de 2001, la UNAM contaba con 134 patentes concedidas en México, además de 12 solicitudes de patente mexicanas en trámite y tres en el extranjero, así como 7 patentes internacionales (vía PCT) (González, 2001). La Coordinación de Comunicación y Servicios (CCS) brinda asesoría a las dependencias de la comunidad universitaria en relación con los mecanismos de protección industrial. Dentro de las políticas de la UNAM en relación con la propiedad industrial se pueden mencionar las siguientes: (Cadena y Solleiro, 1988; Cárdenas y Maldonado, 1997)

- La UNAM mantiene la propiedad intelectual de los trabajos patentados por sus investigadores.
- El inventor tendrá derecho a que su nombre figure como autor de la invención.
- Los derechos de propiedad intelectual son, por lo general, tramitados por la UNAM y licenciados a la empresa, imponiendo cláusulas en el sentido de que si la empresa no explotara comercialmente la tecnología en un plazo determinado, la UNAM quedaría en libertad de licenciar a otra empresa esa tecnología.
- La UNAM procura no otorgar exclusividad a la empresa, con base en el criterio de que es misión social de la institución la difusión y aplicación de los conocimientos emanados en ella. Si la empresa exige exclusividad, la UNAM



puede otorgar una exclusividad limitada en tiempo y condicionada a la adecuada explotación y difusión de la tecnología, así como a la comercialización de los bienes o servicios objeto de ella.

- Se preserva en los contratos el derecho del investigador a publicar los resultados de interés académico derivados de la investigación, con la autorización por escrito de la empresa, y sólo hasta que la tecnología ha sido protegida por derechos de propiedad industrial y/o intelectual.

## **Convenios y Contratos**

La UNAM posee formatos para ser empleados como guías para la elaboración de contratos y convenios en sus diferentes modalidades, los cuales, una vez formalizados, le dan validez legal a la relación. La Coordinación de Servicios de Gestión y Cooperación Académica, dependiente de la SID, recibe las propuestas de convenios, los revisa y aprueba; la Dirección General de Asuntos Jurídicos, dependiente del Abogado General de la UNAM, es la encargada de registrar los contratos antes de la firma del Coordinador de la Investigación Científica.

Entre los diferentes tipos de contratos que pueden ser celebrados por la UNAM con el sector productivo se encuentran los de: a) desarrollo tecnológico; b) transferencia de tecnología; c) licenciamiento o venta de títulos de propiedad industrial d) asistencia técnica; e) prestación de servicios técnicos y f) servicios de ingeniería. El contrato de transferencia de tecnología implica la transmisión de conocimiento no patentado, susceptible de uso industrial, a diferencia del contrato de licenciamiento de propiedad industrial.

Entre las políticas relacionadas con los convenios de desarrollo tecnológico están las siguientes: (Cadena y Solleiro, 1988)

- Compartir riesgos con el usuario, cobrando sólo lo necesario para la ejecución del proyecto y delegando la obtención de beneficios al cobro de regalías sobre ventas, en el caso de que el proyecto sea exitoso.



- Conceder exclusividad limitada en tiempo para el licenciamiento de la tecnología desarrollada y condicionarla a la adecuada explotación de ésta.
- La UNAM se reserva el derecho a verificar la aplicación de la tecnología licenciada, así como de permitir que la empresa utilice el nombre de la UNAM en sus productos.

### **Ingresos extraordinarios y estímulos**

Desde 1985 se establecieron lineamientos para la distribución de los ingresos externos obtenidos a partir de convenios con empresas. (Gaceta UNAM, 09/01/86) Así, de los ingresos que perciba la UNAM por regalías de la explotación o licenciamiento de tecnología se destinará: a) 30% a la dependencia en donde se generó la invención. b) 40% a la persona o personas que sean autoras de la invención, en tanto presten sus servicios en la UNAM. Es de notarse que existe un vacío en este reglamento en cuanto a los ingresos provenientes de invenciones derivadas del trabajo de estudiantes. (Cárdenas y Maldonado, 1997)

Además, con el objeto de motivar a los investigadores de la UNAM a realizar investigación encaminada al desarrollo de tecnología, actividad que durante mucho tiempo fue despreciada por el hecho de tener una escasa valoración académica, en los últimos años se han realizado modificaciones a los criterios para evaluar el desempeño del personal dedicado a proyectos tecnológicos, tanto en el PRIDE como en el SNI, considerándose ahora como productos de investigación los desarrollos y transferencias tecnológicas. (Conacyt, 2000-a)



## La Empresa *Nutrición*

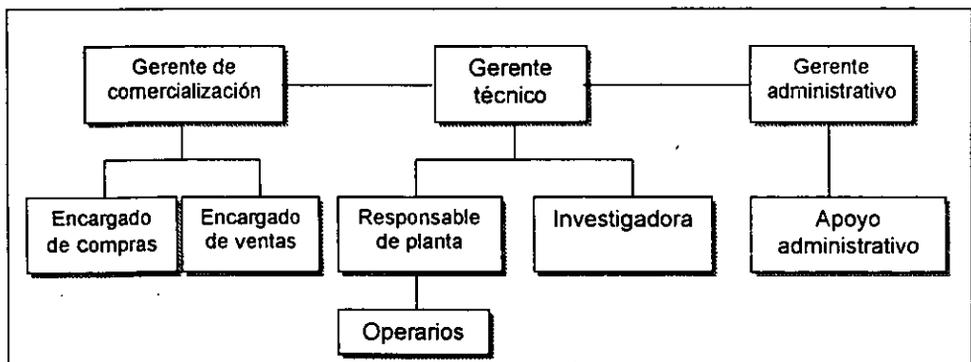
La empresa *Nutrición*, S.A. de C.V. es una pequeña empresa que inició operaciones en 1969. Dedicada principalmente a la producción, distribución y maquila de productos alimenticios, farmoquímicos y farmacéuticos, *Nutrición* cuenta actualmente con aproximadamente 40 empleados.

Cuando el gobierno abrió las fronteras a la importación de farmoquímicos, la empresa quedó fuera de competencia en el mercado nacional de su producto fuerte, el cual dependía de la importación de un producto intermedio para el cual ya no encontró proveedor internacional. Esto la motivó a buscar la ampliación de sus capacidades tecnológicas para lograr su permanencia en el sector industrial.

La principal limitante de la empresa es su reducida plataforma tecnológica y la escasez de recursos económicos y humanos calificados. Su infraestructura interna de investigación y desarrollo es muy débil, contando apenas con una persona dedicada a la asimilación y escalamiento de la tecnología transferida.

La organización de la empresa incluye tres puestos gerenciales: el Gerente Técnico, el Gerente de Comercialización y el Gerente Administrativo. (Fig. 6)

**Fig. 6. Organigrama de la empresa *Nutrición*, S.A. de C. V.**



Fuente: Adaptado de Castañón, 1998.



La empresa cuenta en la actualidad con una planta de pequeña capacidad y ha sufrido una importante reducción en su producción y venta de farmoquímicos. Produce principalmente complementos alimenticios; realiza algunas maquilas y comercializa diversos productos químicos; algunos de ellos previa purificación. Tiene aproximadamente un 60% de capacidad instalada ociosa.

## **6.2. Antecedentes del caso**

Cuando el gobierno abrió las fronteras a la importación de farmoquímicos, la empresa *Nutrición, S.A. de C.V.*<sup>1</sup>, dedicada a la producción de farmoquímicos y complementos alimenticios, quedó fuera de competencia en el mercado nacional de su producto fuerte, por lo que decidió buscar otras opciones tecnológicas que le permitieran reposicionarse en el mercado. Como no contaba con la infraestructura física o humana necesaria para desarrollar tecnología, buscó la vinculación con la UNAM, contratando, en 1989, los servicios del CIT para realizar un estudio de factibilidad técnico-económica para la síntesis de *PFR*, un producto con un mercado importante (100 toneladas anuales en México).

A partir de los resultados positivos del estudio, el CIT localizó a un investigador de la UNAM dispuesto a participar en el proyecto.

El trabajo que realizaba el investigador y su grupo estaba precisamente orientado a la resolución de problemas tecnológicos en la síntesis de productos orgánicos y farmoquímicos, contando ya con algunas experiencias previas de desarrollos tecnológicos en convenios con empresas.

Esta línea de trabajo inició en 1984, cuando el Centro Nacional de Investigación en Farmacia (CEMIFAR) convocó a los Centros de Investigación del país a colaborar en el desarrollo tecnológico para la manufactura, en nuestro país, de los principales fármacos del Cuadro Básico del Sector Salud. Estos convenios proporcionaron a los

---

<sup>1</sup> Por compromisos de confidencialidad, los nombres de la empresa y de los productos no corresponden a los nombres reales.



investigadores experiencia en el trabajo encaminado a resolver problemas en esta importante área de sector productivo, además de permitir la adquisición de equipo e instrumental de alto costo y ofrecer a estudiantes y egresados la oportunidad de iniciarse en actividades de investigación y desarrollo de tecnología, mediante becas otorgadas por las empresas con las que existe colaboración.

En 1990 se firmó el Convenio de Desarrollo Tecnológico entre la UNAM y la empresa *Nutrición*, cofinanciado por el Fideicomiso Somex-UNAM. Desde un principio se estableció una relación cordial entre los tres actores principales: el gestor de tecnología del CIT encargado de dar seguimiento del proyecto, el gerente técnico de la empresa y el investigador. La actitud positiva de los empresarios motivó al grupo del investigador a participar con entusiasmo en un proyecto que parecía ambicioso, tanto desde el punto de vista técnico como de mercado, ya que la producción y comercialización del *PFR* es acaparada por firmas multinacionales.

Aunque el desarrollo tecnológico producto de este convenio dio buenos resultados, generando, al cabo de un año, un proceso original para el que se solicitó una patente, se hizo necesario el establecimiento de un segundo convenio, formalizado en 1992, para la obtención de la *MPR*, materia prima esencial para la manufactura del fármaco.

El proceso de transferencia, escalamiento y asimilación de la tecnología desarrollada ha sido tortuoso, debido a diversas circunstancias que se discutirán más adelante. El investigador sigue ofreciendo asesoría a la empresa, la cual manifiesta –todavía– estar ocupada en el proceso de escalamiento y adaptación de la planta a los requerimientos del proceso. Hasta 1999 se mantuvieron reuniones mensuales con el gerente técnico de la empresa, promovidas por el gestor de tecnología del CIT, quien dio seguimiento, hasta entonces, a todas las etapas del proceso de transferencia, aún después de la desaparición de esta instancia de la UNAM en 1997.



A pesar de que no se puede considerar un caso exitoso de transferencia de tecnología, su estudio nos permite identificar los errores cometidos por los actores, que dificultan el intercambio de conocimientos entre empresarios y académicos, y que inhiben el éxito comercial de los esfuerzos de investigación aplicada en la Universidad, así como ilustrar las condiciones comúnmente observadas en el medio tecnológico nuestro país, que hacen difícil el avance de empresas pequeñas.

