



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**

**CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEXCOCO**

**“La cooperación tecnológica en el sector biofarmacéutico,  
México, 2009-2013”**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN ECONOMÍA**

**PRESENTA:**

**FERNANDO GIBRAN CARRILLO GALVAN**

**DIRECTORA:**

**M. EN E.S. SELENE ÁLVAREZ NIETO**

**REVISORES:**

**M. EN C.E.F. IMELDA CONTRERAS LOVERA**

**M. EN C. JUAN MANUEL MUÑOZ ARAUJO**

**TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO, NOVIEMBRE DE 2014.**

# ÍNDICE

Introducción.....	1
<b>Capítulo I</b>	
La Cooperación Tecnológica: Los Fundamentos Teóricos.....	6
1.1-La categoría de Cooperación Tecnológica.....	7
1.2-Tipos de Cooperación Tecnológica.....	13
1.3-¿Por qué la Cooperación tecnológica?.....	17
1.4-Dificultades que entraña la Cooperación Tecnológica.....	24
1.5- La cultura de la cooperación en los Sistemas Nacionales de Innovación.....	27
1.6-La dimensión internacional de la cultura de la cooperación en la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I)...	32
<b>Capítulo II</b>	
La Cooperación Tecnológica en el Sector Biofarmacéutico Global.....	36
2.1- Desarrollo del sector biotecnológico de la industria farmacéutica mundial en un entorno de desarrollo científico y tecnológico.....	36
2.2- Hechos estilizados que permiten delimitar un sector biofarmacéutico global.	43
2.3- Ambiente de cooperación tecnológica que envuelve al sector biofarmacéutico mundial.....	50
<b>Capítulo III</b>	
Factores que propician y/o inhiben la Cooperación Tecnológica en el sector Biofarmacéutico de México.....	56
3.1. ¿Existen antecedentes de cooperación en el sector biofarmacéutico en México?.....	63
3.2. Algunos indicadores sobre la cooperación tecnológica en el sector biofarmacéutico.....	73

Conclusiones.....	82
Sugerencias de política económica.....	85
Bibliografía.....	86

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Los tipos de cooperación tecnológica de las firmas y sus fines.....	16
Tabla 2. Los tipos de cooperación tecnológica de las firmas y sus fines.....	18
Tabla 3. Gastos en I&D por País de las empresas farmacéuticas.....	41
Tabla 4. Firmas Biotecnológicas en distintas áreas Geográficas del mundo.....	43
Tabla 5. Desempeño en Innovación (patentes) por País o área de Alcance.....	45
Tabla 6. Clasificación de las instituciones Biotecnológicas en México.....	58
Tabla 7. Artículos de Instituciones mexicanas por campo biofarmacéutico, de acuerdo a la clasificación de ISI, 1980-208.....	66
Tabla 8. Patentes otorgadas por el IMPI a titulares mexicanos en el campo Biofarmacéutico.....	69
Tabla 9. Patentes otorgadas por el IMPI a firmas de capital nacional del sector biofarmacéutico, 1980-2007.....	70
Tabla 10. Patentes biofarmacéuticas otorgadas por la USPTO a firmas, universidades o centros de investigación mexicanos, 1980-2008.....	71

## INTRODUCCIÓN

La cooperación tecnológica se puede definir como un acuerdo entre dos o más entidades independientes mediante el cual deciden unir o compartir parte de sus capacidades o recursos para la ejecución de actividades de I&D.

La cooperación tecnológica entre empresas y centros de investigación puede comportar grandes beneficios globales en términos de transferencia de conocimiento, apertura a nuevos mercados, mayor facilidad de financiación externa del proyecto y, sobre todo, de reparto de recursos, esfuerzos y riesgos.

Entre las organizaciones de los países puede ser un obstáculo para la innovación tecnológica y para el mejoramiento del desempeño industrial. De este modo, la cooperación tecnológica adquiere una importancia crucial como catalizador de un sendero de innovación en las empresas.

La cooperación tecnológica interfirma (empresa-universidad) ha sido reconocida como uno de los mecanismos de coordinación económica en el que los agentes conjuntan sus esfuerzos para desarrollar capacidades científicas, tecnológicas e innovativas. En las economías en desarrollo caracterizadas por un rezago tecnológico sustantivo y la carencia de recursos financieros y de capital humano especializado (indispensables para la asimilación y la creación de nuevo conocimiento), la colaboración tecnológica debería ser considerada como una vía estratégica alternativa. En tal sentido, Jorde y Teece (1990), y Teece (1992) encuentran que las escasas relaciones cooperativas entre las organizaciones de los países puede ser un obstáculo para la innovación tecnológica y para el mejoramiento del desempeño industrial. De este modo, la cooperación tecnológica adquiere una importancia crucial como catalizador de un sendero de innovación en las empresas.

En este contexto de reflexión, la presente investigación tiene un doble propósito. Por un lado, se busca profundizar en la discusión teórica y empírica sobre la cooperación tecnológica y sus repercusiones en el desempeño innovativo, productivo y competitivo de las firmas. Por el otro, analizar los factores que alientan y/o inhiben la cooperación tecnológica en el sector biofarmacéutico de México. De hecho, en países industrializados (Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, Francia, entre otros) la cooperación tecnológica ha sido un elemento clave para comprender el desarrollo del sector biofarmacéutico. Considerando que este sector es intensivo en conocimiento y que requiere de cuantiosas inversiones en investigación y desarrollo (I&D), es interesante identificar y analizar los factores que pueden favorecer o limitar la cooperación tecnológica en países en desarrollo como México.

Hoy en día, diversos sectores industriales funcionan considerando al conocimiento científico y tecnológico como un insumo básico para el desarrollo y mejoramiento de sus productos y procesos; para lograr sus metas, las empresas de estas industrias se vinculan estrechamente con otras firmas de la misma industria (o de diferentes sectores) y con organizaciones generadoras de conocimiento como las universidades y los centros públicos de investigación.

Dentro de estos campos industriales se encuentra, por supuesto, la biotecnología, que a su vez alimenta de innovaciones a la industria farmacéutica. En efecto, la importancia de la industria farmacéutica y, particularmente, aquella vinculada a la biotecnología, radica en su dinamismo y complejidad de creación de conocimiento, asociado a la estrecha interacción entre la ciencia y la tecnología. Se trata de sectores en los que es posible realizar experimentos controlados, que dan resultados y que pueden ponerse a prueba, con incesantes conexiones y retroacciones entre la experimentación y la aplicación. Estas relaciones recíprocas entre una “ciencia que ilustra la tecnología” y una “tecnología que equipa a la ciencia” constituyen la base del progreso rápido de los saberes en determinadas esferas como en el sector biofarmacéutico.

La cooperación científica y tecnológica no se limita a las firmas (empresas), pues en la actualidad las universidades son agentes muy activos en la promoción del desarrollo económico de los países. Por lo tanto, teniendo en cuenta el papel que desempeñan estas organizaciones en la colaboración tecnológica, se requiere de mayores esfuerzos teóricos para comprender y explicarla naturaleza de estos agentes que poco a poco ganan un lugar en la nueva economía industrial del conocimiento.

Además, debe reconocerse que el conocimiento ha jugado siempre un papel central en el crecimiento económico y en la elevación progresiva del bienestar social. La capacidad de inventar e innovar ha alimentado históricamente al desarrollo; por tanto, la “necesidad de innovación” se acentúa dado que la innovación suele convertirse en el medio casi único para sobrevivir y prosperar en economías muy competitivas y globalizadas.

Un sector industrial importante para investigar es el biofarmacéutico, en este sentido, las empresas farmacéuticas de México –salvo contadas excepciones– han quedado al margen tanto de las promesas de la economía del conocimiento como de las bondades de la cooperación tecnológica y científica entre las firmas y de éstas con las universidades. Por esta razón, una de las preocupaciones de este trabajo es identificar las causas que han ocasionado estas brechas de las firmas mexicanas, cuando este tipo de empresas puede ser importante para la generación de empleos bien remunerados, la producción de mercancías y servicios de alto valor agregado, así como la creación de nuevos mercados; en conclusión la innovación es una potencial palanca para el crecimiento y el desarrollo nacional.

Y es que en algunas naciones las industrias farmacéutica y biotecnológica, han tenido un crecimiento excepcional y al mismo tiempo se han convertido en los sectores que dan verdaderas ventajas competitivas a esas naciones. Por ejemplo, los casos de Francia, Estados Unidos y el Reino Unido son notables. Aunque, recientemente, se han venido incorporando nuevos jugadores del mundo desarrollado y algunos otros en desarrollo están haciendo esfuerzos para no

quedarse al margen como Cuba y Brasil, en Latinoamérica, que en los últimos años destinan importantes recursos para financiar la I&D y cuentan con más científicos en áreas del conocimiento relacionadas con la biofarmacéutica.

En contraste, en México a las firmas farmacéuticas (de capital local) se les relaciona con escasas o nulas capacidades científicas y tecnológicas, en parte, debidas al atraso tecnológico por su nula o magra inversión en tecnología.

Bajo este contexto, la presente investigación busca contestar a la siguiente interrogante: ¿Qué factores alientan y/o inhiben la cooperación tecnológica en el sector biofarmacéutico en México, en los años 2009-2013?

Al tenor de estos desafíos, la presente investigación se propone examinar los principales elementos teóricos y empíricos desde la perspectiva de la economía institucional contemporánea que permitan una mejor comprensión de la cooperación tecnológica interfirma e interinstitucional.

El objetivo general es determinar los factores que benefician o inhiben la cooperación tecnológica en el sector biofarmacéutico en México, 2009-2013. Bajo la hipótesis de que las pocas capacidades y habilidades tecnológicas de la mayoría de las firmas farmacéuticas nacionales, que repercuten en su pobre desempeño innovativo y competitivo se debe, en parte, a la ausencia de cooperación interfirma e interinstitucional. Las funciones en los sistemas de innovación pueden ser inapropiadas o estar ausentes, debido a las organizaciones o las instituciones inapropiadas y sus escasos acuerdos.

Para tal efecto, en el capítulo I se hace un esfuerzo por retomar los principales argumentos teóricos que permiten justificar la cooperación tecnológica entre las organizaciones como un instrumento necesario que ayuda a desarrollar y acumular habilidades y capacidades tecnológicas en las empresas, que las conduce a mejorar su desempeño competitivo y, por tanto, a incrementar su probabilidad de sobrevivencia en el mercado. Otro propósito (capítulo II) es identificar y reflexionar las características inherentes y muy específicas de las



firmas del sector biofarmacéutico global. Finalmente (capítulo III), se propone identificar y examinar los factores que impulsan o inhiben la colaboración tecnológica interfirma e interinstitucional en el sector biofarmacéutico de México.

## **CAPÍTULO I**

### **LA COOPERACIÓN TECNOLÓGICA: LOS FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

Una de las características que define la evolución en los modos de producción del conocimiento, es la transición desde las investigaciones basadas en la individualidad de los científicos, a las basadas en los grupos de investigación, en la colaboración entre grupos de diferentes instituciones y países y, actualmente, a las basadas en la constitución de redes de investigación, heterogéneas en su composición y transitorias en el tiempo. Si bien estas formas de organización del desarrollo de la investigación han estado siempre presentes, numerosos indicadores testimonian esta transición y la tendencia creciente hacia formas organizativas más complejas, tanto en el ámbito de las ciencias experimentales y las ciencias sociales, como en el ámbito del desarrollo tecnológico y de la innovación (Regalado, 1995; Geoghiou, 1998; Gómez, 1999; Gerybadze, 1999; Bordons, 2000).

Dos de los indicadores que evidencian más claramente la tendencia al predominio de formas organizativas basadas en la cooperación son, por una parte, los relacionados con la composición de los proyectos y redes, y por otra, los indicadores bibliométricos. En el primer caso se observa una tendencia creciente al incremento del número de investigadores y de instituciones en la composición de los proyectos, hasta llegar a conformarse equipos muy numerosos, a través de las redes de investigación (Sebastián, 1998; Sebastián, 1999).

En la mayoría de los países de América Latina se observan también incrementos muy significativos en el porcentaje de copublicaciones internacionales con respecto a la producción científica de cada uno de los países. Entre 1991 y 1995 existe un aumento del 66% en las copublicaciones internacionales respecto al total de la producción científica de América Latina (Fernández, M.T, 1998). Es interesante señalar que el análisis de las copublicaciones en las que participan

investigadores de tres o más países evidencia el incremento de las redes internacionales de investigación, así como de su productividad (Gómez, 1999).

Existen múltiples condiciones y motivaciones que explican el progresivo impacto de la cooperación y los cambios en las modalidades, incluso en las percepciones sobre la misma en los diferentes actores implicados en los procesos de Investigación-Desarrollo-Innovación. Quizá la mejor manera de ilustrar esta evolución es señalar el paso que se ha dado desde considerar la cooperación como un instrumento en el proceso de la Investigación-Desarrollo-Innovación, a considerarla como una cultura en la comunidad científica y tecnológica. Este paso, que supone recorrer una larga distancia conceptual y operativa, no deja de estar sembrado de contradicciones, planteamientos y situaciones híbridas.

### **1.1. La categoría de cooperación tecnológica**

A pesar de los antecedentes económicos, desde los distritos industriales de Marshall, y de los esfuerzos hechos en los últimos 40 años, la teoría económica aún adolece de una comprensión sólida sobre lo que implica la cooperación. Ante esto, un gran desafío que enfrenta la economía actual es cómo incorporar las instituciones a su análisis (Gandgruber, 2007), siendo la cooperación una de esas instituciones.

El asunto no es irrelevante para la economía en general, pues en los cánones de la ciencia económica convencional no hay lugar para la cooperación auténtica, como lo han señalado Jorde y Teece (1990) y Teece (1992) cuando reclaman que los únicos momentos en los que se analiza la cooperación entre las empresas es cuando éstas se integran verticalmente o cuando se colisionan para formar cárteles y el problema no se aborda como que la cooperación entre las empresas, aún competidoras directas, puede contribuir a mejorar el entorno competitivo.

Puede decirse que los esfuerzos serios por integrar una teoría que explicara la cooperación entre las organizaciones fuera del núcleo neoclásico se comenzaron a dar desde la década de los 1970, a partir de los esfuerzos de Richardson (1972), Williamson (1975), Nelson y Winter (1982) y Axelrod (1984). El panorama en la actualidad, si bien ha mejorado notablemente al tratar de construir teorías de síntesis inspiradas en los autores señalados, para explicar ese tipo de cooperación, aún tiene un largo trayecto por recorrer.

“En general, se observa conducta cooperativa cuando los individuos interactúan repetidamente, cuando tienen mucha información recíproca, y cuando el grupo está caracterizado por pocos participantes” (North, 1993). Muchos grupos de personas y de organizaciones suelen tener interacciones continuas e intensas. En muchos actos humanos, la probabilidad de reencontrarse es positiva y a veces elevada; por lo tanto, el supuesto de las transacciones espontáneas e impersonales del esquema neoclásico no ayuda mucho para comprender la forma en la que surge la cooperación.

El hecho que posibilita la aparición de la cooperación es que los jugadores podrían volver a encontrarse. En consecuencia, las elecciones que hoy se hagan no sólo determinan el resultado de esta jugada, sino que pueden influir también en las decisiones posteriores que tomen los jugadores. Así pues, el futuro puede proyectar una sombra sobre el presente, y de este modo influir sobre la situación estratégica actual (Axelrod, 1984).

La cooperación ha sido un término muy utilizado para explicar diversos fenómenos en otras disciplinas; pero, en la teoría económica dominante poco se ha dicho al respecto, a pesar de que las empresas han evolucionado adoptando ciertas normas de negocios que a menudo son medios poderosos para sustentar la cooperación (Axelrod, 2004).

En este sentido, se entiende que la cooperación ocurre cuando las personas (o empresas) se organizan por sí mismas en grupos, a fin de competir exitosamente con otros.

En fin, la cooperación puede entenderse como aquel mecanismo en el que los agentes de un mismo grupo o de diferentes grupos comparten objetivos en la consecución de una misma meta y para ello renuncian a algún grado de autonomía con el fin de contribuir al bien del grupo por lo que en la conducta cooperativa está presente cierto altruismo que, sin embargo, proporciona alguna utilidad o ganancia a los agentes. En lo que respecta a las organizaciones económicas, sería ingenuo pensar que una firma cooperara sin esperar nada a cambio, en todo caso, lo mínimo que se podría esperar sería lo equivalente a lo que aportaría dicha empresa; por lo que siempre subyace la reciprocidad en los acuerdos colaborativos entre las empresas.

En efecto, Richardson (1972), Williamson (1975 y 1985) y, Jorde y Teece (1990) plantean que las actividades económicas se coordinan por instituciones que van desde el mercado completamente descentralizado hasta la jerarquía (empresa) completamente centralizada. Por consiguiente, la cooperación interfirma se ubica en ese continuo.

En el terreno de la organización industrial, un acuerdo cooperativo es una forma intermedia de interrelación entre las firmas, el cual proporciona otro modo de organizar la actividad económica. Aunque el acuerdo tiene que ser explícito, no necesita ser un contrato escrito para que la cooperación exista, ya que ésta puede hacerse de manera verbal (Mariti y Smiley, 1983).

Más precisamente, la colaboración interfirma constituye una alternativa de coordinación frente a dos opciones extremas (mercado y jerarquía), en condiciones en las que hay especificidad intermedia de activos, las transacciones son recurrentes y hay pocos agentes en el mercado. Las relaciones de colaboración interfirma superan al mercado, al brindar a la empresa una capacidad

de respuesta adaptativa al ambiente, sin que se pierdan los incentivos de competencia que caracterizan al mercado (García, 2004).

Un aspecto de suma importancia como detonador de los acuerdos cooperativos interfirma, es el objetivo de adquirir y desarrollar capacidades y habilidades tecnológicas. Ante esto, Taboada establece que la cooperación tecnológica interfirma es una alternativa que posibilita que la empresa tenga mayor capacidad de respuesta tecnológica a las exigencias competitivas que enfrenta en la medida en que contribuye a ampliar y/o fortalecer sus capacidades tecnológicas. En tal alternativa, los resultados normalmente no son de corto plazo, por lo que habilita para obtener ventajas tecnológicas a mediano y largo plazo; incidiendo positivamente en la competitividad de la firma en esos lapsos (Taboada, 2004).

Se define a la cooperación tecnológica interfirma como un mecanismo híbrido de coordinación económica en el que las empresas conjuntan esfuerzos para desarrollar mayores capacidades y habilidades tecnológicas con la finalidad de aprovechar las derramas internas y externas del conocimiento, que a la vez permiten mejorar la capacidad innovativa, el desempeño industrial y enfrentar de mejor manera el entorno competitivo.

Inicialmente la cooperación, de acuerdo con la Real Academia Española, se define como la acción de cooperar y, ésta, como obrar juntamente con otros para un mismo fin. La cooperación científica y tecnológica engloba un conjunto de actividades que a cualquier nivel, individual, institucional o nacional, y a través de múltiples modalidades, implican una asociación y colaboración para la consecución de objetivos comunes y un beneficio mutuo en el ámbito de la investigación científica y tecnológica. Esta conceptualización de la cooperación enfatiza su carácter instrumental en la medida que permite sumar esfuerzos, capacidades y financiación para poder conseguir objetivos y resultados que no serían posibles o lo serían en un mayor espacio de tiempo individualmente por los investigadores, grupos de investigación, instituciones o empresas participantes en una actividad conjunta.

Si bien la cooperación científica y la tecnológica comparten su definición, tienen diferencias significativas en sus planteamientos y en su ejecución. Por una parte, la cooperación científica está desde hace mucho tiempo incorporada en los hábitos de trabajo de los científicos, tiene mayor flexibilidad y fluidez y se basa en la autonomía de los actores y en la libre difusión de los resultados. Por otra parte, la cooperación tecnológica se enmarca generalmente en el ámbito de las estrategias empresariales y, en consecuencia, es más restringida y objeto de una negociación más estricta entre los actores, que a su vez tienen valores diferentes a los imperantes en la comunidad científica.

Las actuales fronteras difusas entre la ciencia y la tecnología en numerosos ámbitos difuminan también las diferencias entre estos tipos de cooperaciones. Uno de los ejemplos paradigmáticos que ilustra actualmente esta situación es el concerniente al proyecto del genoma humano. El desciframiento del genoma humano, desde su vertiente de avance del conocimiento científico, se consideró que solamente era posible a través de la cooperación abierta de numerosos grupos de investigación y de instituciones. Sin embargo, desde la vertiente de avance tecnológico, en la medida que abre numerosas puertas a las aplicaciones y a la rentabilidad económica, se plantea como un objetivo de la empresa privada, sin un componente explícito de cooperación, aunque beneficiándose de numerosas aportaciones al acervo del conocimiento del conjunto de la comunidad científica. En otros numerosos ejemplos, la cooperación a través de redes y consorcios de actores heterogéneos, públicos y privados, ha puesto de manifiesto la viabilidad y rentabilidad de estas asociaciones (Callon, 1992; Child, 1998; Zander, 1999).

La extensión de la cooperación se explica también por los beneficios que reporta a los participantes. El reconocimiento de las sinergias que ofrecen las interacciones y la complementariedad, la valoración del incremento de la eficacia de los procesos de investigación, traducida en una mayor productividad, visibilidad y mejora de la calidad del proceso mismo y de los resultados obtenidos, las mejoras en las capacidades competitivas de las instituciones y empresas y los impactos

sobre el grado de internacionalización, son algunos de los beneficios que pueden señalarse (Sebastián, 1996). Sin embargo, la cooperación, como proceso interactivo y social, no deja de plantear dilemas y dificultades que surgen por conflictos derivados de los propios intereses de los participantes, de la complejidad de las interacciones personales e institucionales y de la necesidad de entender y asimilar diferencias culturales (Katz, 1997).

Se pueden desarrollar más y mejores capacidades tecnológicas porque mediante la cooperación, los proyectos de desarrollo científico y tecnológico son más susceptibles de realizarse. Ello implica que aún una sola empresa participante del grupo puede financiar proyectos costosos y riesgosos, y a la vez aprovechar los potenciales productos y procesos en las fases de culminación de los proyectos. Esto, mejora el desempeño innovativo; y al entrar con mejores o nuevos productos y procesos en el mercado se mejora la posición competitiva.

De hecho, los proyectos de investigación tecnológica y más los de investigación científica implican horizontes largos de tiempo (recalcarlo es redundar). En sí la teleología de los fenómenos relacionados con el conocimiento científico y tecnológico se ve más como un proceso sin un fin a la vista.

Así pues, la cooperación interfirma representa una forma intermedia de organización de la producción, ubicada entre los extremos de la integración industrial vertical (internalización completa de la producción) y las transacciones de un solo momento que se dan en el mercado.

Derivado de esto, las empresas que participan en los acuerdos cooperativos están dispuestas a ceder algo de su autonomía de gobernación (administración) en beneficio de proyectos que benefician a todas las integrantes de dichas alianzas, definitivamente, los socios de las empresas o de los proyectos conjuntos comparten objetivos y metas que pueden alcanzarse siempre y cuando cooperen.

Sin embargo, la cooperación tecnológica (y científica) no se limita a las alianzas suscritas entre las empresas. La colaboración entre las instituciones del



conocimiento y las dedicadas a generar riqueza se ha incrementado notablemente en las últimas décadas. Por ejemplo, Caloghirou (2008) señala que las alianzas tecnológicas estratégicas a finales de los 1970 no llegaban ni a la centena pero para finales de los 1990 se habían multiplicado por 7 (un crecimiento exponencial), la mayoría de esas alianzas se realizan en los sectores de alta tecnología en los que la universidad juega un papel importante. De hecho, la innovación cada vez más y de manera creciente se origina afuera de la empresa individual o aún, de otra institución como la universidad (Etzkowitz, 2002).

Así, se asume que cuando las empresas y las universidades establecen acuerdos de colaboración tecnológica es porque buscan complementariedad, y debido a que por medio de la cooperación el financiamiento de los proyectos de investigación se hace más viable, y se aprovechan los potenciales derramamientos del conocimiento. Además, mediante la colaboración, ambas organizaciones adquieren mayores capacidades y habilidades en el desarrollo de la investigación; sólo que al tener como objeto principal la producción y difusión del conocimiento, aunque la universidad colabore, –a diferencia de la cooperación firma-firma– adquiere nuevos matices. Por ejemplo, a través de la colaboración con las empresas, las universidades pueden buscar la complementariedad de sus recursos financieros comercializando la producción de conocimiento; por su parte, las empresas pueden buscar esquivar a sus rivales.

Si bien se ha definido a la cooperación tecnológica interfirma, y se ha aclarado que ahora también las universidades participan activamente en la promoción del desarrollo económico, lo que ha provocado un mayor acercamiento con el sector productivo (empresas); es decir, las universidades colaboran tecnológicamente con las empresas; en las siguientes líneas se abordan los tipos de cooperación tecnológica incluido el realizado entre empresas y universidades.

## 1.2. Tipos de cooperación tecnológica

La mayor parte de la literatura existente no distingue la cooperación tecnológica por tipos de socio (competidores, proveedores, clientes, universidades y/o centros de investigación). La parte más desarrollada de esta cooperación quizá sea la cooperación vertical, la que se da entre proveedores y clientes o viceversa. En estricto *sensu*, estas relaciones podrían confundirse con la integración vertical de la producción debido a que puede abarcar las distintas fases de un producto final. Por su naturaleza, estos acuerdos podrían considerarse como los menos complejos ya que no se pone en riesgo la posición competitiva de las empresas dado que cada firma participa en una fase distinta en la preparación del producto o proceso final. Cuando Richardson (1972) establece que la mayor parte de la producción es coordinada por las organizaciones, está pensando en las relaciones cooperativas que se dan entre los proveedores y los clientes.

Si la cooperación vertical llega a confundirse con la integración vertical de la producción, la cooperación horizontal no corre mejor suerte. Al respecto, a principios de los 1990, Jorde y Teece (1990), y Teece (1992) señalaban que en la economía convencional, prácticamente, se denotaba a la cooperación horizontal (entre competidores) ya que se consideraba como una forma nociva para los objetivos competitivos, pues la cooperación entre las empresas de una misma industria era sinónimo del reparto del mercado o, simplemente cartelización de la economía. Teece ha encarado esta posición académica concluyendo que, bajo ciertas restricciones, la cooperación horizontal no sólo no perjudica el entorno competitivo sino que lo mejora.

A pesar de las limitaciones que existen en la literatura económica para comprender de manera adecuada a la colaboración tecnológica horizontal, el subdesarrollo se refleja más en la subcomprensión de la cooperación tecnológica institucional; es decir, las relaciones cooperativas que se establecen entre las empresas y las universidades o los centros de investigación.