### **6.3. El Proyecto**

El proyecto se dividió en tres fases diferenciadas, con actividades específicas en cada una. Los responsables de cada organización involucrada (por la empresa, el gerente técnico y por la UNAM el gestor de tecnología del CIT y el investigador responsable) participaron con diferente intensidad en cada una de las fases:

1. **Estudio de factibilidad.** El gestor de tecnología se encargó de realizar las actividades relacionadas con esta fase del proyecto, principalmente la búsqueda de información, la recuperación de documentos y el análisis técnico y de mercado.
2. **Desarrollo tecnológico.** El investigador fue el líder durante el desarrollo tecnológico y optimización del proceso a nivel de laboratorio. Recibió apoyo continuo y retroalimentación de los otros dos actores. Todo su grupo participó en el proyecto, asumiendo objetivos particulares, y en algunos casos enfrentando el mismo problema a partir de diferentes estrategias de síntesis. Para la selección de experimentos se tomó en cuenta la disponibilidad de los insumos y los recursos operativos de la empresa.
3. **Escalamiento.** El empresario asumió el papel principal dentro de las actividades relacionadas con el escalamiento del proceso. Dentro de la empresa contó con el apoyo del ingeniero responsable de la planta y de la investigadora. Esta fase del proyecto aún no ha sido concluida.



La planeación, coordinación y liderazgo de las actividades administrativas del proyecto estuvo a cargo del gestor de tecnología. Incluyó la integración de la documentación técnica y administrativa, aunque este objetivo no fue alcanzado plenamente debido a los temores, por parte del gerente técnico, de una fuga de información confidencial. (Castañón, 1998)

La búsqueda y el análisis de información, proceso continuo en el que participaron todas las partes, orientó las estrategias del investigador en función de los requerimientos y limitaciones del proceso, además de confirmar la viabilidad económica del mismo.

En la tabla 5 se resumen las principales actividades relacionadas con el proyecto. Como se puede ver, el gestor de tecnología intervino en la mayor parte de estas actividades, actuando como motivador y facilitador y asumiendo diferentes funciones necesarias para la consecución de los objetivos establecidos:

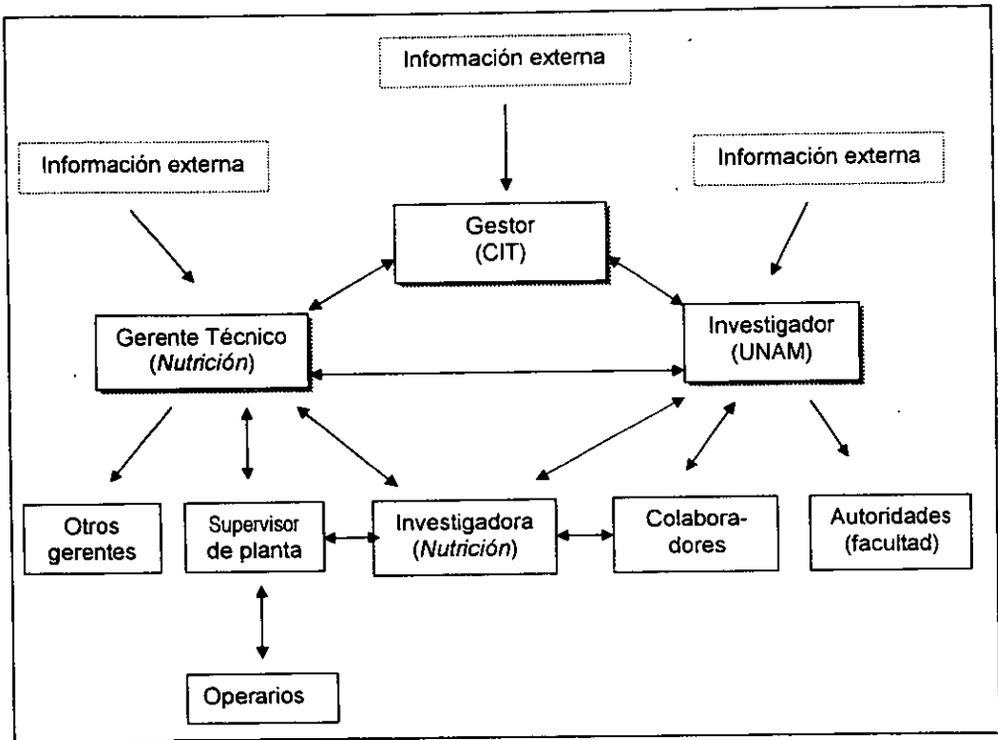
**Tabla 5. Actividades del equipo de trabajo**

Actividades	Papel	Gestor (CIT)	Empresario	Investigador
Estudio de factibilidad	Informador	xxx		
Vinculación	Emprendedor	xxx		
Gestión de apoyos financieros	Emprendedor	xxx		
Negociación de los convenios	Emprendedor	xxx		
Coordinación de actividades	Líder	xxx		
Administración de recursos	Líder	xxx		
Evaluación periódica del proyecto	Líder	xxx		
Mediación en situaciones conflictivas	Líder	xxx		
Gestión de la propiedad industrial	Emprendedor	xxx	x	xx
Monitoreo de información	Informador	xxx	x	xx
Análisis de la información técnica	Emprendedor	x	xx	xxx
Diseño de experimentos	Científico			xxx
Experimentación	Científico		x	xxx
Optimización del proceso en laboratorio	Científico		x	xxx
Asimilación de la tecnología	Líder	x	xxx	xx
Escalamiento	Líder	x	xxx	xx



La difusión de la información y el intercambio de ideas y experiencias se dio en reuniones mensuales, en las que se evaluaron resultados y se establecieron estrategias. La comunicación fue facilitada por la investigadora de la empresa (Ver Fig. 7).

**Figura 7. Flujos de información dentro del equipo de trabajo**



## 6.4. El Convenio

En el Convenio de Desarrollo Tecnológico celebrado en 1990 entre "LA UNAM", "LA EMPRESA" y el Fideicomiso Somex-UNAM quedan contempladas las responsabilidades de cada una de las partes firmantes. En la redacción y revisión de dicho convenio intervinieron el CIT, los abogados de la UNAM, el representante legal de la empresa y el investigador.



Por considerarlo parte importante del proceso del desarrollo y transferencia de tecnología, se reproducen a continuación (textualmente, excepto *identificadores*) las cláusulas de dicho convenio, y se incluyen acotaciones en recuadro sobre los puntos del mismo que se ha considerado que merecen ser comentados o que debieron redactarse de otra forma.

## CLÁUSULAS:

### PRIMERA: OBJETO Y ALCANCE.

Las partes convienen que el objeto del presente convenio es desarrollar un proceso a nivel laboratorio para producir el *PFR* para consumo humano por vía química a partir de *MPX* y *MPR*.

Las especificaciones que deberá cumplir el *PFR* serán las señaladas en la Farmacopea de los Estados Unidos Mexicanos.

Se realizará una evaluación (escrita) sobre la factibilidad técnica para la obtención de *MPR* y *MPX*, que son las materias primas utilizadas en la elaboración del *PFR*.

*MPX* y *MPR* son dos materias primas de alto costo, lo cual hace inviable la producción industrial del *PFR* a partir de estas materias primas. Aunque no se establece con claridad, la estrategia fue abordar la síntesis del producto final y, paralelamente, un estudio preliminar para la obtención de las materias primas, lo que sería (de hecho, fue) objeto de un segundo convenio.

Al término del proyecto el investigador responsable entregará a "LA EMPRESA" una lista del equipo necesario, cantidades de materia prima, condiciones (temperaturas, presión, etc.) y la descripción detallada del proceso para la producción del producto del presente convenio.

La duración del proyecto en términos de desarrollo tecnológico es de 12 meses (apartado II.7), aunque la vigencia del convenio es de diez años (cláusula DÉCIMA SÉPTIMA). Podría precisarse: "Al término del desarrollo tecnológico objeto del presente convenio..."

Asimismo, debería precisarse la escala: "... y la descripción detallada del proceso para la obtención, en escala de 100 g, del producto..."

Por otro lado, este párrafo y el anterior no son pertinentes dentro de la Cláusula que establece los objetivos del convenio. Debieron ser inscritos en la Cláusula SEGUNDA (OBLIGACIONES DE LA UNAM).



## SEGUNDA. OBLIGACIONES DE "LA UNAM"

II.1. Realizar el desarrollo tecnológico objeto del convenio, como se especifica en la cláusula I.

II.2. Hacer aportaciones en favor del proyecto por un total de sesenta millones de pesos para cubrir el objeto y alcance de este convenio.

II.3. Destinar los recursos provenientes del Fideicomiso y de "LA EMPRESA" exclusivamente para cubrir el objeto y alcance del proyecto materia de este convenio, como se estipula en la Cláusula PRIMERA.

II.4. Entregar a las otras partes cada 4 (CUATRO) meses informes técnicos y financieros sobre los avances y resultados de las actividades que se realicen para cubrir el objeto del presente convenio. Realizar reuniones cada dos meses con el responsable de "LA EMPRESA".

Si la situación inflacionaria del país llegare a provocar insuficiencia presupuestaria en el proyecto, "LA UNAM" lo dará a conocer a las otras dos partes para que se evalúe la posibilidad de ampliar sus aportaciones.

II.5. Emplear las instalaciones, infraestructura y recursos humanos disponibles en la dependencia y, en su caso recurrir a apoyo externo para alcanzar el objeto del presente convenio.

II.6. Llevar al corriente la contabilidad del proyecto, aparte de la contabilidad general de "LA UNAM", así como un archivo especial que contenga la documentación que la ampare y que permita la verificación oportuna de los aspectos contables del proyecto objeto de este convenio.

II.7. Entregar a "LA EMPRESA", en un plazo máximo de 12 (DOCE) meses contados a partir de la fecha de firma del presente convenio, completamente terminado el desarrollo tecnológico indicado en la Cláusula I del mismo, de acuerdo al programa de actividades del Anexo I adjunto a este instrumento. Simultáneamente se entregará al Comité Técnico del Fideicomiso, el informe final del proyecto.

Dada la incertidumbre implícita en un desarrollo tecnológico, un compromiso de este tipo, además de imponer una presión excesiva sobre los investigadores, conlleva el riesgo de incumplimiento, a menos que se hubiesen realizado pruebas preliminares que proporcionen cierta confianza en el logro de los objetivos pactados. En otras palabras, el investigador, antes de comprometerse a dar resultados en un plazo perentorio, habrá hecho una valoración experimental previa.



### TERCERA. OBLIGACIONES DEL FIDEICOMISO

III.1 El Fideicomiso se obliga a canalizar fondos a favor de "LA UNAM" por \$23,160,000.00 (VEINTITRES MILLONES CIENTO SESENTA MIL PESOS M.N.) para cubrir el objeto y alcance de este convenio, que se especifica en la Cláusula PRIMERA.

III.2. Efectuar la aportación referida en el punto anterior, en 3 (TRES) pagos cuatrimestrales iguales. El primer pago se realizará a la firma del presente convenio.

### CUARTA. OBLIGACIONES DE "LA EMPRESA":

IV.1. Canalizar fondos a favor de "LA UNAM" por 23,160,000 (VEINTITRES MILLONES CIENTO SESENTA MIL PESOS M.N.) para cubrir el objeto y alcance de este convenio, que se especifica en la Cláusula PRIMERA. Parte de esta cantidad (aproximadamente \$2,000,000.00) será proporcionada por "LA EMPRESA" en especie de acuerdo a las materias primas solicitadas por los investigadores. Contabilizando su valor de acuerdo a su precio comercial.

IV.2. La suma resultante después de deducir la cantidad aportada en especie será proporcionada por "LA EMPRESA" en efectivo en tres pagos cuatrimestrales iguales. El primer pago será efectuado a la firma del presente convenio.

IV.3. Asignar a un responsable del proyecto quien fungirá como parte receptora de la tecnología objeto del presente convenio, debiendo proporcionar a "LA UNAM" la información técnica de que disponga, cuando así lo requieran los investigadores.

### QUINTA: CONFIDENCIALIDAD

Conviene a las partes que toda la información técnica y financiera que se maneje con motivo de la ejecución del presente convenio, recibirá un trato estrictamente confidencial; por lo tanto, se obligan a guardarla en secreto durante un periodo de 10 (DIEZ) años, contados a partir de la firma de este convenio, salvo acuerdo unánime de las partes.

No se hacen provisiones concretas por parte de la UNAM para promover o garantizar la confidencialidad de los investigadores, colaboradores y estudiantes participantes en este tipo de acuerdos.

### SEXTA: EVALUACIÓN DE RESULTADOS

VI.1. Si la evaluación técnico-económica de los resultados del desarrollo tecnológico es favorable, las partes convienen en diseñar un proyecto de escalamiento que permita la explotación del proceso a nivel industrial.



VI.2. El proyecto a que se hace mención en el inciso anterior será motivo de un convenio específico, en el cual se contemplarán, entre otros, los aspectos de regalías, asesoría técnica, selección y diseño de equipo, así como adaptación de proceso y capacitación de personal para el manejo del mismo y la participación de cada una de las partes en dicho escalamiento.

Sin embargo, se sabía que antes de realizar el escalamiento del proceso, sería necesario realizar el desarrollo tecnológico para la síntesis de las materias primas, según se menciona en la Cláusula PRIMERA. Aquí debió asentarse la pertinencia de establecer un segundo convenio para el desarrollo de las materias primas, haciendo referencia a la evaluación mencionada en esa cláusula PRIMERA.

VI.3. En caso de que la evaluación técnico-económica de los resultados del desarrollo tecnológico no sean favorables, las partes se apegarán a lo establecido en la cláusula SÉPTIMA, incisos VII.1 y VII.2 y en la cláusula UNDÉCIMA.

#### SÉPTIMA: DE LA TECNOLOGÍA.

VII.1. Las patentes, títulos de propiedad intelectual y valores comerciales del desarrollo tecnológico materia de este convenio, corresponderán a las partes ajustándose a los lineamientos operativos de las aportaciones canalizadas en favor del proyecto en la siguiente proporción: 56% de "LA UNAM"; 22% del Fideicomiso y 22% de "LA EMPRESA". (Las proporciones pueden ser modificadas de acuerdo con las aportaciones adicionales que llegasen a hacer las partes).

La propiedad intelectual pertenece a la UNAM, por lo que la redacción de este inciso debió iniciar: "Los valores comerciales derivados del presente convenio..."

VII. 2. Las patentes, marcas o cualquier otro título de propiedad intelectual que surja de la ejecución del presente convenio serán tramitados por "LA UNAM" a su nombre, ajustándose a lo mencionado en el punto anterior.

Esta disposición marca una diferencia con las políticas de propiedad industrial establecidas en la mayor parte de las Universidades de países desarrollados.



VII.3. "LA EMPRESA" tendrá el derecho de explotación exclusiva de la tecnología desarrollada por "LA UNAM" durante la vigencia marcada en el acuerdo específico, referido en el apartado VI.2 de la cláusula SEXTA.

Este inciso queda invalidado al no haberse concretado el convenio para el escalamiento del proceso mencionado en el apartado VI.2.

VII.4. La exclusividad expresada en el punto anterior procederá siempre y cuando "LA EMPRESA" explote comercialmente la tecnología desarrollada por "LA UNAM" en un plazo no mayor de tres años, contados a partir de la transferencia del desarrollo tecnológico, tomando en cuenta que esta situación dependerá de la evaluación mencionada en la cláusula SEXTA. De lo contrario, "LA UNAM" y el Fideicomiso estarán en libertad de transferir la tecnología a otros interesados, otorgando la primera opción para su licenciamiento a los fideicomisarios del Fideicomiso.

Esta previsión, en teoría, permite asegurar la explotación del desarrollo tecnológico, aunque en la realidad intervienen otros factores que la hacen poco viable, como: a) la naturaleza precompetitiva e incremental de la investigación; b) la inhabilidad de la UNAM de localizar a otra empresa interesada en la tecnología y c) el decremento del valor de la propiedad intelectual a medida que ha pasado el tiempo.

#### OCTAVA: DE LAS PUBLICACIONES

Los investigadores podrán publicar los trabajos de interés académico relacionados con el proyecto sólo bajo autorización expresa de las partes, una vez que los resultados hayan sido protegidos por títulos de propiedad intelectual.

Este punto representa uno de los más desmotivantes para el investigador, en vista del gran peso que se otorga, dentro de la evaluación académica, al rubro de las publicaciones. Una patente, es, sin embargo, bien valorada, una vez que ha sido concedida y que tiene explotación institucional.

#### NOVENA: SUBLICENCIAMIENTO

Previo acuerdo unánime de las partes, el desarrollo tecnológico materia de este convenio, con el alcance especificado en la cláusula PRIMERA, podrá en su totalidad o en alguna de sus partes ser sublicenciado a otros interesados. En



cualquier caso los beneficios que surjan serán repartidos entre las partes de acuerdo a los porcentajes que se mencionan en la cláusula SÉPTIMA inciso VII.1.

Las partes acuerdan que "LA EMPRESA" puede fungir como promotora del sublicenciamiento referido, mientras que por parte de "LA UNAM" y del Fideicomiso la dependencia encargada de esta labor será el Centro de Innovación Tecnológica de "LA UNAM".

#### **DÉCIMA: SUSPENSIÓN DE PAGOS**

En caso de considerar el Fideicomiso y "LA EMPRESA" que los informes de avance mencionados en la Cláusula SEGUNDA inciso II.4 no sean satisfactorios, informarán a "LA UNAM" por escrito y le otorgarán un plazo de 30 días para regularizar la situación, en cada caso.

No establece el procedimiento completo para la suspensión de pagos.

#### **UNDÉCIMA: TERMINACIÓN ANTICIPADA**

XI.1. En caso de que el Fideicomiso, por razones distintas a las estipuladas en la Cláusula DÉCIMA decida dar por terminado en forma anticipada el desarrollo tecnológico objeto de este convenio, éste perderá la totalidad de sus derechos de acuerdo con la Cláusula SÉPTIMA inciso VII.1, quedando a juicio de "LA EMPRESA" y "LA UNAM" el continuar con el desarrollo del proyecto, y en base a la propuesta para escalamiento.

XI.2. En caso de que "LA EMPRESA", por razones distintas a las estipuladas en la Cláusula DÉCIMA decida dar por terminado en forma anticipada el desarrollo tecnológico objeto de este convenio, ésta perderá la totalidad de sus derechos de acuerdo con la Cláusula SÉPTIMA inciso VII.1, quedando a juicio del Fideicomiso y "LA UNAM" el continuar con el desarrollo del proyecto.

XI.3. En caso de que tanto el Fideicomiso como "LA EMPRESA", por razones distintas a las estipuladas en la Cláusula DÉCIMA decidan de común acuerdo dar por terminado en forma anticipada el desarrollo tecnológico objeto de este convenio, "LA UNAM" podrá decidir sobre su continuación sin obligación alguna con las partes.

#### **DUODÉCIMA: RESCISIÓN**

El incumplimiento de cualquiera de las obligaciones consignadas a cargo de las partes, los faculta para rescindir el convenio administrativamente, si no hubieran daños y perjuicios, sin ninguna responsabilidad para las mismas.



No se establece el procedimiento de rescisión, ni se hace referencia a los casos estipulados en la cláusula DÉCIMA TERCERA.

En el caso en que sea rescindido el contrato, las partes acordarán qué compromisos se mantendrán vigentes hasta el término del presente instrumento, buscando siempre dirimir controversias anteponiendo el uso de la buena fe.

#### DÉCIMA TERCERA: FUERZA MAYOR

Queda expresamente pactado que ni "LA UNAM" ni los investigadores tendrán responsabilidad civil por daños y perjuicios que pudieran causarse por retrasos del proyecto por paro de labores académicas o administrativas en "LA UNAM", u otra causa de fuerza mayor en virtud de la cual "LA UNAM" quedara impedida para concluir ininterrumpidamente las investigaciones materia de este convenio.

#### DÉCIMA CUARTA: RESPONSABILIDAD

Queda expresamente pactado que ni "LA UNAM" ni los investigadores contraen obligaciones ni responsabilidades sobre la calidad de los productos derivados de la explotación comercial del desarrollo tecnológico materia de este convenio.

#### DÉCIMA QUINTA: RESPONSABLES

"LA UNAM" nombra responsable de la ejecución del proyecto objeto de este convenio al *Investigador*. Por su parte, "LA EMPRESA" nombra al *Gerente técnico* como responsable de la ejecución del proyecto materia de este convenio.

El responsable de cada una de las partes es el contacto institucional por medio del cual serán presentadas todas las comunicaciones oficiales derivadas de la operación del presente convenio. Además, es el responsable interno de las actividades encomendadas a su institución.

Los investigadores de "LA UNAM" asumen el compromiso de dedicarse exclusivamente al proyecto objeto del presente convenio durante el periodo estipulado en la cláusula SEGUNDA inciso II.7.

Este es un compromiso virtualmente imposible de cumplir para un investigador de la UNAM, debido a la multiplicidad de sus funciones y responsabilidades, como son, entre otros: docencia, atención a estudiantes de tesis, proyectos de investigación básica, etc. Por otra parte, el investigador asume una gran responsabilidad en relación con la confidencialidad de su equipo de trabajo.



#### DECIMA SEXTA: TERRITORIALIDAD

Los derechos otorgados a "LA EMPRESA" por el presente convenio podrán ser ejercidos por ésta tanto dentro del territorio nacional como en el extranjero, sin limitación alguna.

#### DECIMA SÉPTIMA: VIGENCIA

Convienen las partes que la vigencia del presente convenio será de 10 años, contados a partir de la fecha de su firma.

Debieron acotarse los aspectos para los que opera esta vigencia (p. ej. "para efectos de licenciamiento de la propiedad industrial y asistencia técnica") pues el desarrollo tecnológico está previsto para un año, según el inciso II.7.