La cooperación vertical se establece entre una firma y sus proveedores o sus clientes, generalmente intercambiando insumos que son complementarios en el proceso productivo. La cooperación horizontal está relacionada con los acuerdos entre las firmas que son rivales directos en el mercado, pero que comparten objetivos comunes como el desarrollo de nuevas tecnologías.

Por su parte, la institucional es un tipo de cooperación entre las firmas y otras organizaciones como las universidades, en la cual se llegan a desarrollar proyectos conjuntos beneficiando a todas las partes mediante, por ejemplo, las derramas del conocimiento (ver Tabla 1).

**Tabla 1. Los tipos de cooperación tecnológica de las firmas y sus fines.**

Tipos	Socios	Fines
<b>Vertical</b>	Proveedores y clientes	Cuando las firmas no son completamente competidoras, sino independientes en el mercado o de bienes complementarios, la cooperación está asociada con mayores niveles de inversión en I&D que son independientes de algún nivel crítico spillovers. Esta cooperación con los clientes se enfoca al desarrollo de nuevos productos novedosos o complejos. Por su parte la meta de la cooperación con los proveedores ha estado más ligada a la reducción de costos, subcontratar actividades a los proveedores y/o desarrollar arreglos cooperativos para reducir costos.
<b>Horizontal</b>	Competidores Rivales	La investigación de la organización industrial sobre cooperación en I&D ha puesto poca atención a esta modalidad. Se ha enfocado, principalmente en las alianzas para alcanzar economías de escala y sobre los acuerdos para minimizar los costos y disminuir los riesgos de los proyectos tecnológicos.
<b>Institucional</b>	Universidades, Centros de investigación.	La cooperación entre las Universidades y la Industria se han intensificado (Hallet al 2000). Las firmas ven a la ciencia pública como una fuente externa de acceso rápido y que privilegian el entendimiento de nuevo conocimiento. La ciencia es más importante como fuente de información para la innovación en aquellos campos basados en la ciencia y la tecnología. Además, la cooperación con la academia es vista como una fuente no cara del conocimiento especializado. También, la naturaleza más genérica de la investigación con las Universidades y las instituciones de investigación implica menos problemas de apropiación

Fuente: Elaboración con base de Balderbos (2004).

La cooperación horizontal es más común en los sectores de alta tecnología y está menos extendida en los sectores de tecnología media. A la inversa, la cooperación vertical es más frecuente en los sectores de baja tecnología e involucra a las firmas que consideran que la ausencia de mercados de información constituye un obstáculo para la innovación, por lo que procuran la cooperación con los clientes. Las firmas que cooperan con los rivales no enfrentan obstáculos similares; esto tiende a confirmar que los rivales se asocian con la finalidad de explotar las

economías de escala y reducir los costos individuales de la innovación en los sectores de alta tecnología (Miotti y Sachwald, 2003).

Miotti y Sachwald añaden que las firmas que cooperan con las instituciones públicas no necesariamente están concentradas en los sectores intensivos en I&D. Sin embargo, tienden a confiar en los recursos de la ciencia para innovar. La cooperación de este tipo no busca enfrentar los obstáculos de los costos para la innovación, por el contrario, las firmas que cooperan con las instituciones públicas consideran que un mercado insuficiente de información constituye un obstáculo para la innovación. La cooperación con las universidades busca recursos complementarios para trabajar en la frontera tecnológica.

Tanto la cooperación vertical como la institucional incidirán positivamente en el desempeño innovativo de las firmas. En el caso de la cooperación vertical, la influencia positiva se explica por el hecho de que los clientes son esenciales durante el desarrollo de nuevos productos y, en especial, a la hora de definir las características que deben poseer (Tether, 2002). Por su lado, los proveedores juegan un papel importante en la reducción de costos de producción y desarrollo; en la disminución de retrasos y riesgos de fracaso de los proyectos; y en el incremento de la calidad y adaptabilidad al mercado de los productos (Surroca y Santamaría, 2006). La cooperación institucional también tiene un papel relevante en la culminación del proceso innovador, especialmente cuando la empresa trata de alcanzar innovaciones dirigidas a nuevos mercados o nuevos segmentos de los mismos.

### **1.3. ¿Por qué la cooperación tecnológica?**

Los resultados de la investigación científica y tecnológica poseen ciertas características que los diferencian de las demás mercancías, y éstas influyen en las decisiones de los empresarios de invertir o no en los proyectos de investigación (Ver Tabla 2).

**Tabla 2. Rasgos sobresalientes de las propiedades del conocimiento.**

<b>Propiedad</b>	<b>Rasgos</b>
<b>Incertidumbre</b>	Las inversiones en los proyectos de investigación conllevan gran riesgo, y la probabilidad de obtener un producto o proceso esperado y comerciable, es muy baja.
<b>Inapropiabilidad</b>	El mercado no garantiza que los poseedores de información puedan apropiársela toda. El conocimiento siempre tiene un grado de tacidad que ni las patentes pueden evitar.
<b>Indivisibilidad</b>	La información es completa o no tiene utilidad. Cuando se compra información el monopolio se termina y esta pueda imitarse; además, es útil solo cuando se conoce.
<b>Acumulatividad</b>	El desarrollo de más conocimiento está en función de las capacidades adquiridas previamente, y estas otorgan más posibilidades de obtener y mejorar productos y procesos.
<b>No especificidad</b>	La investigación genera externalidades y problemas de apropiabilidad. Un proyecto de una empresa, puede beneficiarla mínimamente, pero puede beneficiar a otras que no invirtieron.
<b>Retrasos</b>	La investigación conforme avanza, abre las posibilidades de indagar en otros frentes en lugar de los originales y eso implica retrasos o que se obtengan resultados inesperados.
<b>Costos elevados</b>	Los proyectos de investigación demandan inversiones cuantiosas, pero estas necesitan altos retornos rápidos y, a veces, los proyectos escapan a las posibilidades de las empresas individuales.

Fuente: Elaboración propia con base en Arrow (1962) y Kay (1988).

Nelson (1959), establece que en el desarrollo científico y en la invención, existe incertidumbre y conforme nos acercamos al extremo de la ciencia básica hay mayor incertidumbre respecto a los resultados esperados y, por el contrario, a medida que nos aproximamos a la ciencia aplicada, la incertidumbre es menor; por lo tanto, en esta fase existe una probabilidad más alta de que un proyecto refleje los resultados o ganancias esperadas. Reconoce que los mayores avances para la sociedad y la economía provienen de la ciencia básica.

Arrow supone que la incertidumbre sólo ocurre en las relaciones de producción. Los productores toman una decisión sobre los insumos en este momento, pero los productos no pueden pronosticarse por completo a partir de los insumos. Así, la

producción de un bien bajo incertidumbre puede describirse entonces como la producción de un vector de opciones de bienes (Arrow, 1962).

En cuanto a la apropiabilidad, Arrow (1962) sostiene que ninguna cantidad de protección puede convertir algo tan intangible como la información en un bien completamente apropiable; su mismo uso en cualquier forma productiva, necesariamente la revela, por lo menos en parte.

Para Pavitt (1984) y Teece (1988), el cambio técnico es un proceso específico y acumulativo para las empresas. Lo que éstas pueden hacer técnicamente en el futuro está condicionada por lo que han hecho. De forma paralela, actividades centrales distintas generan trayectorias tecnológicas divergentes que pueden explicarse por especificidades sectoriales.

Por su lado, Kay (1988) señala que la no especificidad es relevante ya que mucha I&D no es producto-específica porque una pieza particular de trabajo se puede traducir en una variedad de productos finales; además, la I&D genera sinergias tecnológicas o economías de alcance. También, mucha I&D no es firma-específica debido a que genera externalidades y problemas en los derechos de propiedad. En cuanto a los retrasos, Kay menciona que, normalmente, un proyecto importante toma muchos años antes de que sea encuadrado en mercancías comerciales; dichos retrasos pueden retroalimentar a otros problemas como el peligro de perder la propiedad del conocimiento, el aumento de costos e incertidumbre.

Pero, ¿cómo es que las propiedades del conocimiento influyen en las decisiones que toman las empresas para cooperar tecnológicamente? Veamos: lo que sucede es que mediante los acuerdos de colaboración las empresas intentan mitigar las economías de fricción que representan estas propiedades. De este modo, la colaboración permite distribuir los riesgos que implican los proyectos de investigación. Por ejemplo, si se tratase de una firma individual, los mayores riesgos en los que se incurre, se relacionan con mayores costos. Adicionalmente, todas las propiedades implicarían –si no se diera la cooperación–, en algunos

casos, costos prohibitivos de la investigación para sólo una empresa. Esto es lo que hace que en un análisis competitivo convencional, teóricamente haya siempre subinversión privada en las actividades científicas y tecnológicas, haciendo necesaria, de esta manera, la colaboración interfirma.

Por otro lado, lo que impulsa a las empresas para buscar la colaboración no son causas homogéneas. Más bien, los motivos responden a los intereses de cada empresa, por lo que, algunas veces, serán para complementar el potencial innovativo, otras para comercializar los nuevos productos tecnológicos y, otras para evitar la duplicidad e incrementar las inversiones. De cualquier manera, Freeman (1991) señala que las formas de cooperación interfirma más importantes son las tecnológicas, ya que fortalecen la competitividad de la empresa.

Entre los principales motivos tecnológicos que se toman en cuenta para establecer ciertos acuerdos de cooperación interfirma o interinstitucional se encuentran los siguientes:

- a) La *transferencia de tecnología* que se refiere al flujo de tecnología (información) de una firma o institución a otra, una licencia de patente es la forma más común;
- b) La *complementariedad tecnológica* que es una forma de transacción de largo plazo donde la tecnología es intercambiada o compartida entre dos o más partes, el acuerdo proporciona un compartimiento del conocimiento de las organizaciones, generalmente para el desarrollo de nuevos productos;
- c) Los acuerdos de *comercialización* (de nuevos productos o procesos) que se llevan a cabo entre una firma manufacturera y una firma distribuidora o comercializadora;
- d) *Riesgos y costos compartidos*: implican el manejo de la operación por uno de los socios, mientras que los otros contribuyen con el capital y asumen parte del riesgo de fallar (Mariti y Smiley, 1983; Hagedoorn y Schakenraad, 1990);



e) *Acortamiento del periodo (de vida del producto)* entre el descubrimiento y la introducción al mercado de un nuevo producto, o también la reducción del ciclo del producto;

f) El *monitoreo* de la evolución *de las tecnologías* y las nuevas oportunidades de negocios (Hagedoorn y Schakenraad, 1990);

g) La *internalización de las externalidades-spillovers* del conocimiento (Veugelers, 1998).

Los tres primeros motivos, son los que se señalan de manera recurrente en la literatura económica; pues muchas empresas trabajan con licencias otorgadas por otras, ante la imposibilidad de acceder a la alta tecnología en el corto plazo; mientras que muchos acuerdos tienen la finalidad exclusiva de complementar sus activos tecnológicos o para alcanzar capacidades y habilidades tecnológicas cuyo desarrollo interno, incluso, podría ser prohibitivo.

Por su parte, los acuerdos impulsados por la comercialización son más representativos de las nuevas y pequeñas empresas de alta tecnología que buscan los nichos de mercado para los nuevos productos o procesos, pero por la ausencia de una red de distribución necesitan recurrir a una empresa que tenga una fuerte presencia en el mercado para introducir de manera exitosa esos nuevos productos o procesos.

En los acuerdos establecidos para acceder al mercado, una empresa puede proporcionar capacidades tecnológicas de manufactura u otras, a cambio de ventajas en la comercialización.

Este tipo de acuerdos son muy comunes en las industrias de alta tecnología, donde las pequeñas empresas ofrecen notables avances o descubrimientos tecnológicos, pero carecen de presencia o redes de distribución en el mercado y, entonces, buscan aliarse con una gran empresa reconocida en este ámbito (Pfister, 2003).

De acuerdo con Foray (1991), en lo que respecta al financiamiento de la I&D; lo que más se observa es el aprovechamiento de la forma de riesgos compartidos, pues al impulsar un megaproyecto que rendirá frutos a muchas empresas y dadas la no especificidad y la incertidumbre en los productos de la investigación, las empresas son más propensas a cooperar para mitigar los elevados costos de financiamiento y los problemas de no apropiabilidad absoluta.

El hecho de que en nuestros días nos encontremos ante un escenario donde la vida útil o más bien comercial de un producto se acorte, obliga a las empresas a entrar en una carrera innovativa continua que, individualmente, puede resultar muy costosa por lo que éstas buscarán la colaboración para no quedarse al margen de los nuevos desarrollos tecnológicos y científicos, *máxime* cuando ahora se habla más de economías de variedad que de economías de escala.

Una motivación que ha impulsado muchos de los acuerdos de cooperación tecnológica en los últimos años, es el monitoreo de las nuevas tecnologías y los nuevos descubrimientos de los diversos sectores industriales y campos del conocimiento. De este modo, las firmas interesadas en estar a la vanguardia buscarán aliarse con las empresas intensivas en conocimiento, con los centros de investigación, o de manera más genérica con las universidades.

Taboada (2004) presenta una clasificación de la cooperación tecnológica que resume varios de los elementos que hacen propensas a las empresas a cooperar, aunque algunas de las motivaciones quedan englobadas en categorías más generales que hacen confusas las particularidades. Sin embargo, se rescata esa clasificación para profundizar en una de sus modalidades que no se señala en la lista previa:

- i) alianzas tecnológicas estratégicas: acuerdos en los que las actividades conjuntas de I&D u otras actividades innovativas son lo central y se asumen para posicionar el producto en el mercado pensando en el largo plazo para al menos uno de los socios;

- ii) acuerdos para compartir o transferir tecnología: se proporciona *know how* a través de la transferencia de información, planos, herramientas y personal. La finalidad es que las firmas permitan el acceso a su tecnología porque así conviene a sus intereses;
- iii) subcontratación tecnológica: el subcontratista complementa sus propias capacidades con asistencia de la firma a la cual provee. La relación adquiere cierta estabilidad que es importante por: a) induce a los subcontratantes a asumir el riesgo de una especialización en habilidades y equipo, y b) da paso a la cooperación para el desarrollo de especificaciones, procesos y diseños del producto subcontratado.

Debe reconocerse que una parte importante del proceso de la cooperación se compone por la subcontratación tecnológica; fenómeno observado sobre todo en las relaciones cliente proveedor, como lo señala Taboada; aunque puede encontrarse también en las empresas que por la velocidad de los cambios en los diseños y en los materiales de los productos requieran contar con los servicios especializados de empresas tecnológicas, normalmente pequeñas pero capaces de adaptarse a las exigencias y especificaciones de los clientes. Para ello se requiere una colaboración tecnológica muy estrecha entre los equipos humanos de ambas firmas.

En general, las motivaciones para emprender acuerdos de cooperación tecnológica responden a las necesidades que tienen las empresas para superar o hacer más accesibles los grandes desafíos que existen para acceder al conocimiento y a la nueva tecnología; esto es, las empresas tratarán siempre de obtener capacidades tecnológicas para alcanzar un mejor desempeño innovativo y a la larga obtener ventajas competitivas. Para ello requieren fuertes inversiones en ciencia y tecnología, y como las actividades implícitas y explícitas en estos rubros se caracterizan por elevados riesgos, altos costos, no apropiabilidad absoluta, retrasos e incertidumbre; entonces, las empresas mediante la cooperación mitigan estas problemáticas.

#### **1.4 Dificultades que entraña la cooperación tecnológica**

Primero, un problema profundo en los acuerdos cooperativos es ver cómo cooperan los actores independientes, a un grado tal que renuncian a parte de su autonomía. El resultado es un nuevo nivel de organización que se comporta como un actor independiente, a veces con gestión propia (Axelrod, 2004). En consecuencia, la cooperación tecnológica puede verse como un mecanismo (regla del juego), en el que las empresas defienden y cuidan sus intereses tecnológicos comunes, pero a la vez ceden algo de independencia en el mismo entorno competitivo que puede representar un riesgo.

Como el caso de, Laursen (2010) analizan los efectos de las cláusulas de concesión en los contratos de licenciamiento de tecnología. El dilema es que la firma que otorga la licencia estará interesada en que no se saque mayor provecho de lo que se está estipulando en el acuerdo (para ello se estipula una cláusula específica). Sin embargo, la firma que contrata la tecnología no estará dispuesta a ceder todos sus nuevos mejoramientos tecnológicos y que sean aprovechados por la firma que otorga la licencia. Ante ello, se advierte un potencial riesgo de perder la posición competitiva de la empresa que otorga la licencia, y más cuando las empresas que participan en el acuerdo son del mismo sector o que la tecnología objeto de la licencia sea parte central de los negocios de la empresa que otorga la licencia.

En segundo lugar, cuando se comparte un propósito u objetivo único, la acción individual no organizada no será capaz de favorecer en absoluto ese interés común o no podrá favorecerlo adecuadamente. Las organizaciones pueden, por lo tanto, desempeñar una función crucial cuando hay intereses comunes o de grupo (Olson, 1992). En efecto, arrancar un proyecto tecnológico conjunto implica *de facto* crear una estructura de gobernación para esa nueva empresa, y eso sin más es incurrir en nuevos costos; pero además, orilla a entrar en procesos de negociación para repartir responsabilidades, que también son costos de transacción.

Una tercera dificultad está representada por un potencial riesgo moral, sobre todo en las primeras fases de la colaboración, esto debido a que alguna firma que esté interesada en la colaboración científica y tecnológica podría revelar buena parte del conocimiento codificado y tácito con el fin de atraer la atención de su probable socio, pero la contraparte podría incurrir en una conducta oportunista aprovechando esa información revelada y, por tanto, retirarse de la negociación del acuerdo porque la información que le interesaba ya la tiene en sus manos.

En consecuencia, el mayor riesgo que corren las empresas cuando se establece un acuerdo cooperativo es el oportunismo del socio. La problemática relacionada es más difícil que la misma incertidumbre. Para mitigar los intereses individualistas, se puede recurrir a la confianza, la negociación, las salvaguardas y los vínculos del capital. La confianza se presenta como un estado permisivo de ciertos comportamientos pero procura evitar las actitudes y acciones que la destruyan. Mientras tanto, la negociación concilia las asimetrías de los intereses y de las competencias, pues permite armonizar las inversiones y administrar las sinergias; aunque, algún grado de autonomía es necesario para evitar negociar demasiado, y si la negociación es larga y costosa puede implicar duplicación de esfuerzos para obtener información y para encontrar soluciones (Brousseau, 2000).

La constitución de los vínculos en capital, es un medio esencial para incentivar a la adopción de comportamientos cooperativos, en lugar de oportunistas, pues permite establecer una comunidad de intereses entre las partes, amenazas mutuas creíbles y dispositivos para la repartición de los beneficios residuales.

Otro problema que pueden enfrentar las estructuras administrativas de los acuerdos de cooperación es el de agencia-principal. Aquí, las firmas podrían confiar en que la nueva estructura de gestión de los acuerdos va a representar los intereses de todas las partes que participan en el acuerdo; sin embargo, los administradores podrían sesgar sus decisiones y favorecer ampliamente a una de las partes. O simplemente, la nueva estructura organizacional puede desviarse de

sus objetivos originales, favoreciendo los intereses individuales de los agentes antes que de los principales, tal y como suele suceder en muchas grandes empresas.

Ambos problemas, el del riesgo moral y el de la agencia-principal, son reconocidos por Arora (2001), como una característica en la gestión de los proyectos relacionados con la creación y la comercialización del conocimiento y de la propiedad intelectual. Por lo tanto, deben ser problemas a tomar en cuenta cuando se aborden las cuestiones relacionadas con la cooperación en ciencia y tecnología.

En quinto lugar, la confianza ya aludida por Brousseau (2000), si bien puede ser aprendida como una buena rutina, ésta implica un capital reputacional; es decir, la o las firmas socias probables pueden decidir cooperar o no cooperar de acuerdo a la percepción y evaluación que tengan sobre la otra firma. Sin mayor problema, una firma con buen comportamiento en el cumplimiento de sus acuerdos puede ser un buen prospecto para cooperar con ella; pero construir un capital reputacional lleva tiempo, por lo que desde esta perspectiva firmar un acuerdo con una firma recién llegada al mercado puede representar un riesgo mayúsculo restringiendo, de este modo, las opciones de vinculación de las nuevas pequeñas empresas.

La confianza rige las relaciones de cooperación entre empresas en la medida que los integrantes de las firmas reducen su brecha cognitiva, las partes logran comunicarse e integran a su saber rutinas y hábitos de negociación. La confianza se basa tanto en compartir valores y normas *ex ante*, pero también en la amistad y la fraternidad, y en la interacción que tiene como objeto construir acuerdos de colaboración. Los compromisos no se asumen en la expectativa de que una de las partes dañe a la otra de manera intencional. La confianza no es ciega, tiene un fundamento racional y no es incondicional (Nooteboom, 2006).

En suma, el camino a la cooperación tecnológica no es un terreno plano; más bien, existen algunos inconvenientes que son importantes a considerar cuando se toma la decisión de cooperar tecnológicamente. Sin embargo, las empresas individualmente tomarán la decisión de cooperar, aún y todas estas desventajas, cuando claramente valoren que los beneficios en términos de desempeño innovativo, de desarrollo industrial y de ventajas competitivas estén por encima de los costos y los riesgos asumidos.

### **1.5 La cultura de la cooperación en los Sistemas Nacionales de Innovación**

La articulación de los sistemas nacionales de innovación figura entre las prioridades de las políticas científicas y tecnológicas, que progresivamente se van transformando en políticas para el fomento de la innovación. Actualmente se considera que los sistemas nacionales de innovación se construyen a partir de las interacciones y colaboraciones entre los actores heterogéneos que forman parte de estos sistemas. La cooperación constituye uno de los instrumentos fundamentales para garantizar su articulación y cohesión. La cuestión para el futuro está en transformar este carácter instrumental de la cooperación en una cultura que impregne al conjunto del sistema.

La cooperación permite el fortalecimiento de las capacidades nacionales para la Investigación, Desarrollo e Innovación ( I+D+I ) a través de su complementación, favoreciendo sinergias, superando problemas de insuficiente masa crítica, incentivando la movilidad, permitiendo el planteamiento de objetivos para la Investigación y Desarrollo ( I+D ) más ambiciosos, produciendo economías de escala y generando una dinámica participativa y de pertenencia que crea un clima más favorable, tanto para acelerar los procesos de innovación, como para incrementar los sentimientos de autoestima y utilidad de la comunidad científica y de las instituciones de I+D.

Un aspecto especialmente relevante, que constituye un objetivo generalizado, es el incremento de los niveles de coordinación al interior de los sistemas nacionales de innovación. En este sentido, se puede considerar a la cooperación como uno de los mejores instrumentos para mejorar la coordinación científica e interinstitucional. La cooperación ofrece la oportunidad de conseguir la coordinación, no por imperativos, sino sobre la base de objetivos específicos y compromisos asumidos con la expectativa de obtener un beneficio mutuo, generando asociaciones más estables y sostenibles. Las relaciones entre coordinación y cooperación en los sistemas nacionales de innovación deberán profundizarse en el futuro desde la perspectiva de generar instrumentos de fomento que potencien a ambas. Los programas integrados de I+D y las redes interinstitucionales pueden ser algunos de estos instrumentos.

La consideración de la cooperación como un elemento intrínseco de los sistemas nacionales de innovación, además de favorecer la eficacia y eficiencia de los mismos, contribuye a mejorar la imagen y la percepción social de la ciencia y la tecnología. La cooperación se percibe siempre de una manera positiva por parte de la sociedad y, en consecuencia, la asociación del esfuerzo científico con ella redundará en una mejora de su apreciación social.

Los sistemas nacionales de innovación se caracterizan por ser sistemas abiertos, como corresponde a la consideración de los procesos de innovación como procesos sociales. El carácter abierto de estos sistemas le diferencia de otras conceptualizaciones, como la de los sistemas científico técnicos o de los sistemas ciencia-tecnología-industria. Sin embargo, hay una serie de elementos bien caracterizados que intervienen en los sistemas nacionales de innovación, como son los organismos responsables de las políticas y del fomento de la I+D+I, los organismos de I+D, las universidades, las empresas, los centros tecnológicos, una variedad de centros de interface, gestión, difusión y apoyo a las actividades de investigación e innovación y algunas organizaciones no gubernamentales y entidades financieras. La cooperación entre cada una de ellos y entre ellos constituye la clave para la armonización y rentabilidad del sistema.



La cooperación entre los diferentes tipos de organizaciones tiene fundamentos y modalidades diferenciadas. La cooperación entre Universidades tiende a fortalecer sus capacidades y ofertas docentes, así como el desarrollo de la investigación científica y las actividades de extensión (Sebastián, 2000). Sin embargo, la competencia entre ellas, especialmente de las más próximas entre sí, plantea algunos obstáculos para mejorar las sinergias locales. En numerosas ocasiones se produce una mejor cooperación entre las universidades en la dimensión internacional que en la nacional. En este sentido, existe todavía la necesidad de interiorizar más profundamente en las universidades una cultura de la cooperación que permita, a través de la complementación de sus capacidades, cumplir mejor su misión de servicio a la sociedad.

La cooperación entre las empresas en el ámbito del desarrollo tecnológico y la innovación está guiada por unas estrategias que tienen como objetivo la mejora de la productividad, de su posición en el mercado y de sus beneficios. Esta cooperación está condicionada por los límites de estas estrategias en términos de confidencialidad y de valoración de riesgos, así como de algunos aspectos socioculturales, entre los que la confianza juega un papel fundamental. El binomio confianza/desconfianza ha sido señalado como un factor crítico en el futuro desarrollo empresarial, superando incluso en importancia al factor del conocimiento (Binfield, 1997). Asimismo, entre los factores externos que impulsan la innovación, los empresarios españoles señalan en una reciente encuesta los siguientes: cooperación con proveedores, cooperación con clientes, cooperación con otras empresas, cooperación con centros de investigación y cooperación con universidades (Fundación Cotec, 1999). De acuerdo con esta encuesta, la cooperación figura como una cultura explícita entre las empresas innovadoras.

El análisis de las relaciones entre empresas y universidades y centros de I+D ha sido ampliamente tratado y debatido. La madurez de estas relaciones es uno de los criterios para evaluar la articulación de los sistemas nacionales de innovación, en la medida en que son los principales actores en la ejecución de la I+D en la que puedan fundamentarse innovaciones de base tecnológica.

Las tendencias en la colaboración entre universidades y empresas muestran la existencia de una evolución en los planteamientos. Una primera etapa está marcada por la mera oferta de servicios por parte de las universidades. Esta etapa está definida por unas relaciones unidireccionales sobre la base de la existencia de unos servicios en las universidades que pueden ser utilizados por las empresas como simples clientes. Una segunda etapa se define por una relación más estrecha de oferta/demanda, especificada como de vinculación empresa-universidad. La tercera etapa se caracteriza por una interacción basada en actividades conjuntas, en las que hay compromisos institucionales explícitos. Esta etapa se define como de cooperación empresa-universidad. Supone un grado mayor de interacción, especialmente por parte de las empresas, que no son solamente clientes de las universidades, sino socios de ellas en proyectos y actividades conjuntas a través de acuerdos y alianzas, así como de consorcios multiinstitucionales (Sebastián, 2000).