#### DECIMA OCTAVA: RELACIÓN LABORAL

Las partes convienen que el personal que se contrate para la realización de actividades motivo de este convenio, no tendrá relación alguna de carácter laboral con el Fideicomiso SOMEX-UNAM ni con "LA EMPRESA", por lo que no podrá considerárseles como Patrón Sustituto, quedando fuera de toda responsabilidad en asuntos relacionados con dicho personal.

#### DECIMA NOVENA: JURISDICCIÓN

Para la interpretación, ejecución y cumplimiento del presente convenio, las partes convienen en someterse a los tribunales de la Ciudad de México, renunciando desde ahora al fuero que por su domicilio pudiera corresponderles.

#### VIGÉSIMA: REGISTRO

"LA UNAM", en cumplimiento con lo establecido en la Ley sobre el Control y Registro de la Transferencia de Tecnología y el Uso y Explotación de Patentes y Marcas, se compromete a registrar el presente convenio en el plazo que indica dicha Ley, en el Registro Nacional de Transferencia de Tecnología.

El Registro Nacional de Transferencia de Tecnología (RNTT) y la propia Ley desaparecieron en 1991, con la Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Industrial.

#### VIGÉSIMA PRIMERA: IMPUESTOS

El texto se refiere a la exención de impuestos por parte de "LA UNAM", en base al Artículo 17 de su Ley Orgánica.



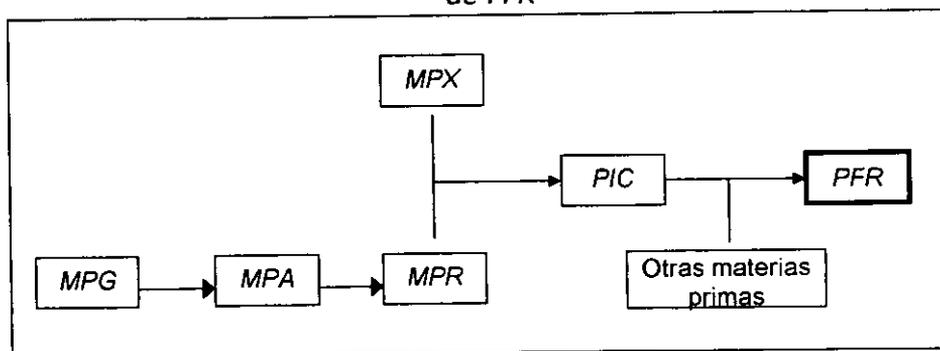
## 2 ANEXOS: Plan de trabajo y Cronograma de actividades.

El análisis del texto del Convenio, redactado a partir del formato institucional vigente en el momento, permite apreciar los riesgos de adecuar un acuerdo tipo a las condiciones particulares de una negociación, así como la necesidad de que los interesados realicen una cuidadosa revisión y análisis de los datos asentados y los términos pactados. Algunas imprecisiones, discutidas en los cuadros, son difíciles de justificar en el contexto de que este tipo de instrumentos debe establecer con claridad y sin ambigüedades los lineamientos del proyecto conjunto.

## 6.5. La tecnología

En la figura 8 se esquematiza la ruta sintética seleccionada por el investigador.

Figura 8. Esquema del proceso descrito en patentes para la manufactura de PFR



El investigador asignó metas concretas del proyecto a dos de los investigadores de su grupo y, al cabo de un año, como se mencionó antes, se alcanzaron los objetivos contemplados en la Cláusula Primera del Convenio, logrando reproducir y optimizar a escala de laboratorio (100 g) las tecnologías descritas en patentes para la síntesis de PFR a partir del producto intermedio clave (PIC).

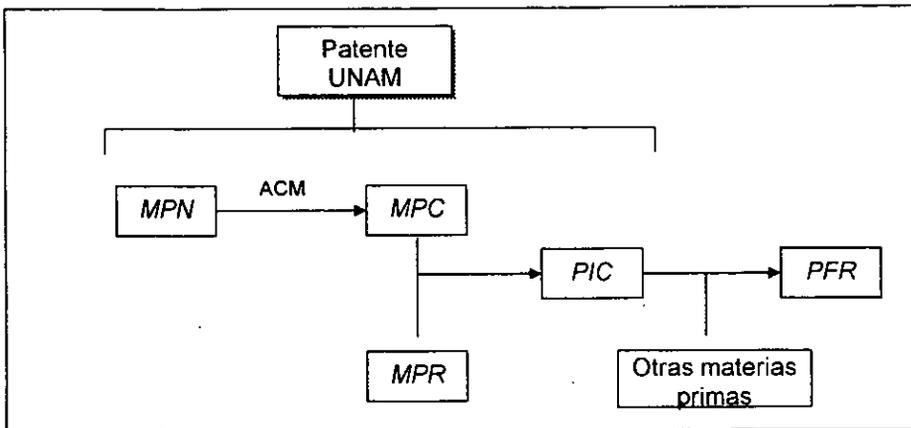
Más importante aún, el desarrollo incluyó un proceso novedoso para la síntesis del PIC. En este proceso se prescinde de MPX, materia prima de baja disponibilidad,



empleándose en su lugar *MPC*, que se prepara a partir de *MPN*, de alta disponibilidad y con un precio aproximadamente ocho veces menor. (ver Figura 9)

Con esta invención, el problema tecnológico de la síntesis de *PFR* quedaba resuelto en un 50%, y sólo como desarrollo en escala de laboratorio. El CIT y el investigador redactaron la patente de proceso, la cual fue solicitada por la UNAM en noviembre de 1991 y concedida 1994. La empresa realizó los pagos correspondientes según los plazos convenidos.

Figura 9. Proceso desarrollado por la UNAM (Producto del Convenio I).



Por otro lado, el proceso de síntesis de *PFR* a partir de *PIC* estaba protegido por varias patentes aún vigentes; la más reciente de 1987, y los investigadores no pudieron incorporar modificaciones que pudieran ser consideradas como "patentables" (innovadoras) para ese paso.

En la Cláusula SEXTA se estableció que, en caso de que los resultados del convenio fueran favorables, se establecería un nuevo acuerdo específico para el escalamiento del proceso a nivel industrial. Sin embargo, esto no correspondía a la realidad prevista: la necesidad de integrar el proceso desde materias primas de fácil disponibilidad. Esta integración no fue parte de los objetivos del convenio



probablemente debido al temor a adquirir un compromiso que rebasara las posibilidades de los investigadores o de la empresa; sin embargo, en vista de los resultados obtenidos, ambas partes se vieron estimuladas y acordaron la firma de un segundo convenio que contemplara la síntesis de *MPR*, indispensable para la obtención del *PIC*, y por tanto de *PFR*, a partir de materias primas de fabricación nacional. En cuanto a la evaluación por escrito de la factibilidad técnica para la obtención de las materias primas *MPR* y *MPX*, contemplada dentro de la misma cláusula PRIMERA del Convenio, ésta ya no fue necesaria para *MPX* y, por otro lado, dio expectativas favorables para *MPR*.

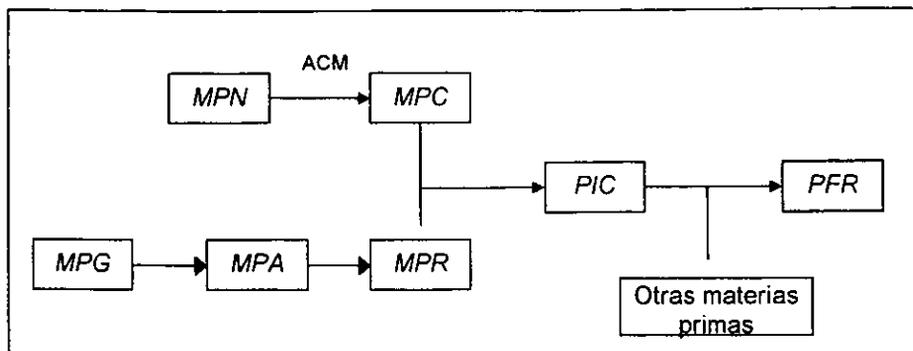
La *MPR*, cuya comercialización también está acaparada por las mismas empresas extranjeras que fabrican el *PFR*, tiene en el mercado un precio 2.5 veces superior al del mismo *PFR*. Se produce a partir de una materia prima de muy escasa disponibilidad comercial: la *MPA*, la cual, a su vez, requiere para su producción de un equipo muy especializado, aunque las materias primas son muy baratas y accesibles en el país.

En el segundo convenio, firmado entre la empresa *Nutrición* y la UNAM en 1992, esta vez sin la participación de una instancia financiadora, se comprometió el desarrollo tecnológico, en escala de laboratorio, de *MPR* a partir de *MPG*. No se transcribe este segundo convenio, ya que fue redactado en términos similares y la mayor parte de las reflexiones expresadas para el primer convenio son válidas para el segundo.

Como resultado de este segundo convenio se desarrolló un método económicamente viable para la preparación de *MPR*, vía la síntesis de *MPA*, a partir de *MPG*, adaptando la metodología descrita en patentes, aún vigentes. A pesar de intensos esfuerzos por crear un proceso original, se introdujeron sólo algunas mejoras menores que no se consideró que pudieran dar lugar a una patente. (Figura 10).



Figura 10. Esquema del proceso integrado para la síntesis de PFR (Convenio II).



## 6.6. El proceso inconcluso de transferencia de tecnología

A finales de 1992, el gerente técnico de la empresa expresó sus deseos de iniciar el escalamiento del proceso. Se convino en que en forma simultánea al escalamiento, se seguiría trabajando en el laboratorio con el fin de buscar condiciones diferentes a las reportadas en la literatura con el objetivo tener un proceso que pudiera ser patentado.

Con el fin de establecer las condiciones bajo las cuales se haría el escalamiento, se propuso un addendum al segundo convenio, el cual se transcribe a continuación:

ADDENDUM AL CONVENIO DE DESARROLLO Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA CELEBRADO ENTRE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO A TRAVÉS DE LA DEPENDENCIA Y LA EMPRESA NUTRICIÓN, S.A. DE C.V. FIRMADO EN LA CIUDAD DE MÉXICO EL ....

### I. ANTECEDENTES

De acuerdo a los resultados presentados por los investigadores de la dependencia, la empresa *Nutrición* ha solicitado que se comience el escalamiento para la producción de PFR a nivel semi-industrial, en virtud de lo cual se procederá a



establecer las condiciones de trabajo para llevar a cabo este propósito, de acuerdo a lo establecido en la cláusula quinta del Convenio de Desarrollo y Transferencia.

## II. OBJETIVO

Las partes convienen en que el objeto del presente Addendum es el escalamiento a nivel planta piloto del proceso para la manufactura de *PFR*, que ha sido desarrollado a nivel laboratorio por la *dependencia*, dentro del marco establecido en el Convenio de Desarrollo y Transferencia.

## III. ALCANCE

El alcance del escalamiento será el siguiente:

Optimizar las condiciones de operación que permitan el mejor rendimiento de las reacciones involucradas.

El escalamiento se hará a nivel de producción de 50 Kg/día de *PFR*.

Las materias primas utilizadas serán las señaladas en la cláusula segunda del convenio de referencia.

Los investigadores de la dependencia deberán entregar a *Nutrición* los siguientes documentos:

- d.1 Copias de la bitácora de investigación
- d.2 Diagrama de flujo
- d.3 Balance de materiales
- d.4 Descripción detallada del proceso
- d.5 Lista de equipo requerido
- d.6 Requerimientos de materia prima
- d.7 Descripción de los métodos de análisis del producto obtenido

La entrega de copias de las bitácoras de investigación implicaría un riesgo de conflicto en la propiedad industrial.

## IV. DE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Serán válidas las condiciones señaladas en la Cláusula Octava del Convenio.

Referida dicha Cláusula Octava a la propiedad industrial de la UNAM; a la exclusividad para la empresa en la explotación de la tecnología y a la condición de explotar dicha tecnología en un plazo no mayor de tres años.



Adicionalmente se establece que el monto y forma de pago de regalías por la Transferencia de Tecnología se acordarán en el momento en que la evaluación técnica del proyecto demuestre que es factible.

Llama la atención el hecho de pretender establecer obligaciones para el proveedor de tecnología, sin definir los correspondientes compromisos de la empresa receptora.

#### V. DURACIÓN

Los trabajos descritos en el alcance de este Addendum, tendrán una duración de cuatro meses a partir de la fecha de firma del presente documento.

Es un periodo de tiempo muy limitado para cumplir con las obligaciones planteadas.

#### VI. CORRECCIONES AL PROCESO

Cuando se requieran hacer correcciones al proceso, la *dependencia* será la encargada de llevar a cabo estos cambios a nivel laboratorio.

#### VII. RESPONSABLES

El responsable del escalamiento será el *Investigador*, quien dedicará \_\_\_\_ hrs. a la semana. Por parte de la empresa, será el *Gerente técnico*, el responsable de asimilar los elementos del escalamiento.

#### VIII. OTROS PUNTOS

Los aspectos no contemplados en este documento deberán regirse según lo señalado en el Convenio.

Leído el presente Addendum y estando las partes de acuerdo con el contenido, lo firman en cuatro originales en la Ciudad de México, Distrito Federal, el día \_\_\_\_ del mes de \_\_\_\_ de mil novecientos noventa y dos.



## El escalamiento

En septiembre de 1992, la empresa realizó el primer pago trimestral establecido en el Convenio II. Unos meses después, el gerente técnico manifestó severos quebrantos financieros y ofreció que se continuara con el desarrollo y transferencia de la tecnología difiriendo los adeudos pendientes para cuando hubiera producción.

El *addendum* propuesto nunca se formalizó. Este documento, por otro lado, planteaba objetivos demasiado optimistas: la optimización del proceso en escala piloto en tan sólo cuatro meses, lo cual hubiera sido difícil aún contando con el equipo apropiado.

El inicio del escalamiento del proceso en la planta, con la síntesis de *MPA*, se dio en condiciones precarias en lo económico. Se asignó al supervisor de la planta la responsabilidad de realizar el escalamiento. Debido principalmente a las limitaciones en equipo y personal calificado, pero también a la falta de experiencia y visión relacionadas con un proceso de escalamiento, la empresa trató de sobresimplificar la tecnología, improvisando equipo y omitiendo algunos de los controles establecidos en el laboratorio. Después de numerosos lotes fallidos, el gerente técnico reconoció la necesidad de mantener dichos controles y, finalmente, con el equipo apropiado, logró reproducir a escala de 25 Kg el primer paso de la síntesis.

Una vez que se tuvo la disponibilidad de *MPA*, se inició el escalamiento de *MPR*. Aquí también el gerente técnico insistió durante varios meses en simplificar la tecnología y reducir costos, omitiendo la agitación de una mezcla heterogénea de reacción. La razón era, de nuevo, no contar con el equipo apropiado. Finalmente, se realizaron las adaptaciones necesarias al improvisado equipo de planta piloto. Simultáneamente, el gerente técnico invirtió, personalmente, cerca de dos años en desarrollar un método para el análisis de *MPA* y *MPR*, que finalmente le permitió prescindir de un costoso equipo de cromatografía de líquidos de alta resolución.



En 1994 Nutrición contrató a una investigadora con el objeto de acelerar el proceso de asimilación de la tecnología. Trabajando la mayor parte del tiempo en el laboratorio de la UNAM, ella realizó importantes aportaciones, no sólo en relación con la asimilación, adaptación y escalamiento de la tecnología, sino también en las relaciones personales entre los grupos.

La tercera etapa del proceso, la síntesis del *PIC*, implica una hidrogenación catalítica a presión, lo cual requiere un equipo con características particulares y riguroso control del proceso. La empresa pretendió de nuevo reducir costos empleando *MPR* sin purificar y para ello se destinó nuevamente mucho tiempo a realizar pruebas de laboratorio que sólo demostraron la necesidad de purificar la *MPR*, debido a que los catalizadores empleados en la hidrogenación son muy sensibles a la desactivación por trazas de contaminantes.

Como ya se mencionó, la patente de la UNAM incluye entre sus reivindicaciones la síntesis del *PIC* a través de un producto intermedio, el *MPC*, obtenido a partir de una materia prima de bajo costo y gran disponibilidad, la *MPN*. La tecnología para obtener la *MPC* incluye la formación de un agente clorometilante (*ACM*), que se genera y reacciona *in situ* en un reactor cerrado. El *ACM* tiene propiedades cancerígenas, por lo que el gerente técnico, temeroso de las posibles consecuencias de una fuga del material, insistió en la conveniencia de desarrollar un proceso equivalente empleando un reactivo menos tóxico. El investigador no pudo convencerlo de lo contrario. El esfuerzo para tratar de satisfacer esta inquietud del empresario consumió varios meses de trabajo en el laboratorio por parte de la investigadora contratada por la empresa, sin resultados satisfactorios.

Para entonces, el gerente técnico había asumido el liderazgo intelectual del proyecto, sugiriendo numerosos experimentos que tenían el doble propósito de intentar descubrir un proceso innovador y de conocer a profundidad el proceso, para determinar los requerimientos mínimos e intervalos de todas las variables. Los experimentos, en su mayoría, fueron desarrollados por la investigadora de la



empresa en el laboratorio de la UNAM. Esta situación dio lugar a discusiones y fricciones entre el investigador y el gerente técnico, en las que tuvo que mediar el gestor de tecnología, así como a una sensación, por parte del investigador, de desgaste y desaliento.

El escalamiento del *PIC* a la fecha no se ha concretado, a pesar de que la empresa compró un equipo para generar hidrógeno. La razón principal es que no se cuenta con el reactor adecuado, y esta vez el gerente técnico se ha propuesto implementar un equipo de hidrogenación poco convencional; de nuevo, contra la opinión del investigador, quien ha expresado en numerosas ocasiones su desacuerdo con esa idea. Conociendo los temores del empresario ante los riesgos implícitos en un proceso de hidrogenación, recientemente el investigador promovió, sin éxito, la negociación con una empresa que estaba dispuesta a maquilar la hidrogenación.

Esta larga historia se puede resumir en la siguiente tabla:

*Tabla 5. Cronología del caso estudiado*

1989	Estudio preliminar de alternativas tecnológicas (CIT)
1990	Firma del Convenio I
1991	Informe técnico a la empresa
1991	Solicitud de Patente Mexicana de la UNAM
1992	Firma de Convenio II
1994	Concesión de la Patente
1993-1995	Escalamiento de <i>MPA</i> en planta piloto
1994-1997	Transferencia y asimilación del proceso en laboratorio
1996-1997	Escalamiento de <i>MPR</i> en planta piloto
1997-	Escalamiento de <i>PIC</i> en planta piloto



## 6.7. El estado actual de la propiedad industrial

- La patente de la UNAM para la síntesis de *PIC* vence en 2011.
- Las patentes copiadas para la obtención de *MPR* vencen en 2006, 2008 y 2011.
- La patente copiada para la síntesis de *PFR* a partir de *PIC* vence en 2007.
- Ninguna de las patentes antes mencionadas fue registrada en México, por lo que una empresa nacional podría emplear la tecnología desarrollada en la UNAM y comercializar *PFR* dentro del país.
- La UNAM no entregó a *Nutrición* oficialmente la carpeta tecnológica completa, al no formalizarse el *addendum* que así lo establecía. Sin embargo, la empresa tiene la tecnología descrita en numerosos informes y en la experiencia de la investigadora de la empresa, quien conoció el proceso completo.
- No se ha considerado institucionalmente la posibilidad de transferir los derechos a otra empresa, como lo establecen los convenios signados.

Por iniciativa propia, el investigador ha intentado encontrar una empresa industrial con las características apropiadas para implementar este desarrollo tecnológico. Esta empresa debería contar con una infraestructura física y humana adecuada y una situación financiera estable; tener líderes emprendedores que estén dispuestos a arriesgarse y que sean capaces técnica y administrativamente. Además, el proyecto tendría que ser atractivo para la compañía por la demanda de mercado y por sus capacidades para comercializar el producto. Por otro lado, sería necesario realizar una inversión de alto riesgo para efectuar el escalamiento del proceso, que se encuentra todavía en una fase pre-competitiva.



## 6.8. Aciertos y errores

Hemos intentado identificar las circunstancias que tuvieron mayor influencia en los resultados del proceso en estudio. También será conveniente señalar los aciertos y errores de los actores que participaron en el mismo. En la tabla 6 se resumen los principales factores endógenos que, a juicio de la autora de este trabajo, influyeron de manera determinante en los resultados del proceso.

Tabla 6. Aciertos y errores de los participantes en el caso estudiado

	<b>Aciertos</b>	<b>Errores</b>
<b>Investigador (UNAM)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Convicción personal del valor social de su investigación</li><li>▪ Aplicar su experiencia previa en la industria</li><li>▪ Contar con un grupo de trabajo sólido y motivado</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Dificultad para asumir las limitaciones de la empresa</li><li>▪ Falta de habilidad para motivar y convencer al empresario</li><li>▪ Problemas de comunicación con el empresario</li><li>▪ No culminó la integración del paquete tecnológico</li></ul>
<b>Gestor (CIT)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Gestionar la vinculación y los recursos</li><li>▪ Tener una mística de consecución de los objetivos del proyecto</li><li>▪ Poseer cualidades de líder</li><li>▪ Apoyar todas las actividades del proyecto</li><li>▪ Intervenir en situaciones conflictivas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Deficiente valoración de la base tecnológica de la empresa</li><li>▪ Omisiones y poca claridad en la redacción de los convenios</li><li>▪ No promovió la transferencia del desarrollo tecnológico a otra empresa</li></ul>
<b>Empresario</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Disposición al cambio</li><li>▪ Reconocimiento de las capacidades de la UNAM</li><li>▪ Involucrarse activamente en todas las etapas del proyecto</li><li>▪ Destinar a una investigadora para asimilar la tecnología en el laboratorio</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Emprender un proyecto ambicioso sin contar con los recursos necesarios</li><li>▪ Poca disposición a asumir riesgos</li><li>▪ Tendencia a la improvisación</li><li>▪ Falta de confianza en la capacidad de su empresa para el desarrollo de competencias</li></ul>



## **7. Fuerzas identificadas y estrategias propuestas**

Siendo que la transferencia de tecnología de la universidad hacia la empresa se identifica con la determinación precisa de los elementos que deben sumarse a la capacidad de aprendizaje de la firma, consideremos las etapas que determinan los roles de los científicos y de los empresarios en este proceso:

**a) Saber enseñar:** Conocer a fondo la tecnología que se va a transferir y la plataforma necesaria en cada uno de los elementos clave para que se reciba. Es posible encontrar que el proceso previo de aprendizaje de la empresa sea más largo o más complejo que el de la transferencia misma. Pueden existir lagunas de conocimiento, falta de equipos de interfase, materias primas no acondicionadas o proveedores no capacitados. Todo esto debe conocerlo quien detenta la tecnología, pero además debe ser capaz de prever las dificultades y tener los sistemas de evaluación adecuados para saber si el proceso de enseñanza-aprendizaje fue resuelto satisfactoriamente.