La densidad de las redes de innovación señala también el grado de articulación de los sistemas nacionales de innovación. Estas redes, constituidas por actores heterogéneos, facilitan las interacciones entre los entornos científicos, tecnológicos, industriales, financieros y de mercado, mostrando su utilidad tanto en el ámbito de la innovación de productos, procesos y servicios, como en el de la difusión tecnológica en diferentes sectores productivos.

Las políticas orientadas a la articulación de los sistemas nacionales de innovación requieren de instrumentos adecuados para el fomento de la cooperación entre los diferentes actores. Las redes de cooperación, en sus diversas tipologías, constituyen no solamente uno de estos instrumentos sino, especialmente, un modelo organizativo para el conjunto del sistema (Sebastián, 2000). Las ventajas y oportunidades que ofrecen las redes se pueden aplicar al interior de los sistemas nacionales de innovación, tanto para organizar el entramado institucional como para la organización funcional de las actividades de I+D+I.

La organización en red contribuye a potenciar las infraestructuras y recursos humanos existentes, además de aliviar la asimétrica distribución de las capacidades para la I+D+I en la mayoría de los países, donde la geografía de la innovación muestra la existencia de unos pocos polos de desarrollo científico y tecnológico junto a extensas áreas de menor desarrollo. La organización en red facilita la interacción y la complementariedad, favoreciendo la cohesión territorial. Desde el punto de vista funcional, las redes de cooperación representan una modalidad muy adecuada para organizar las actividades de I+D, especialmente en países y en áreas científico técnicas donde existen masas críticas insuficientes y debilidades en los grupos de I+D. La organización funcional en redes de investigación permite aprovechar mejor los recursos existentes que la organización basada en micro proyectos, con una participación muy reducida de recursos humanos, lo que conduce a una centrifugación y atomización de los esfuerzos y capacidades.

La asimilación de la cultura de la cooperación en los sistemas nacionales de innovación requiere, a su vez, cambios en algunos de los enfoques de las políticas, que serán comentados más adelante, y cambios culturales en las comunidades científicas, valorizando más las colaboraciones y la apropiación social del resultado del trabajo de investigación. Este planteamiento obliga a cambios en los criterios de evaluación y de reconocimiento a la labor de los miembros de las comunidades científicas, basados en la actualidad más en las aportaciones individuales que en las colectivas y en un relativo menor peso de la oportunidad y la pertinencia. La extensión de la cultura de la cooperación en los sistemas nacionales de innovación requiere reconsiderar los criterios de evaluación.

## **1.6 La dimensión internacional de la cultura de la cooperación en la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I).**

El escenario del desarrollo científico, tecnológico y de la innovación se ha ampliado en los últimos treinta años hasta convertirse en un escenario único, el escenario mundial. La progresiva internacionalización de los procesos de la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I), de las instituciones de Investigación y Desarrollo (I+D) y de las empresas innovadoras ha ido acompañando, a veces, como impulsora y otras, como consecuencia, a los procesos de mundialización de la política, la economía y los hábitos sociales.

La dimensión local y la dimensión internacional forman parte de un binomio que incluye aspectos diferenciados con su propia especificidad, pero también espacios de interacción e influencia mutua. Las políticas científicas y tecnológicas deben considerar las dos dimensiones, así como sus interrelaciones. La construcción de un sistema nacional de innovación como un sistema abierto tiene necesariamente que articularse en el nivel regional y mundial.

La cultura de la cooperación en la I+D+I integra la dimensión internacional y constituye, en la práctica, un motor para la internacionalización y una variable estratégica.

Las funciones y el papel de la cooperación internacional en la I+D+I son múltiples, pudiendo destacarse la creación de capacidades nacionales, la complementación de estas capacidades, el fortalecimiento institucional y empresarial, la ampliación de los recursos financieros, la internacionalización de la comunidad científica, la articulación internacional de los sistemas nacionales de innovación y la contribución a la cooperación para el desarrollo. Cada uno de estos papeles y funciones tendrá un peso diferente dependiendo del nivel de desarrollo científico y tecnológico de los países y de sus instituciones. Los énfasis serán mayores en la complementación de las capacidades en la cooperación entre países de mayor desarrollo y en la cooperación horizontal, mientras que en la cooperación entre los

países más desarrollados con los de menor desarrollo, los énfasis serán mayores en la creación de capacidades y el fortalecimiento institucional en éstos últimos.

La cooperación internacional ha sido tradicionalmente, y es todavía, un importante instrumento para la creación y fortalecimiento de las capacidades nacionales a través del asesoramiento, formación e intercambio de experiencias en el ámbito de la organización y gestión de la I+D+I, la creación de infraestructuras físicas, la formación y especialización de recursos humanos para la I+D+I, la apertura de nuevas áreas de I+D, la mejora de la calidad en la investigación y la innovación, así como la adquisición de valores, conceptos y métodos de trabajo.

La complementación de las capacidades nacionales para la I+D+I constituye un objetivo y un resultado de la cooperación internacional. A ello contribuye la superación de la masa crítica en determinadas áreas, la movilidad e intercambio de científicos y tecnólogos, la creación y/o participación en infraestructuras científicas internacionales, el desarrollo conjunto de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, la contribución al avance de los conocimientos y tecnologías en la megaciencia, el abordaje de problemas científicos y tecnológicos que tienen una dimensión supranacional, la pertenencia a redes internacionales de cooperación y el mejor acceso a la tecnología, a través del codesarrollo, la difusión y transferencia.

La cooperación internacional ha sido percibida tradicionalmente, especialmente por los países de menor desarrollo, como una fuente de financiación. Sin embargo, actualmente, esta no es su principal función, no solamente porque los flujos financieros tradicionales son cada vez más escasos, sino porque todas las otras funciones de la cooperación internacional le ganan en importancia e impacto. En cualquier caso, la cooperación internacional permite sumar y movilizar esfuerzos financieros adicionales, especialmente a través de esquemas de cofinanciación, así como reducir costes y riesgos.

El fortalecimiento institucional, empresarial y del propio sistema nacional de innovación es un resultado tangible de una cooperación internacional planteada adecuadamente. De hecho, este debe ser el criterio para evaluar la eficacia de la cooperación. Las mejoras en las capacidades, calidad, competitividad, visibilidad y reconocimiento internacional deben ser los parámetros para llevar a cabo la evaluación.

Un aspecto específico de la cooperación internacional en la I+D+I es el de la cooperación para el desarrollo. Los objetivos y los correspondientes instrumentos corresponden a tres ámbitos: la creación de capacidades endógenas y auto sostenibles, así como el fortalecimiento institucional de los países de menor desarrollo; la ejecución, preferentemente conjunta, de actividades de I+D+I en problemas o temas de interés para estos países y la transferencia de conocimientos y tecnologías para mejorar la capacidad productiva, la modernización tecnológica y el nivel de competitividad de las economías de los países de menos desarrollo. Estos objetivos son compatibles con muchos otros, en esquemas de cooperación integrados e híbridos, que incluyen la colaboración con todo tipo de países e instituciones.

La estrategia de la cooperación internacional es muy variada. En el ámbito de la Inversión, Desarrollo e Innovación (I+D+I) todos los países son participantes más o menos activos. Como se ha señalado anteriormente, hay diferencias entre los objetivos y modalidades, así como en las simetrías en la cooperación, los liderazgos, el nivel de los compromisos y la percepción del mutuo beneficio.

La mayor rentabilidad de la cooperación se consigue cuando se tienen objetivos precisos y estrategias adecuadas para ellos, comenzando por la selección de los socios y las modalidades, así como la negociación de las condicionalidades y la utilización de los resultados. Los modelos activos de cooperación frente a los pasivos son fundamentales para maximizar beneficios e impactos. Estos planteamientos están conduciendo a una mayor diversificación y a un mayor énfasis en la cooperación "a la carta", e incluso a la cooperación informal,

poniendo en cuestión la cooperación tradicional basada en la participación en programas de oferta de organismos internacionales y países, que propician marcos para la cooperación homogéneos y poco flexibles.

En la medida en que los programas de cooperación de oferta se adecuan más a los objetivos de los actores, éstos tienen un mayor atractivo y utilidad, generando dinámicas de cooperación que trascienden a los propios límites de estos programas. Los programas Marco de I+D y EUREKA tienen un gran poder de movilización en el ámbito europeo, como ha sido también el caso del programa CYTED e IBEROEKA en el ámbito iberoamericano. El creciente papel activo de las instituciones, las empresas y la comunidad científica está contribuyendo al incremento de la cooperación internacional entre las universidades (Sebastián, J., 2000a), de la dimensión internacional de la cooperación empresa-universidad (Sebastián, J., 1999b) y entre las empresas (Niosi, J., 1999; Agüero, E., Suárez, F. y Sebastián, J., 1999), contribuyendo a la extensión de la cultura de la cooperación y a la internacionalización de los sistemas nacionales de innovación.

## CAPÍTULO II

### LA COOPERACIÓN TECNOLÓGICA EN EL SECTOR BIOFARMACÉUTICO GLOBAL

#### **2.1. Desarrollo del sector biotecnológico de la industria farmacéutica mundial en un entorno de desarrollo científico y tecnológico**

Las economías del mundo desarrollado y las de los países que hacen esfuerzos importantes para llegar a ese estadio, en las últimas décadas, se han centrado en el fomento de las actividades que están estrechamente relacionadas con la producción y el intercambio de bienes intensivos en conocimiento científico y tecnológico. Estas actividades se alientan porque de manera gradual se han venido consolidando mercados internacionales y nacionales de tecnología.

Generalmente, lo que persuade a los gobiernos y a los propios empresarios para invertir y desarrollar ciertos sectores estratégicos de la economía es la posibilidad de lograr una producción y una comercialización de mercancías de elevado valor agregado, que permitiría a los países lograr un mayor nivel de competitividad tecnológica. En este sentido, la reconversión de las actividades económicas tradicionales a unas más intensivas en conocimiento implica grandes inversiones en ciencia y tecnología. Así pues, cada vez más y de manera creciente las economías más dinámicas del planeta están confiando en las bondades del conocimiento (nuevos descubrimientos e innovaciones incrementales) para impulsar el crecimiento, el bienestar y para resolver muchos problemas económicos del mundo actual.

Aparte de las muy conocidas tecnologías de la información y de las comunicaciones, la biotecnología es uno de los campos emergentes del conocimiento en el que se están encontrando muchas posibilidades de



aplicaciones industriales de los nuevos descubrimientos. En este contexto, una de las industrias, anteriormente consideradas como tradicionales, que han sido fuertemente impactadas por el desarrollo de la biotecnología es la industria farmacéutica. De tal manera que al día de hoy, los avances en el sector salud, difícilmente se podrían comprender sin los hallazgos que se han realizado en la biotecnología. En efecto, las aplicaciones más rentables y extendidas de la biotecnología se han encontrado en el área de la salud, de la cual la industria farmacéutica es la principal proveedora de medicamentos.

El mundo ha sido testigo del nacimiento de una de las mayores revoluciones tecnológicas de nuestro tiempo: la biotecnológica. Los impactos de la biotecnología moderna en la economía han sido comparados con la microelectrónica y las tecnologías de la información y la comunicación (Corona, 2006). La biotecnología moderna ha repercutido mucho en el desarrollo de diversos sectores como el de la salud (Bolívar, 2003).

Aunado a la supremacía de la biotecnología de la salud, para algunos autores denominada biotecnología roja (Hermans, 2008), otra de las características de esta industria es que ha estado estrechamente relacionada con el aprendizaje académico, por lo cual la investigación universitaria de vanguardia está relacionada con la creación de nuevas firmas biotecnológicas (Hermans2008). Además, el desarrollo biotecnológico está en función del conocimiento científico de las universidades y de los centros públicos de I&D (OCDE, 2009). De este modo, el avance de la biotecnología es paralelo al progreso de la ciencia en el que los recursos humanos (científicos) son la fuente más poderosa de invenciones e innovaciones (OCDE, 2006; Corona, 2006).

La biotecnología fue uno de los precursores en el establecimiento de los centros universitarios de investigación “multidisciplinarios y con propósitos múltiples”, considerados como unidades de investigación organizada que hicieron converger a los científicos e ingenieros de la industria con los de las universidades. Diversos estudios han demostrado que el campo de la biotecnología ha registrado el mayor

número de alianzas entre la universidad y las empresas, en comparación con otros campos; además, la tasa de crecimiento de las alianzas es mayor al 20% anual (Boardman, 2008).

Las primeras empresas dedicadas de lleno a la biotecnología moderna, se originaron a partir de los grandes laboratorios universitarios en los Estados Unidos, en los que el conocimiento científico y el personal científico se convirtieron en los activos principales para esta industria.

Algunas empresas surgieron de la colaboración entre los investigadores sobresalientes (incluso ganadores del premio Nobel) y los emprendedores privados que proporcionaron los recursos financieros. Un ejemplo, de este tipo de colaboración, es el caso del científico Ronald Cetus y el empresario D. Glaser, quienes fundaron la firma CETUS. Genentech, una de las empresas más importantes que realizan biotecnología moderna, también fue creada en 1976 de una alianza entre científicos y un empresario. Biogen y Genes en Europa son otros ejemplos (Corona, 2006).