**b) Saber hacer:** Ambas partes, oferente y receptor de la tecnología, deberán estar, al final del proceso, en idéntico punto en cuanto al dominio del proceso de que se trate. Este conocimiento tendrá que formar parte, además, del bagaje de destrezas y habilidades del personal operativo que esté directamente involucrado en el nuevo proceso.

**c) Saber por qué hacer:** El dominio anteriormente descrito, se evalúa mediante la respuesta a esta cuestión. No se trata de operar una tecnología como "caja negra", sino que el verdadero proceso de transferencia implica que sea el conocimiento básico o profundo el que determine que se ha llevado a cabo con éxito. Cada paso del nuevo proceso, debe haber sido cuidadosamente analizado y, eventualmente, adecuado a las circunstancias de la empresa que lo pone en práctica.

**d) Saber por qué no hacer:** En contrapartida a la consideración anterior, las condiciones de seguridad industrial radican en este punto del saber. Así, por



ejemplo, la protección ambiental parte de la premisa de lo que no debe emitirse a la atmósfera o a los cuerpos de agua receptores, y con este tipo de principios debemos considerar una nueva tecnología.

**e) Saber qué más hacer:** El crecimiento de una empresa parte de la exploración de las posibilidades abiertas por una nueva tecnología puesta en marcha. Independientemente del tipo de convenio que se haya realizado en torno a la cesión de la tecnología, saber el paso siguiente, las nuevas alternativas de producto, de proceso o de cualquier otro de los elementos que la conforman, llevará a la empresa expandir sus expectativas de desarrollo económico y tecnológico.

## 7.1. Fuerzas impulsoras y retardantes

Como cualquier proceso, la transferencia de tecnología universidad-empresa, que constituye la parte más trascendental y comprometida del proceso de vinculación, puede concebirse como la resultante de dos fuerzas antagónicas, las cuales, a su vez, son consecuencia de factores endógenos o exógenos.

Entre las fuerzas exógenas que afectan el proceso de transferencia de tecnología se incluyen las sociales, las políticas y las económicas, que inciden directamente en las condiciones estructurales de los entornos y en las características de los elementos que concurren en dicho proceso. Los factores endógenos están relacionados con las actitudes y procedimientos de los actores involucrados.

Estos factores deberán capitalizarse en el proceso de transferencia, por lo que agruparlos y clasificarlos puede permitir una mayor ponderación casuística, tratando de equilibrar las fuerzas que promueven o dificultan el proceso, para posteriormente generar propuestas tendientes a optimizar este tipo de actividades. En la *tabla 7* se ha intentado delimitar las fuerzas señaladas como promotoras y retardantes del proceso dentro de cada uno de los entornos que hemos mencionado como copartícipes del sistema de innovación.

**Tabla 7. Fuerzas impulsoras y retardantes en la transferencia de tecnología universidad-empresa.**

Entorno	Fuerzas impulsoras	Fuerzas retardantes
C	- Presión social para que las IES aporten soluciones a problemas del sector productivo	- Resistencia de investigadores debido a sus diferentes prioridades, cultura y lenguaje
E	- Prestigio institucional	- Falta de experiencia y mentalidad empresarial académicos
N	- Mayor valoración de la investigación aplicada en el medio	- Incertidumbre en la obtención y aplicación de resultados
T	- Promoción a la vinculación	- Escasez de apoyo logístico
I	- Acceso a recursos económicos	- Errores en la negociación
F	- La satisfacción que representa para el investigador el dar una aplicación práctica a su trabajo	- Criterios de evaluación basados en indicadores tradicionales
I	- Presiones del gobierno para realizar actividades de investigación y desarrollo de tecnología	- Escaso interés en el medio empresarial hacia la vinculación con IES
C	- Necesidad de cubrir carencias en investigación	- Falta de definición de sus capacidades y prioridades
O	- Acceso a financiamiento de riesgo	- Desconocimiento de la oferta tecnológica de las IES
D	- Reconocimiento del potencial tecnológico de las IES	- Temor a la inestabilidad política en las universidades
U	- La participación activa de la empresa en la vinculación	- Falta de recursos humanos e infraestructura
C	- El pago de regalías como principal retribución a los servicios de las IES	- Falta de recursos financieros y tendencia a la improvisación
T	- Apertura de mercados	- Prácticas anticompetitivas de las empresas que controlan los mercados y de países que subsidian sus productos
I	- Programas de financiamiento para la vinculación	- Escasa difusión de los programas
V	- Estímulos fiscales	- Trámites burocráticos
O	- Políticas tecnológicas de apoyo a la vinculación	- Falta de continuidad de proyectos institucionales
FI	- Acceso a la información	- Promoción de importación de tecnologías
NAN	- Promoción a los servicios tecnológicos de las IES	- Falta de entidades que realicen el escalamiento
CIE	- Especialistas en gestión de tecnología	- Escasez de instituciones de interfase
RO		
TEC		
NO		
LÓ		
GI		
CO		



## En el medio científico

Ante el consenso entre el gobierno, las organizaciones y la sociedad en general en torno a la necesidad de que las instituciones de educación superior aporten soluciones a los problemas del sector productivo, la academia está más abierta a la investigación vinculada con los problemas de la industria, pues reconoce que es en este nivel donde los conocimientos pueden ser directamente aprovechados y enriquecidos por la contraparte. Sin embargo, las diferencias en cultura, lenguaje, objetivos, prioridades, métodos y necesidades hacen de la vinculación entre estos dos medios una relación potencialmente conflictiva. Muchos científicos mantienen la concepción tradicional de que su investigación no debe ser sometida a los intereses de una empresa, pues aprecian la libertad de investigar lo que les interesa y publicar lo que les place, sin las limitaciones de tiempo y secrecía impuestas por la industria.

Las instituciones de educación superior reconocen un prestigio adicional derivado de la aportación de conocimientos al medio productivo. Para cumplir las expectativas de la industria, sin embargo, se requieren ciertas actitudes, conocimientos y habilidades que no suelen ser propios de un investigador académico cuando no ha tenido experiencia en la industria. El aprendizaje en relación con los requisitos técnicos, económicos, ambientales, de calidad, etc. de un proceso industrial puede llegar a ser muy difícil para el investigador.

Aunque se está dando, de manera un tanto forzada, una mayor valoración en el medio científico a las actividades relacionadas con la investigación aplicada y el desarrollo de tecnología, es un hecho que, a diferencia de la investigación básica, la cual generalmente provee conocimiento publicable, la investigación aplicada y el desarrollo de tecnología exigen resultados unidireccionales, en tiempos programados y de restringida divulgación, lo cual, además de constituir una presión para el investigador, implica que tenga que descartar o posponer estudios que le resultarían más interesantes y de mayor productividad en el sentido académico convencional.



Diferentes programas institucionales de promoción, apoyo, financiamiento y estímulo a actividades vinculadas con la industria están logrando una respuesta en ambos sectores; sin embargo, el investigador responsable de un proyecto de este tipo puede enfrentarse a una carga de trabajo excesiva, debido a la multiplicidad de funciones que requiere esta actividad, o al imperativo de realizar actividades para las que simplemente no tiene tiempo o experiencia. El investigador que no cuente con el apoyo de una entidad intermediaria, con expertos en gestión de tecnología que asuman las actividades colaterales al proyecto, se sentirá abrumado y difícilmente verá la culminación de su esfuerzo.

Una de las fuerzas impulsoras para la vinculación es la posibilidad, para la universidad, de acceder a fuentes de financiamiento. Considerando que las empresas que buscan su colaboración son, frecuentemente, empresas pequeñas con recursos limitados, la universidad puede flexibilizar sus expectativas económicas en aras de llegar a acuerdos. Puede, por ejemplo, establecer en los contratos el pago de regalías como principal retribución a su participación. Sin embargo, es de considerar que estas mismas empresas, con su débil base financiera, deben también encontrar el financiamiento para implementar la tecnología, y que si esta última parte del proceso no es exitosa, la vinculación pierde su sentido.

A nivel del investigador, la posibilidad de dar una aplicación práctica a su conocimiento y su trabajo en un proceso industrial suele ser un factor motivante para realizar proyectos con la industria. A pesar de esto, se observa la preeminencia de proyectos de investigación desvinculados de las necesidades del sector productivo, lo cual tiene sustento en los criterios tradicionales de evaluación y recompensa, propios del primer mundo, en donde el avance del conocimiento de frontera es deseable *per se*.



### **En el medio industrial**

A pesar de las reiteradas críticas al sector industrial en referencia a su falta de capacidad y/o disposición para generar innovaciones, en general el medio empresarial sigue siendo renuente a invertir en investigación, y más renuente aún a establecer relación con las universidades.

Frente la necesidad de las empresas de incrementar su base tecnológica, la falta de una adecuada planeación estratégica las hace menos receptivas a la posibilidad de acceder a la vinculación con universidades.

Los programas de financiamiento de riesgo para las actividades de vinculación estimulan a las empresas a incursionar en este medio. No obstante, sigue habiendo un amplio desconocimiento de lo que los centros de investigación científica y tecnológica pueden hacer por la industria y viceversa.

El prestigio que gradualmente están ganando las universidades y centros de investigación como generadores y proveedores de conocimiento útil ha permitido, asimismo, el reconocimiento por parte del sector industrial como una opción para acceder al conocimiento tecnológico. Persiste, sin embargo, el temor a la inestabilidad política en algunas universidades públicas.

Dentro del proceso de desarrollo y transferencia de tecnología universidad-empresa, la comunicación y la integración vertical de funciones son factores importantes para facilitar el éxito del mismo; sin embargo, el problema puede hacerse insuperable en el seno de la organización, a partir de la escasez de recursos humanos, económicos y/o físicos para implementar la tecnología transferida, así como de su tendencia a la improvisación.