Sin embargo, los beneficios de la biotecnología en avances tecnológicos, no escurren de manera directa a toda la industria farmacéutica; más bien se pueden identificar dos segmentos, uno de los cuales está compuesto por las firmas multinacionales que llevan a cabo una cooptación productiva de las pequeñas empresas biotecnológicas (fusiones, adquisiciones, acuerdos asimétricos de cooperación). Esta cooptación tiene éxito porque las grandes firmas farmacéuticas cuentan con los recursos y las capacidades técnicas y de comercialización que las hace capaces de escalar industrialmente muchas innovaciones que surgen de las pequeñas empresas biotecnológicas. Esta situación está provocando que nuevamente las grandes farmacéuticas no sólo sean hegemónicas en ventas sino que ahora lo sean también en invenciones e innovaciones.

Entonces, las principales firmas ganadoras de la revolución biotecnológica son las multinacionales farmacéuticas que mantienen un dominio casi absoluto en el

mercado (de gran valor) de medicamentos de patente que, además, en muchos países está fuertemente protegido por un sistema de la propiedad intelectual que resulta implacable.

En efecto, hasta este punto, se puede resumir que de acuerdo con Pattikawa (2008), que a la vez retoma otros autores (Tushman, Anderson y Han), en las últimas tres décadas, los mercados de medicamentos han registrado una de las tecnologías más revolucionarias de nuestro tiempo, el desarrollo de drogas basado en la química tradicional pasó a un desarrollo sostenido con bases biológicas. De este modo, la biotecnología se percibe abiertamente como la parte que juega el papel de la innovación destructiva en la industria farmacéutica; por ejemplo, en los Estados Unidos en el periodo mencionado se han fundado más de 1,000 firmas biotecnológicas.

No obstante, lo que ahora se observa en el mundo es que las empresas farmacéuticas más grandes han hecho suya la nueva tecnología (biotec), implementando acuerdos de cooperación con las nuevas firmas biotec con el fin de incrementar sus propias capacidades internas. Como recompensa, las *start-ups* biotec acceden a recursos financieros proporcionados por las gigantes.

El otro segmento de la industria farmacéutica está representado por los productores de medicamentos genéricos que están a la expectativa del vencimiento de las patentes. En este subsector, si bien pueden registrarse innovaciones de proceso, difícilmente se registra una tasa elevada de innovaciones de producto. En este segmento, en muchos países, sobre todo los menos desarrollados, participan las pequeñas y medianas empresas como oferentes de medicamentos para las familias de ingresos bajos y para los sistemas de salud pública de los países; aunque también hay una participación importante de las multinacionales de genéricos. En términos comparativos el segmento de la producción de genéricos es el de menor rentabilidad.

Mientras que la competencia en los medicamentos innovadores tiene como palanca a los avances tecnológicos, los productores genéricos compiten con los laboratorios establecidos en términos de precios. Una versión genérica de un medicamento puede ser hasta 80% más barata que su contraparte de marca. De manera frecuente, las firmas con marcas registradas todavía tienen la habilidad para mantener un precio mucho más alto aún cuando existen alternativas genéricas; aquí importan mucho las estrategias publicitarias, de diferenciación de producto, del aprovechamiento de las carencias en las regulaciones de los mercados, de la cooptación de la competencia mediante el otorgamiento de pagos a las compañías productoras de genéricos para que permanezcan afuera de la competencia, e incluso, del *lobby* político (Pattikawa, 2008).

Dado lo anterior, el segmento más rentable de la industria farmacéutica tiene un alcance global y se encuentra dominado por empresas multinacionales que están involucradas en importantes actividades de negocios en muchos países, y cuyos productos son distribuidos y comercializados a nivel mundial. La mayoría de los nuevos productos farmacéuticos son comercializados mundialmente; los de última generación (de mayor valor agregado) se venden, por lo general en los países de ingresos medios y altos países de la OCDE (Alemania, España, Italia, Francia) que representan entre el 80 y el 90% del total, los productos de menor valor son lanzados en los países de menores ingresos (Cockburn, 2008).

A pesar del alcance global en la comercialización de sus productos, las firmas farmacéuticas multinacionales mantienen fuertemente concentradas y centralizadas sus principales actividades innovativas. Esta concentración se manifiesta en dos sentidos. Primero, si se considera al ámbito mundial, la mayor parte de las inversiones se realizan en los principales países desarrollados como los Estados Unidos, las principales economías de la Unión Europea y Japón, llegando a representar estas tres regiones más del 90% de la inversión total mundial en I&D de las empresas farmacéuticas (véase Tabla 3). En segundo lugar, dentro de los países donde se realizan las mayores inversiones en I&D, existen algunos núcleos de investigación científica y tecnológica que atraen las

mayores inversiones, contando con algunos puntos muy específicos (aglomeraciones industriales) en las tres regiones del mundo, de acuerdo con Cockburn (2008), en Estados Unidos se observan *New York/New Jersey/Connecticut* y *Boston*, en la Unión Europea los *suburbios de Londres* y *Estocolmo*, en Japón *Toquio/Kansei*.

**Tabla 3. Gastos en I&D por País de las empresas farmacéuticas.**

País/Año	1990	1995	2000	2004
<b>Total en Millones de Dólares</b>	16,853	24,587	33,781	46,216
<b>Estados Unidos</b>	37.3%	41.5%	38.3%	36.5%
<b>Unión Europea</b>	39.8%	36.3%	40.4%	39.0%
<b>Reino Unido</b>	12.1%	11.8%	13.3%	11.1%
<b>Francia</b>	6.4%	8.5%	7.8%	7.6%
<b>Alemania</b>	8.1%	5.0%	6.7%	7.5%
<b>Italia</b>	5.5%	2.5%	1.9%	1.5%
<b>Suiza</b>	2.1%	2.7%	3.7%	3.6%
<b>Japón</b>	16.2%	14.9%	14.3%	14.8%
<b>Otros Países Desarrollados.</b>	6.7%	6.3%	5.8%	8.0%
<b>Otras Economías emergentes (Taiwán, México y Turquía)</b>	.....	0.1%	0.4%	0.6%

Fuente: Elaboración propia con datos de Cockburn (2008).

Así que el despliegue de las estrategias de comercialización mundial de fármacos producidos por las multinacionales no se corresponde con el despliegue de las inversiones en I&D para los países en desarrollo cuyo mercado es de tamaño representativo, pues los esfuerzos de innovación que llevan a cabo estas empresas en los países menos desarrollados son esfuerzos de adaptación y/o pruebas clínicas. Es por ello que para muchos países, el reforzamiento de sus sistemas de protección de la propiedad intelectual lejos de alentar la innovación la ha inhibido, en el sentido de que las transnacionales farmacéuticas, además de cooptar a las firmas innovadoras locales, buscan el registro en el sistema local de patentes con la única intención de ser oferentes monopolistas de los medicamentos de última generación; por lo tanto, no existen inversiones importantes de las multinacionales farmacéuticas en I&D en los países en desarrollo.

Algunos rasgos adicionales que sobresalen de la industria farmacéutica mundial, obtenidos de MEAE-FCEAURU (2011), son: en menos de una década (1999-2008) esta industria más que duplicó su valor, con una tasa promedio de crecimiento de 8.7%; en el mercado global, esta industria se encuentra dentro de los 10 principales sectores exportadores de producción manufacturera; sus ventas anuales ascienden a más de 770 mil millones de dólares y; la producción mundial se mantiene muy concentrada en algunos países desarrollados, situación que se explica por las grandes inversiones en I&D que se requieren para el lanzamiento de un nuevo producto.

Pero, la característica que le otorga un sello de estructura oligopólica a esta industria global (que se profundizará en los siguientes apartados) es que el 42.6% de las ventas farmacéuticas mundiales corresponde a sólo 10 grandes empresas, y si se agregan las 10 siguientes la concentración alcanza más de 60% del mercado mundial. Ahora, si nos centramos en el principal mercado farmacéutico mundial, es decir, los Estados Unidos, la concentración de mercado de las 10 empresas más poderosas (en ventas) que operan en ese país, llega a alcanzar hasta más del 55% (MEAE-FCEAURU, 2011; Pattikawa, 2008). Tal concentración se ha agudizado por un significativo proceso de fusiones y adquisiciones que se ha experimentado en las últimas décadas, tendencia que se mantiene (MEAE-FCEAURU, 2011).

Como las actividades de la industria farmacéutica quedan cada vez más enmarcadas en lo que se ha dado en llamar “economías del conocimiento”, las técnicas tradicionales para la producción de medicamentos basadas en la química tradicional, están siendo desplazadas por técnicas productivas basadas en la biotecnología; por lo tanto, la mayoría de las empresas farmacéuticas de la actualidad se auxilian en gran medida en los insumos de conocimiento científico y tecnológico proveniente inicialmente de las pequeñas empresas biotecnológicas rojas, muchas de las cuales mantienen fuertes vínculos con las universidades y los centros públicos de investigación. En consecuencia, puede decirse que el grueso

de la industria farmacéutica de nuestro tiempo es una industria intensiva en conocimiento.

## **2.2. Hechos estilizados que permiten delimitar un sector biofarmacéutico global**

Podría decirse que el punto de inicio del sector biotecnológico de la industria farmacéutica nace como consecuencia de los mayores descubrimientos biotecnológicos llevados a cabo a principios de los 1970 (Roijackers y Hagedoorn, 2006), y que *a posteriori* permitieron grandes aplicaciones en la industria farmacéutica.

Desde sus inicios, las pequeñas firmas biotecnológicas (en su mayoría ligadas al sector salud) se incrementaron en el mundo hasta llegar a más de 5,500 empresas en 2013 (ver tabla 4). Para ese año, más de 2,200 productos biotecnológicos estaban en desarrollo; principalmente, en los Estados Unidos y la Unión Europea. De hecho, en el primer país, esta industria ha experimentado un crecimiento exponencial, pues sus ingresos pasaron de 8 mil millones de dólares en 1992 a 39.2 mil millones en 2013. Se estimaba que la industria biotecnológica daría empleo a 814,900 personas en 2007 en ese país. Los Estados Unidos representan el mercado más importante para los productos biotecnológicos (más del 25% de las firmas biotecnológicas en el mundo operan en este país), y la mayoría de las actividades en I&D se conducen en laboratorios públicos y privados localizados allí (Ramírez y Uribe, 2004; Van y Arundel, 2006).

**Tabla 4. Firmas Biotecnológicas en distintas áreas Geográficas del mundo.**

<b>Región o País</b>	<b>No. De Empresas</b>
<b>Unión Europea</b>	3,154
<b>Estados Unidos</b>	2,196
<b>Japón</b>	804
<b>Corea del Sur</b>	640
<b>Canadá</b>	490
<b>Australia</b>	304
<b>China</b>	158

<b>Nueva Zelanda</b>	116
<b>Sudáfrica</b>	106

Fuente: Elaboración propia con datos de Hermans (2008).

Otro indicador que denota la creciente importancia del sector biotecnológico está representado por las patentes, de las cuales el ritmo de crecimiento en este sector ha superado el crecimiento total observado (Van y Arundel, 2006) y la mayoría de estas patentes apuntan a el área farmacéutica. Los Estados Unidos, también, son líderes en este rubro (ver cuadro 3), pues más de 5,000 patentes fueron solicitadas entre 1996 y 2000, y mientras las patentes de esta nación se incrementaron a una tasa anual de 15%, el total se incrementó en sólo 5%; por lo tanto, el sector biotecnológico de Estados Unidos creció en su participación mundial de 56.6 a 65.5% en el mismo periodo (Corona, 2006). En efecto, el patentamiento se ha incrementado en escala, alcance y volumen comercial, las patentes son activos estratégicos. Es muy probable que las firmas biofarmacéuticas enfrentarían dificultades para acceder al financiamiento externo sin una base de patentes (Lindgaard, 2008).

Las patentes son de especial relevancia en el sector biotecnológico-farmacéutico porque, como menciona Pattikawa (2008), si bien el costo de fabricar una botella adicional de medicamento es bajo, la inversión necesitada en I&D para desarrollar un nuevo fármaco puede ser muy cuantiosa. En consecuencia, los precios del medicamento suelen ser mucho más altos que el costo de producir una unidad adicional de un fármaco. De *facto*, una empresa tiene que asegurarse de que los retornos de la innovación (patente) puedan cubrir el costo de la I&D. El mecanismo que puede garantizar precios altos de los medicamentos es el sistema de protección de patentes, que incluso puede alentar a las empresas a invertir más en I&D.

En la Unión Europea, el empuje de las actividades biotecnológicas con aplicaciones farmacéuticas también se ha reforzado por un ambiente prometedor derivado de un número creciente de alianzas estratégicas, asociaciones y fusiones entre empresas europeas y estadounidenses (González, 2003). No obstante, la



mayoría de las firmas *biotechse* localizan en las grandes economías (Reino Unido, Francia y Alemania). Un factor adicional que contribuyó al mejoramiento de la situación europea fue la promoción de la cultura del aprendizaje mediante la educación y el entrenamiento en las universidades, las incubadoras de empresas y los bio-polos que prepararon el terreno para una nueva generación de *start-ups*.

**Tabla 5. Desempeño en Innovación (patentes) por País o área de Alcance.**

Alcance	Campo de Patentamiento en la Biotecnología, 2000-2010		
	Ingeniería genética y fermentación	Ingeniería Bioquímica	Farmacéutica
<b>Oficina Mundial de Patentes</b>	7,979	213	6,488
<b>Estados Unidos</b>	7,125	196	5,564
<b>Canadá</b>	111	6	90
<b>México</b>	4	-----	3
<b>Oficina Europea de Patentes</b>	797	44	587
<b>Reino Unido</b>	653	21	520
<b>Alemania</b>	712	73	496
<b>Francia</b>	258	16	192
<b>Rusia</b>	33	1	28
<b>Japon</b>	1,655	103	1,110
<b>Corea del Sur</b>	67	2	52
<b>China</b>	465	2	416

Fuente: Elaborado con base en Hermans (2008).