### **En el medio financiero**

Se ha dicho en innumerables ocasiones que la apertura comercial promueve la competitividad de las empresas y la necesidad de cambio tecnológico. Aunque esto



es verdad, las prácticas anticompetitivas de las grandes empresas transnacionales pueden anular las expectativas de crecimiento de las empresas pequeñas, para las que la legislación no provee suficiente protección.

Los programas de financiamiento a actividades de vinculación tendrían mayor impacto si fueran debidamente promocionados entre el sector empresarial. De la misma manera, los estímulos fiscales a las actividades de investigación de las empresas son poco conocidos y sobre todo poco accesibles, al adolecer de definición en los trámites burocráticos.

### **En el medio tecnológico**

Las políticas tecnológicas de apoyo a las actividades de vinculación han sido, hasta ahora, erráticas y sujetas a tiempos políticos. No existe una planeación a largo plazo de infraestructura y de financiamiento para las actividades de vinculación.

Aunque la abundancia de medios para allegarse información facilita y promueve la tarea común de empresas y académicos, algunas políticas revierten el interés de los empresarios en actividades de investigación (largo plazo y alta incertidumbre) a favor de la importación de tecnología extranjera obsoleta.

A pesar de la existencia de entidades y programas que promueven los servicios tecnológicos de las universidades públicas, así como de especialistas en gestión de tecnología que agilizan el proceso, la falta de instituciones de interfase y de entidades tecnológicas con la infraestructura necesaria para llevar a su conclusión un proceso innovador (como es el caso concreto de un escalamiento en planta piloto) es otra falla del sistema de innovación.



## **7.2. Estrategias propuestas**

A partir de la definición y tipificación de las fuerzas impulsoras y retardantes del proceso de transferencia de tecnología universitaria, se proponen algunas estrategias dirigidas a los diferentes sectores que intervienen en el proceso de innovación, en el contexto de la vinculación universidad-empresa, con el propósito de promover el éxito en la transferencia de tecnología universitaria hacia las empresas mexicanas.

### **Para las universidades:**

- Deben contar con políticas y estrategias institucionales que promuevan la vinculación de sus investigadores con la industria, incluyendo el desarrollo de capacidades orientadas a la aplicación del conocimiento, la adquisición de una cultura emprendedora y el reconocimiento institucional a la investigación aplicada.
- Tener una normatividad apropiada y flexible para la vinculación y la transferencia de tecnología, que incluya los contratos y convenios, la propiedad intelectual, la distribución de recursos y la agilización de los trámites y de las compras.
- Priorizar la existencia de estructuras de vinculación dentro de las IES cuya función sea la de realizar todas aquellas acciones en materia de vinculación que no son propias de los investigadores que trabajan en proyectos en colaboración con la industria. Los especialistas en gestión de tecnología dentro de estas entidades son una pieza clave para alcanzar el éxito en este tipo de proyectos.
- Identificar tempranamente, de manera conjunta con la empresa, las competencias y limitaciones técnicas, financieras y organizativas de la firma y los posibles requerimientos de inversión según el tipo de tecnología a ser transferida, así como los potenciales obstáculos regulatorios, de mercado, etc., que pueden afectar negativamente el resultado del proceso. Estas consideraciones deben ser incluidas dentro de la evaluación continua de los resultados del proyecto.



- Los investigadores deben asumir las limitaciones de la empresa para implementar y explotar los resultados del proyecto. En consecuencia, podrán modificar oportunamente las estrategias de investigación, con el objeto de desarrollar una tecnología compatible con las capacidades de la firma.
- Incluir a los estudiantes que participen en proyectos de desarrollo y transferencia de tecnología como beneficiarios de los recursos generados por regalías.
- Institucionalizar acuerdos internos de confidencialidad en los que participen los investigadores, estudiantes y asesores involucrados en proyectos de desarrollo y transferencia de tecnología.
- Facilitar el patentamiento de los hallazgos tecnológicos; pero además buscar la aplicación comercial mediante vinculación con empresas que posean las características apropiadas para asimilar e implementar la tecnología.

#### **Para el Gobierno**

- Promover la creación de una masa crítica de científicos, mediante el incremento en el gasto federal en ciencia y tecnología y en educación.
- Crear instituciones que presten servicios tecnológicos. Para los sectores químico y farmoquímico son particularmente necesarias las plantas piloto, para el escalamiento de desarrollos tecnológicos pre-competitivos.
- Otorgar mayores incentivos fiscales a la inversión en tecnología, y simplificar los trámites necesarios para acceder a ellos. Que las empresas que contraten proyectos de investigación con la academia califiquen automáticamente para el otorgamiento del crédito fiscal.
- Conservar la exención de impuestos a los insumos para la investigación.
- Establecer medidas regulatorias para contrarrestar la competencia de productos de importación subsidiados por sus países.



**Para CONACYT:**

- Que las políticas científicas y tecnológicas respondan a estrategias surgidas de una planeación prospectiva, buscando el consenso entre los sectores involucrados, de tal manera que los instrumentos de fomento a la innovación implementados por el estado tengan vigencia de largo plazo, trascendiendo situaciones políticas coyunturales.
- Promover redes y mecanismos que vinculen a los centros de investigación y a éstos con los actores sociales que pueden apoyar o ser favorecidos con la investigación.
- Incrementar los fondos para programas de riesgo compartido, de fortalecimiento a la infraestructura tecnológica, así como de apoyo a la vinculación.
- Promover y divulgar los servicios tecnológicos que apoyan el desarrollo de proyectos de vinculación.
- Promover la participación de especialistas en gestión de tecnología en los entornos del sistema de innovación.

**Para el Sector Financiero:**

- Implementar esquemas financieros atractivos para la inversión en tecnología, con capital de riesgo y créditos blandos.
- Promover, por parte de Nafin y Bancomext, el aprendizaje dentro del sector financiero sobre la dinámica del desarrollo y la transferencia de tecnología, considerando que el proceso de innovación tecnológica implica incertidumbre y riesgo.



## 8. Conclusiones

En el caso estudiado se realizó la descripción y análisis de los diferentes factores que tuvieron influencia en los resultados de la transferencia de un desarrollo tecnológico de la UNAM a una pequeña empresa.

El investigador responsable del proyecto, y su grupo de colaboradores, invirtieron sus mejores esfuerzos en el logro de sus objetivos. El desarrollo tecnológico incluyó, para una parte de la síntesis, la adaptación de tecnologías patentadas, además de un proceso innovador, que fue patentado, para una de las etapas del proceso. No obstante, los problemas de comunicación con el empresario y la consiguiente dificultad para asumir sus necesidades y limitaciones fueron un factor que inhibió la culminación del proceso de transferencia.

A pesar de que el empresario receptor de la tecnología se involucró, de manera entusiasta, en todas las actividades y decisiones relacionadas con el proyecto, la tecnología desarrollada incluye operaciones que requieren competencias ajenas a la empresa, por lo que se puede concluir que la parte más débil del proyecto fue la definición de las capacidades de la compañía para asumir un proyecto de tal alcance.

Por su parte, el gestor de tecnología fue un elemento clave del proyecto, asumiendo múltiples funciones que catalizaron los esfuerzos conjuntos del científico y el empresario. Sin embargo, ante la demora en la conclusión exitosa del proyecto, debió haber tomado medidas más contundentes para evitar que se viera frustrado el trabajo que motivó a tantas personas, durante tanto tiempo.

Como parte medular del aprendizaje resultante de esta experiencia, se reconoce la importancia de valorar, no sólo de manera temprana, sino también como parte de la evaluación continua de los resultados del proyecto, los alcances y limitaciones de la tecnología en relación con:

- a) la viabilidad técnica y económica,
- b) el mercado real y potencial,



- c) las capacidades de la empresa: recursos económicos, técnicos y humanos, estado y características del equipo, calidad de los servicios, etc.,
- d) los requerimientos de inversión: escalamiento, maquinaria, equipo, capacitación, servicios externos, trámites, mercadotecnia, etc.
- e) los potenciales obstáculos regulatorios, de acceso a insumos, de mercado, etc., que pudieran afectar negativamente la implementación de la tecnología transferida.

Descuidar esta parte del proyecto puede llevar a una situación frustrante como la observada en este caso.

Dada la naturaleza pre-competitiva de la tecnología desarrollada, a pesar de que existe una patente que respalda el valor tecnológico del conocimiento generado, será requerida una inversión de alto riesgo para transformar dicho conocimiento en un paquete tecnológico con aplicación industrial. Además, la empresa que aplique la tecnología tendría que enfrentar la competencia de empresas transnacionales muy poderosas.

Otra de las lecciones del caso es la importancia que reviste la participación de especialistas en gestión de tecnología, quienes liberen a los investigadores de tareas que no son propias de su campo, como son estudios de mercado o de factibilidad, negociación con empresarios, redacción de contratos, gestión de patentes, etc. La desaparición del CIT durante el transcurso del proyecto fue un factor que afectó negativamente, en diferentes sentidos, los resultados del mismo.

También se hizo evidente la necesidad de contar con entidades externas que participen en el proceso, facilitando la ejecución de actividades para las que no existe infraestructura en las universidades. Son particularmente necesarios los laboratorios industriales y las plantas piloto, que son las entidades adecuadas – especialmente en ciertos sectores industriales– para adaptar los desarrollos tecnológicos pre-competitivos a las necesidades del usuario industrial.



Hay que mencionar que el investigador, a raíz de éste y otros proyectos que no han podido ser implementados debido a la falta de una instancia que facilite el escalamiento del proceso, está considerando dedicarse exclusivamente a la investigación básica.

En el contexto de los importantes cambios políticos que vive nuestro país, que ofrecen la ejecución de estrategias modernizadoras de gran alcance, es importante que la política científica y tecnológica responda a una cuidadosa planeación estratégica; que se busque la coincidencia entre los medios académico, productivo, tecnológico y financiero, así como la compatibilidad de esta participación múltiple con la excelencia académica y la realidad nacional; la valoración institucional del trabajo tecnológico; la planeación de la investigación en función de las prioridades del país; una efectiva gestión tecnológica, fiscal y financiera y la promoción de la tecnología como factor prioritario del desarrollo nacional.