Aunque los Estados Unidos y la Unión Europea sean los principales centros del sector biotecnológico-biofarmacéutico, la importancia y la promoción de éste se ha extendido a todo el mundo (OCDE, 2006). Así lo muestran estudios sobre Canadá (Aharonson 2004), Taiwán (Dodgson2008); Argentina, Brasil, México y Cuba (Guzmán y Guzmán, 2009); así como en dos de los mayores jugadores de la economía mundial actual, China e India.

Así pues, algunos rasgos que en retrospectiva fueron delineando el camino para el surgimiento de un sector biotecnológico-farmacéutico fueron los grandes descubrimientos de principios de los 1970 que servirían de base para la formación de muchas *start-ups* fundadas a partir de los grandes laboratorios de los centros

de investigación en las universidades, de manera preponderante, las nuevas firmas estuvieron muy vinculadas con la industria farmacéutica. Desde mediados de los 1970 en adelante se ha venido consolidando esta industria que es promocionada por varios gobiernos como una punta de lanza para el crecimiento y el desarrollo.

De forma más nítida, algunos hechos preeminentes permiten la denominación de un sector biotecnológico de la industria farmacéutica, lo que no implica que las actividades farmacéuticas tradicionales basadas en la química hayan desaparecido por completo. Por un lado, en Bolívar (2004) y OCDE (2006) se establece que la última generación biotecnológica (la biotecnología moderna) está muy vinculada con la industria farmacéutica, a tal grado, que hoy en día, la mayoría de los productos farmacéuticos están de una u otra manera relacionados con alguna técnica biotecnológica moderna.

Por otro lado, la biotecnología abrió nuevas líneas de investigación para la industria farmacéutica al hacer más fácil la síntesis de proteínas humanas grandes y complejas, tales como la insulina, lo que llevó a que las alianzas basadas en la tecnología entre las empresas farmacéuticas y las biotecnológicas hayan crecido exponencialmente. Un ejemplo ilustrativo lo representa el polo científico-tecnológico de California en Estados Unidos, en donde un conjunto, relativamente, reciente de firmas farmacéuticas están en estrecha proximidad con las firmas biotecnológicas líderes (Demirel y Mazzucato, 2008).

Según datos de CATI-MERIT, las alianzas que involucran a la biotecnología (mayoritariamente relacionadas con la farmacéutica) se han incrementado en el tiempo, desde representar sólo el 11% del total en 1990 hasta llegar al 53% en 2013. En otros términos, el número de este tipo de alianzas, se disparó desde 45 en 1990 hasta 368 en 2013. La tasa de crecimiento de las alianzas fue más grande para aquellas que involucran a socios de Estados Unidos (la cantidad se incrementó 9.8 veces, de 28 en 1990 a 274 en 2013); por su parte, el crecimiento fue de 6.8 veces en las alianzas que involucraron a socios europeos (de 26 en

1990 se pasó a 177 en 2013); finalmente, el incremento para los acuerdos que incorporan socios japoneses fue de 4.7 veces, al pasar de 7 alianzas en 1990 a 177 en 2003 (Van y Arundel, 2006).

Diversos estudios empíricos han mostrado que la inclusión de las universidades en las alianzas de investigación biotecnológica se correlacionan positivamente con resultados variados para las firmas privadas. Algunos estudios encuentran que las tasas de crecimiento de las firmas que cooperan con las universidades son mayores que las tasas de crecimiento de las firmas sin vínculos con estas organizaciones (Boardman, 2008).

Adicionalmente, una de las áreas donde las promesas de la biotecnología se han concretado con mayor claridad es la de la salud humana. Nos encontramos ante nuevos adelantos de la biotecnología que cambiarán en forma radical la práctica médica y la industria farmacéutica del siglo XXI, la aplicación de las técnicas biotecnológicas modernas será una herramienta poderosa para la identificación, la prevención, y la solución de enfermedades que hasta la fecha no han encontrado cura a pesar de los avances de la medicina (Ramírez y Uribe, 2004).

En cuanto al impacto en la generación de empleos, el sector biotecnológico farmacéutico moderno no se caracteriza por ser un sector intensivo en mano de obra. El tamaño promedio de las firmas es de entre 40 y 130 empleados. Sin embargo, los empleos indirectos generados son apreciables. Además, los recursos humanos requeridos son de una muy alta especialización, lo cual es una característica que distingue a las empresas generadoras de riqueza y a los países económicamente desarrollados. Otra característica notable del sector es el elevado porcentaje de ventas que se dedica a la I&D; por ejemplo, en los Estados Unidos llega a ser de 20% en promedio, unas cinco veces mayor a lo que la industria en general de ese país invierte en I&D (Ramírez y Uribe, 2004; Van y Arundel, 2006).

Por otra parte, las grandes farmacéuticas comienzan a dominar y marcar la pauta de la trayectoria innovadora en el sector biotecnológico-farmacéutico, confirmando la hipótesis de que este tipo de empresas han asimilado-internalizado las capacidades-habilidades necesarias para innovar en el sector biofarmacéutico; además, tales capacidades se han alcanzado en buena parte mediante la colaboración científica y tecnológica interfirma e interinstitucional.

Una vez que las grandes firmas farmacéuticas logran trazar una trayectoria tecnológica que les haya permitido escalar industrialmente varios nuevos productos farmacéuticos (biotec), las elevadas inversiones en I&D continúan, y desde la perspectiva de Pattikawa (2008), los elevados costos de la I&D para desarrollar nuevos medicamentos pueden disuadir la entrada en los mercados de fármacos mediante tres mecanismos: se generan economías de escala que aparecen por los costos compartidos, aparecen economías de alcance que surgen al aprovechar la oportunidad de explotar el conocimiento dentro de una firma, y a la vez el conocimiento mejora las habilidades para absorber los *spillovers* internos y externos. Estas condiciones contribuyen a delinear un entorno oligopólico del sector biofarmacéutico.

En lo que respecta a la colaboración institucional Fabrizio (2006), junto con otros trabajos ya mencionados (Arora y Gambardella, 1992; Cockburn y Henderson, 1998), establece que tanto la industria biotecnológica como la farmacéutica utilizan como insumo básico para la innovación lo que él denomina “ciencia pública” que no es otra cosa más que el conocimiento producido y difundido por las universidades, pero si se compara la intensidad en el uso de esa información a través de las citas, es la biotecnología la que está más estrechamente vinculada con el conocimiento universitario. Este documento también confirma la hipótesis de que para aprovechar y explotar ese conocimiento, aparentemente público, se requiere el desarrollo de capacidades y habilidades previas; no obstante, lo más importante es que se concluye que las firmas que colaboran más con las universidades tienen un mejor desempeño innovativo.

Por otro lado, existen productos del sector biofarmacéutico cuyo ciclo de vida ha entrado en una etapa de madurez que se caracteriza por el vencimiento de patentes, la reducción de precios y la aparición de nuevos competidores. En consecuencia, empieza a surgir un mercado importante de biogénicos, tal y como existe en los productos tradicionales (basados en la química). Por ejemplo, en Estados Unidos, la penetración de medicamentos genéricos en el mercado creció de 19% a 47% entre 1984 y 2000 (Ramírez y Uribe, 2004).

Son cinco rasgos sobresalientes que pueden ayudar a delimitar conceptualmente un sector biotecnológico de la industria farmacéutica, veamos:

- I) las técnicas biotecnológicas modernas están muy vinculadas con la industria farmacéutica, a tal grado que podrían verse casi como sinónimos;
- II) la biotecnología abrió nuevas líneas de investigación –muy cercanas con la ciencia básica universitaria– para la industria farmacéutica potencializando la colaboración científica y tecnológica entre las firmas biotecnológicas y las farmacéuticas;
- III) conforme se va consolidando la biotecnología, comienzan a predominar las grandes empresas farmacéuticas tradicionales, lo cual muestra que las técnicas biotecnológicas modernas se han generalizado en toda la industria farmacéutica;
- IV) nos encontramos en un periodo en el que comienzan a vencer las primeras patentes del sector biofarmacéutico lo que abre un enorme potencial para la producción de medicamentos genéricos con técnicas biotecnológicas;
- V) las firmas del sector biofarmacéutico son de las que se mantienen más activas en los acuerdos de colaboración científica y tecnológica con las universidades, sin embargo, el vínculo hasta ahora ha sido triangular (universidad-biotecnología-farmacéutica), pero comienza a aparecer la colaboración directa gran empresa farmacéutica-universidad.

### **2.3. Ambiente de cooperación tecnológica que envuelve al sector biofarmacéutico mundial**

En la economía de la organización industrial (con planteamientos neoclásicos) se asume que cuando un grupo de empresas cooperan entre sí es porque buscan formar cárteles para dominar y repartirse los mercados, eso implica que la colaboración inter organizacional se vea como un mecanismo que va en contra de la competencia (Veugelers, 1998). Sin embargo, el avance del conocimiento sobre la cooperación entre las empresas y otras organizaciones ha mostrado que el impulso a la cooperación no sólo no empeora las condiciones competitivas sino que las puede mejorar, cuando las firmas colaborativas no rebasan cierta concentración del mercado (Jorde y Teece, 1990; Teece, 1992).

Desde hace varias décadas, los gobiernos de los países, las empresas y, más recientemente, las universidades han venido promoviendo la cooperación tecnológica y científica entre las distintas organizaciones. Por ejemplo, Japón es uno de los países que después de la Segunda Guerra Mundial impulsó los consorcios de colaboración entre las empresas, estrategia que le permitió obtener el liderazgo de industrias altamente rentables como la electrónica (Teece, 1992; Sakakibara, 2001). De hecho, la pérdida de competitividad de la industria electrónica estadounidense frente a la japonesa se debe, en parte, a que la propia legislación de Estados Unidos, atendiendo preceptos teóricos neoclásicos, restringía la colaboración entre las empresas (Jorde y Teece, 1990). Después de comprender que la colaboración es importante para ganar competitividad industrial, los Estados Unidos emprendieron una serie de reformas que revitalizaron a su industria.

En las estrategias colaborativas de las empresas, el papel de la tecnología ha sido crucial, ejemplo: Japón es considerado como un precursor en la práctica de I&D, el

proyecto más representativo es el Circuito Integrado de Gran Escala (CIGE) que fue diseñado para ayudar a ese país a competir con la tecnología de semiconductores de Estados Unidos. El proyecto se desarrolló entre 1975 y 1985; después de esta acción, las empresas japonesas de semiconductores ganaron un liderazgo mundial. El éxito de proyectos como el CIGE motivó a otros países a emular el “estilo japonés” de colaboración tecnológica. En Estados Unidos se impulsó el *Acta Nacional de Investigación Colaborativa* de 1984, y luego la de *Tecnología de Manufactura de Semiconductores* en 1993. En Europa el mayor esfuerzo incluye el *Programa Estratégico Europeo para la Investigación y el Desarrollo de Tecnologías de la Información (ESPRIT)*, en el Reino Unido el proyecto *Alvey*, y otros programas de la *Agencia Europea de Coordinación de la Investigación (EURECA)*. El gobierno coreano también ha lanzado proyectos cooperativos en I&D (Sakakibara, 2001).

Otros trabajos que dan cuenta de la colaboración tecnológica en el mundo occidental son los de Surroca y Santamaría (2006) en el que analizan el mejor desempeño productivo y empresarial que alcanzan las firmas colaborativas en España, Morone (2008) abordan la cuestión de la cooperación de las pequeñas empresas en los distritos industriales de Italia, Meyer-Krahmer y Schmoch (1998) analizan algunas industrias alemanas basadas en la tecnología, Gittelman (2006) se ocupa de mostrar evidencias de la colaboración en el sector biofarmacéutico de Estados Unidos y de Francia; entre otros realizados en países más pequeños de Europa, por ejemplo, Bekkers y Bodas (2010) examinan el desempeño de los acuerdos colaborativos industria-universidad en los Países Bajos, así como Veugelers y Cassiman (1998), también para Bélgica, estudian las decisiones de hacer o buscar las innovaciones requeridas por las empresas.

En todos estos trabajos parece haber coincidencia en que la colaboración tecnológica entre las firmas y de firmas con universidades mejora el desempeño competitivo de las empresas participantes.

Aunque la estrategia de recurrir a la colaboración tecnológica, como un mecanismo para impulsar la competitividad industrial y empresarial, poco a poco se extiende por todo el mundo, de nueva cuenta son los países más desarrollados los que llevan la delantera. Diversos autores han investigado el crecimiento de las alianzas tecnológicas y científicas en el mundo desarrollado entre las empresas y de empresas con universidades, entre ellos destacan los estudios de Veugelers (1998) y Caloghirou (2008). Sin embargo, también comienzan a proliferar las investigaciones en los países recientemente industrializados, por ejemplo, de Taiwán (Dodgson, 2008), y de los llamados emergentes como Brasil y México (Guzmán y Guzmán, 2009). Muchos de los acuerdos colaborativos se dan en el sector biofarmacéutico.