## 9. Bibliografía

- Acevedo, J. A. "¿Publicar o Patentar? Hacia una Ciencia cada vez más ligada a la Tecnología" <<http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo4.htm>> (Consulta Internet 02/06/01)
- ADIAT (2001 a) <<http://www.adiat.org/>> (Consulta Internet 12/03/2001).
- ADIAT (2001 b) "Investigación Científica e Innovación Tecnológica en el México del Siglo XXI" Discurso del Presidente de México Vicente Fox ante representantes de ADIAT. <<http://www.adiat.org/fox.html>> (Consulta Internet 12/03/01)
- Al-Ghailani, H.H. and Moor, W.C. "Technology transfer to developing countries", *Int. J. Technology Management*, **10** (7/8) 687-703. 1995.
- ANUIES (2000) "La Educación Superior en el Siglo XXI. Líneas estratégicas de desarrollo" <http://web.anui.es.mx/21/>
- Autio, E. and Laamanen, T. "Measurement and evaluation of technology transfer: Review of technology transfer mechanisms and indicators" *Int. J. Technology Management*, **10** (7/8) 643-664. 1995.
- Bosch, H. E. "La gestión de tecnología como palanca del desarrollo" *Investigación hoy*. IPN, México. Julio-agosto. 46-52. 1999.
- Bosch, H. E. *La gestión de tecnología*. CIRAA. Argentina. 2000.
- Botham, R.; G. A. Eadie "Research-industry technology transfer. Commercialization of the science base". *Industry & Higher Education* 28-33. February 1997.
- Buttenklepper A. "Algunos problemas y sus posibles soluciones en la cooperación universidad-industria en cuanto a innovación tecnológica" en *Memorias del Seminario de Vinculación Universidad-Sector Productivo*. UANL. México. 23-26. 1993.
- Bye, P. and Chanaron, J. J. "Technology trajectories and strategies" *Int. J. Technology Management* **10**(1) 45-66. 1995.
- Cadena, G. y Solleiro, J. L. *Guía Universitaria de Elaboración de Contratos Tecnológicos*. CIT. UNAM. 1988.
- Cárdenas y Espinosa, R. y Maldonado R. "Las tendencias tecnológicas de patentamiento en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)" *Memorias del VII Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica*. Tomo I. La Habana, Cuba. 26-30 de octubre. 919-936. En: "Lecturas del módulo III de Diplomado en Gestión de la Innovación Tecnológica". Instituto de Ingeniería. UNAM. 1997.
- Cárdenas y Espinosa, R. "La propiedad Intelectual en la industria farmacéutica" En: Soto, R.; Cárdenas y Espinosa, R.; Parra, P.; Cassaigne, R. *Protección a la inventiva farmacéutica*. AFM, México. 2001.
- Casas, R. y Luna, M., coord. *Gobierno, academia y empresas en México: hacia una nueva configuración de relaciones*. UNAM-Plaza y Valdés. 2ª ed. México. 1999



Cassaigne, R. "La propiedad industrial como elemento de competitividad" En: Soto, R.; Cárdenas y Espinosa, R.; Parra, P.; Cassaigne, R. *Protección a la inventiva farmacéutica*. AFM. México, 2001.

Castañón, R. "Sistemas de Monitoreo Tecnológico como herramienta para la planeación empresarial: Una propuesta metodológica basada en el estudio de casos". Tesis de Maestría en Ingeniería. UNAM. 1998.

Castañón-Lomnitz, H. "University, government and industry in México: the shared dislike of each other" *Science and Public Policy* 22(5) 325-332. 1995.

CEPAL "El TLC de Norteamérica y el desempeño de la economía de México" (<http://www.cepal.org.mx>) 2000.

Ciceri, H. "Interfase sector productivo/universidad, oportunidades y barreras al desarrollo tecnológico" *Contactos* 1(3) 60-68. 1984.

Cimoli, M. "La relación Universidad-Empresa en el Sistema Mexicano de Innovación" en *Casos exitosos de vinculación Universidad-Empresa*. Memoria del Foro Nacional de Vinculación de las Instituciones de Educación con el Sector Productivo. ANUIES. México. 31-34. 1999.

CONACYT *Indicadores de actividades científicas y tecnológicas 1998*. CONACYT, México, 1999.

CONACYT *Indicadores de actividades científicas y tecnológicas 1990-1999*.

CONACYT. México. 2000.

CONACYT Criterios Internos de Evaluación Area II. 2000 (a)

<<http://www.main.conacyt.mx/sni0022.html>> (consulta 15/08/00)

Dahlman, C. J. Ross-Larson, B.; Westphal, L.E. *Desarrollo Tecnológico* 13. Serie Documentos Técnicos "Cómo dirigir el desarrollo tecnológico" FONEI-Banco Mundial. México. 1985.

De la Fuente, J. R., "Perspectivas de la educación superior en México" *Universidad de México*. 3-6. Marzo-mayo, 2001.

Díaz Amador, C. "Políticas Públicas hacia la Ciencia y la Tecnología" en *Memoria del Foro La Educación Superior y la Construcción del Proyecto Nacional* Cámara de Diputados. México. 367-373, 18 y 19 de junio, 1998.

Drucker, R. "Cómo estamos y hacia dónde vamos" en *Memoria del Foro La Educación Superior y la Construcción del Proyecto Nacional* Cámara de Diputados. 18 y 19 de junio. 311-326. 1998.

Dussel, P. "Las industrias farmacéutica y farmoquímica en México y el Distrito Federal" CEPAL. 1999 <<http://www.un.org.mx/cepal/PDFs/1400.pdf>> Consulta Internet 05/2001.

Erossa, V. "Obstáculos y oportunidades para la modernización tecnológica de la pequeña y mediana industria" en *Mulás del Pozo* (coordinador). Aspectos



- tecnológicos de la Modernización industrial de México. AIC, A.C.- ANI, A.C.- FCE. México. 144-192. 1995.
- Escobar, C. y Cassaigne, R. (a) "Auditoría tecnológica" *Tecnoindustria* **24** 61-65. 1995.
- Escobar, C. y Cassaigne, R. (b) "El papel de las entidades gubernamentales y la industria paraestatal en el desarrollo tecnológico de México" En: Mulás del Pozo, P., *Aspectos tecnológicos de la Modernización industrial en México* FCE, México. 214-245. 1995.
- Fassin, Y. "Academic ethos versus business ethics" *Int. J. Technology Management*, **6**, 5/6, 533-546. 1991.
- Fernández de Lucio, I.; E. Castro M.; F. Conesa y A. Gutiérrez "El contexto de la cooperación empresa/universidad" 1999. (Consulta Internet 22/07/00)  
<<http://www.oei.es/publi.html>>
- Giral, J., F. Barnés y S. González *Tecnología Apropiable* Alambra, 2ª Ed., México. 1989.
- González, R. "Derechos de Autor" Conferencia impartida en la FES-Zaragoza. 16 de marzo de 2001.
- Grady, A. y Locke, M. "The progress of technology transfer and the channel of international education" *Industry & Higher Education*. October 278-286. 1997.
- Huerta, R. "Propuesta para mejorar la relación entre la academia y los sectores productivos en las regiones menos favorecidas del país" en *Memorias del Tercer Foro de Ciencia y Tecnología*, Yucatán, Méx. 15-16 abril. 101-105. 1999.
- Ley de la Propiedad Industrial (LPI) (DOF 2/08/94)
- López-Martínez, R. E.; Medellín, E.; Scanlon, A. P., Solleiro, J. L. "Motivations and obstacles to university industry cooperation (UIC): a Mexican case" *R & D Management* **24**(1) 17-31. 1994.
- Maliachi y Velazco, E. "Desafíos de la Educación Superior en el Marco de la Federalización" En: *Memoria del Foro La Educación Superior y la Construcción del Proyecto Nacional* Cámara de Diputados. 18 y 19 de junio 163-168. 1998.
- Miklos, T. *Seminario-Taller de Planeación Prospectiva*, World Future Society, Junio 1997.
- Mora, E. M., "University-industry cooperation: a framework of benefits and obstacles" *Industry & Higher Education*. June. 165-172. 2000.
- OCDE "Seguimiento de las reseñas de políticas educativas nacionales: La Educación Superior en México. OECD. 1998. (<http://sesic.sep.gob.mx/ocde/>)
- Oliva, A. I. "Experiencias alrededor de la relación investigación-empresa" en *Memorias del Tercer Foro de Ciencia y Tecnología*, Yucatán, Méx. 15-16 abril. P. 101-105. 1999.



- Pavitt, K. "Patterns of Technical Change: Toward a Taxonomy and a Theory". *Research Policy* 13(6). 1984.
- PhRMA. Annual report 2000-2001. *Pharmaceutical Industry Profile, 2000*.  
<http://www.phrma.org/2001> (Consulta en Internet 22/01/01)
- PND (2001) Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006. (Consulta en Internet 11/07/01)  
<<http://pnd.presidencia.gob.mx/pnd/cfm/index.cfm>>
- Porter, M. E. *Ventaja Competitiva. Creación y sostenimiento de un desempeño superior*. CECSA, México. 1998.
- Posada de la Concha, P. *El Sistema de Patentes en México*. Serie de Documentos de Trabajo. Conacyt, DAPCyT. México. 1998
- Repic, O. *Principles of Process Research and Chemical Development in the Pharmaceutical Industry* John Wiley & Sons, Inc., U.S.A. 1998.
- Román, F. D. *Innovación y desarrollo farmacéutico*. Asociación Farmacéutica Mexicana. México. 1990.
- Sabato, J. y Mackenzie, M. "Tecnología y Estructura Productiva" *Interciencia* 5 (1) 11-19. 1980. Citado en Ciceri (1984).
- Solleiro, J.L. y Castañón, R. "Política industrial y tecnológica para las PYME en América del Norte" *Comercio Exterior*. Julio. 582-594. 1998.
- Solleiro, J. L. y Morales, V. M. "Lo que hemos aprendido de la comercialización de tecnologías universitarias" en Carlos Payan y Gerardo Avila (editores) *Estrategias para el impulso de la vinculación Universidad-Empresa*. ANUIES. 123-145.1997.
- Soto, R. *Análisis epistemológico de la construcción conceptual a partir del modelo de curva "S" para un desarrollo biotecnológico* Tesis de maestría en Ciencias Químicas (Gestión de Tecnología). Facultad de Química. UNAM. 2000.
- Soto, R. "Propiedad industrial en la vinculación universidad-empresa" en: Soto, R.; Cárdenas y Espinoza, R.; Parra, P.; Cassaigne, R. *Protección a la inventiva farmacéutica. Patentes, un elemento de competitividad*. AFM. México, 2001.
- Torres, G. "Hacer investigación científica y tecnológica en México" en *Memorias del Primer Congreso Mexicano para el avance de la ciencia y la tecnología*. Cd. de México, 16-18 noviembre de 1997. SOMPRECYT. 1999.
- UNAM. *UNAM en el tiempo. Cronología Histórica de la UNAM*.  
<<http://serpiente.dgsc.unam.mx/rectoria/html/cronos.html>> (consulta 12/12/00).
- Unesco *Documento de política para el cambio y el desarrollo e la educación superior*. París, UNESCO. 1995.
- Vaitsos, C.V. "The process of commercialization of technology in the Andean Pact". Citado en Reddy, N.M. and Zhao, L. (1990) "International Technology transfer: A review". *Research Policy* 19 285-307. 1975.



Villarreal, E. (1999) "Creatividad, inventiva e innovación tecnológica" En: *Memorias del Primer Congreso Mexicano para el avance de la ciencia y la tecnología*. Cd. de México, 16-18 nov de 1997. SOMPRECYT. 1999.

Waissbluth, M. and Solleiro, J. L. "Managing technology in Mexico. A tool for university-industry linkage" *Industrial and Higher Education*, 3 (1) 1989.