Más de una tercera parte de los nuevos medicamentos aprobados entre 1963 y 1999 se originaron en las alianzas establecidas entre las empresas biotecnológicas y las farmacéuticas. De hecho, los datos sobre las alianzas tecnológicas estratégicas muestran un crecimiento exponencial en el sector biomédico desde inicios de los 1990. En este sentido, mientras el número total de nuevas alianzas tecnológicas estratégicas registradas por año en la base CATI-MERIT creció 76% entre 1990 y 2013, el número de nuevas alianzas en el sector biofarmacéutico se incrementó en 818% (Cockburn, 2008).

No obstante, el crecimiento en la estrecha colaboración interorganizacional en el sector biofarmacéutico ha originado la necesidad de una proximidad geográfica alrededor de los centros de investigación de excelencia. Por ejemplo, dentro de los Estados Unidos (principal centro biofarmacéutico global), las firmas biofarmacéuticas están agrupadas en un pequeño número de regiones como San Francisco, San Diego y Boston. Además, al interior de otros países en el mundo, la innovación en la biotecnología roja tiende a estar agrupada regionalmente. Aunado a esto, los campos del conocimiento relacionados con la biotecnología están dispersos en las universidades y en las instituciones de investigación de los principales países desarrollados y de los emergentes (Hermans, 2008).



Respecto al monitoreo mundial de cómo han evolucionado los acuerdos colaborativos en ciencia y tecnología de las empresas, son cuatro las mayores bases de datos de las alianzas tecnológicas estratégicas y de proyectos conjuntos de investigación (*RJV*, por sus siglas en inglés), compiladas por investigadores académicos, que han sido utilizadas en numerosos análisis empíricos:

1. La base CATI, cubre los acuerdos de cooperación técnica de todos tipos incluyendo *RJV* anunciados globalmente desde finales de los 1970. Ésta contiene información seleccionada sobre aquellas empresas que participan en los acuerdos. Esta base es actualizada por John Hagedoorn y sus colegas de la Universidad de Maastricht.
2. La base NCRA-*RJV*, su recurso básico es la información de los archivos *RJV* del Departamento de Justicia de los Estados Unidos desde 1985. Ésta contiene información sobre cada *RJV* e información financiera longitudinal sobre variables seleccionadas de todos los socios identificados. La base es administrada por Nicholas Vonortas y sus colegas de la Universidad George Washington.
3. La base CORE, contiene información sobre la industria en lugar de las firmas participantes en los acuerdos de colaboración. Es administrada por Al Link y sus colegas de la Universidad del Norte de Carolina.
4. El banco de datos *STEP TO RJV*. Se conforma por 3 bases de datos separadas. La *EU-RJV* que contiene información sobre todos los *RJV* de los socios participantes que fueron fundados mediante los programas de la Unión Europea desde 1984. La *EUREKA-RJV* contiene información similar de todos los *RJV* europeos seleccionados por EUREKA desde 1985. La base *RJV Survey* contiene información detallada sobre la I&D colaborativa con un panorama amplio de las firmas europeas participantes en los *RJV*. El banco de datos *STEP TO RJV* se administra por Yannis Caloghirou y sus colegas en la Universidad Técnica Nacional de Atenas (Caloghirou et al., 2008).

La importancia de describir de manera muy general estas bases, es que se observa un interés creciente por estudiar este fenómeno que comenzó a despuntar desde finales de los 1970.

No obstante, estos esfuerzos se circunscriben a unos cuantos grupos de investigadores de algunas universidades y no a alguna agencia de información estadística oficial que vaya registrando estas alianzas, cuya información específica estuviera al alcance de todos. Esta preocupación, incluso se encuentra presente en documentos de la OCDE (OCDE, 2009; Van y Arundel, 2006).

Después de la realización de un análisis empírico de la colaboración tecnológica interfirma y empresa-universidad de largo alcance, retomando algunas de las bases mencionadas, y con base en otros trabajos publicados, Caloghirou et al. (2008) concluyen que empíricamente los determinantes de la formación de *RJV* son:

- i) costos compartidos para el financiamiento de la I&D;
- ii) reducción de la duplicación de los esfuerzos individuales en I&D;
- iii) riesgos compartidos y reducción de la incertidumbre de los proyectos;
- iv) internalización de los *spillovers* derivados del conocimiento;
- v) continuación de los esfuerzos en I&D y acceso al financiamiento;
- vi) acceso a recursos y habilidades complementarias;
- vii) potencialización de los recursos para la I&D, sinergias de investigación;
- viii) mayor efectividad del despliegue de todos los recursos, más allá de los estratégicos;
- ix) estrategia de acceso al mercado y creación de “opciones” de inversión;
- x) promoción y búsqueda de estándares técnicos;
- xi) poder de mercado y cooptación de la competencia;
- xii) ventajas legales y políticas que adquieren las organizaciones participantes.

En general, estos determinantes coinciden con los principales motivos económicos que señala la literatura teórica como detonantes de la cooperación científica y tecnológica entre las empresas y universidades-empresas. Sin embargo, si se piensa que la cooperación tecnológica como una estrategia para cooptar a la competencia (numeral xi) nos podría inducir a errores (como sucedió con las políticas industriales en Estados Unidos que limitaban los acuerdos colaborativos), más bien se debe pensar en que la cooperación se busca, principalmente, para adquirir nuevas capacidades y habilidades que le permiten a las empresas alcanzar niveles de mayor competitividad en el mercado.

Recapitulando, el objeto principal de la colaboración en investigación científica y tecnológica es potencializar, en el sentido amplio, los recursos y los esfuerzos de los socios para desarrollar nuevo conocimiento o nuevas capacidades que sean útiles a las organizaciones participantes; de hecho, diversas investigaciones empíricas confirman los motivos principales, propuestos por la teoría, que impulsan la cooperación. Además, la promoción de la cooperación firma-firma y empresa-universidad tiene que ver con el interés de las mismas empresas por alcanzar mejores desempeños productivos y, en efecto, elevar el nivel competitivo de las organizaciones participantes.

Finalmente, otro punto importante es que los acuerdos de colaboración científica y tecnológica interfirma y universidad-empresa se dan, esencialmente, en las industrias o sectores de alta tecnología donde se requiere la introducción de innovaciones en productos y en procesos de manera constante, porque eso eleva la probabilidad de que las empresas permanezcan y sean más competitivas en el mercado<sup>40</sup>. De este modo, ante las exigencias de la innovación, las firmas tienen la opción de colaborar entre ellas y con las universidades porque de otra forma les sería más difícil desarrollar las capacidades y habilidades necesarias. Una de las industrias donde se hace más nítida esta problemática es en la farmacéutica.

## **CAPÍTULO III**

### **FACTORES QUE PROPICIAN O INHIBEN LA COOPERACIÓN TECNOLÓGICA EN EL SECTOR BIOFARMACÉUTICO DE MÉXICO**

En este capítulo se propone identificar y examinar los factores que impulsan o inhiben la colaboración tecnológica interfirma e interinstitucional en el sector biofarmacéutico de México.

El contenido de este capítulo, permitirá conocer el alcance de la hipótesis de la investigación, así como los planteamientos generados en los capítulos previos.

#### **3.1. ¿Existen antecedentes de cooperación en el sector biofarmacéutico en México?**

##### **El papel de la biotecnología**

La biotecnología es una de las áreas del conocimiento que puede consolidarse y servir de plataforma, mediante la cooperación interfirma y empresa universidad, para incrementar la competitividad del sector biofarmacéutico a partir de la creación de empresas y el impulso de las pequeñas firmas existentes, reconvirtiendo sus productos y procesos a unos intensivos en conocimiento.

La biotecnología en México se caracteriza por el desarrollo desigual de sus agentes principales. A pesar de que hay un número importante de instituciones públicas de investigación y de formación de recursos humanos especializados,

éstas son heterogéneas en sus capacidades y; la industria biotecnológica nacional aún se encuentra en un estado embrionario, pues está dominada por firmas pequeñas y medianas cuyos productos y técnicas son, sobre todo, de la primera y segunda generaciones. Sólo pocas empresas locales pueden considerarse como intensivas en conocimiento (Corona, 2006).

Y es que la política económica ha favorecido a la industria maquiladora, prestando poca atención y recursos mínimos al desarrollo tecnológico interno. Si a eso se añade la carencia de una tradición innovadora, se puede entender el atraso registrado frente a otras economías (Genoma, 2005). También, se carece de una tradición colaborativa.

A pesar del dominio de las grandes empresas farmacéuticas transnacionales; éstas han comenzado a comercializar productos biotecnológicos modernos, pero como sus actividades de I&D se sostienen estratégicamente en sus países de origen, el impacto en las actividades innovativas en México ha sido insignificante (Shadlen, 2007). Sin embargo, estas firmas han comenzado a colaborar con las universidades y los centros de investigación del país.

Mientras que en los Estados Unidos las *start-ups* actuaron como las fundadoras de la biotecnología farmacéutica, la orientación hacia la investigación básica, de los científicos mexicanos, acompañada del desdén al patentamiento y una actitud peyorativa hacia la mezcla de la ciencia con los negocios, ha impedido la emergencia de los científicos emprendedores.

Además, las habilidades empresariales no se enfatizan en la educación superior de México, y las fuentes de capital de riesgo se encuentran ausentes (Wagner, 1998).

El capital de riesgo, para financiar los sectores industriales emergentes como la biotecnología, ha sido inexistente en México y el gobierno no ha promovido a las *start-ups*. Adicional a esto, los sectores complementarios y auxiliares de la biotecnología también se encuentran subdesarrollados. En este contexto, la

biotecnología farmacéutica puede definirse como un sector embrionario. Las instituciones públicas de investigación y de educación superior, algunas competitivas a nivel internacional, todavía son muy limitadas en cantidad cuando se comparan con las economías desarrolladas y aún de algunos países emergentes que han entrado decididamente en la competencia internacional.

De hecho, la mayor parte de la investigación se concentra en los centros públicos y en los institutos de las universidades públicas. De acuerdo con Zapata (Corona, 2006), hay cerca de 106 instituciones de investigación en diferentes campos de la biotecnología (102 son públicos, 3 privados y uno es un centro internacional). 58 institutos están en las universidades públicas y 44 dependen financieramente de los ministerios gubernamentales, entre ellos el CONACYT. En efecto, el subdesarrollo de la biotecnología en México, ha estado muy relacionado con la carencia de financiamiento privado.

De acuerdo a su infraestructura, su productividad científica, los vínculos academia-industria y su contribución a la formación de capital humano en ciencia y tecnología; las instituciones biotecnológicas mexicanas se pueden clasificar como en la tabla 6.

**Tabla 6. Clasificación de las instituciones Biotecnológicas en México (1960-2014)**

<b>Nivel</b>	<b>%</b>	<b>Descripción</b>
<b>Primero</b>	19.3	Reconocidas por su productividad científica, su infraestructura adecuada y su calidad en la investigación. Dos instituciones encabezan el grupo: El Instituto de Biotecnología de la UNAM y el CINVESTAV – Irapuato especializado en Biotecnología de Plantas.
<b>Segundo</b>	14.7	En proceso de Consolidación, su infraestructura no es adecuada, los equipos son pequeños y con baja productividad respecto al primer grupo. Se requiere incrementar el número de investigadores, la calidad de la investigación y también las actividades de formación de los especialistas en biotecnología deben mejorarse.
<b>Tercero</b>	66	Requiere de un esfuerzo institucional significativo para incrementar la calidad de su capital humano, de su investigación, de su infraestructura de investigación, su estrategia de enseñanza y su organización institucional.

Fuente: Elaboración propia con base en Corona (2006).

Con todo y el potencial que representan las universidades o los institutos públicos de investigación como socios estratégicos para la innovación de las firmas farmacéuticas, éstas todavía consideran que sus principales fuentes de información se constituyen por los clientes (70%), la competencia (43%), y aunque otras fuentes comienzan a tomar relevancia (universidades e institutos, patentes, artículos científicos), aún están muy por abajo de su potencial. Esto revela la gran distancia que mantienen muchas farmacéuticas frente a las instituciones generadoras de conocimiento y frente a la difusión del mismo en patentes, artículos y congresos; lo cual, también denota heterogeneidad tecnológica y falta de explotación del conocimiento disponible (Guzmán y Guzmán, 2009).

En otro sentido, de más de 80 firmas biotecnológicas encontradas por De la Torre en 1996, 23 de éstas, basadas en las técnicas de la biotecnología moderna surgieron durante los 1990, pero muy pocas han desarrollado las capacidades adecuadas para explotar las técnicas mencionadas. Algunas compañías como Probiomed, Bioclon-Silanes, Agrobionsa, IBtech y Laboratorios Mixin han progresado en esa dirección. Asimismo, el empleo de recursos humanos en ciencia y tecnología es mínimo; así como la baja probabilidad de que ocurran vínculos con los equipos de investigación biotecnológica de las universidades y los centros públicos. Sólo unas cuantas pequeñas firmas nacionales han desarrollado fuertes relaciones con los equipos de investigación de los centros públicos de investigación y de las universidades (Corona, 2006).

El limitado número de empresas de capital nacional auténticamente biofarmacéuticas, su escasa utilización y absorción de mano de obra altamente especializada, y sus nexos restringidos con la academia demuestran que la industria farmacéutica mexicana ha participado muy poco en el desarrollo de nuevas firmas biotecnológicas en comparación con otros países. En efecto, de acuerdo con Bolívar (2003), no se aprovechan las oportunidades que existen para desarrollar nuevas empresas biotecnológicas modernas que puedan convertirse

en fuentes de trabajo y en generadoras de nuevos productos y servicios de elevado valor agregado. Tampoco se valora, de manera adecuada, la vinculación del sector académico con el industrial, y así propiciar la formación de nuevas industrias por los propios académicos mexicanos. En otros países, existen mecanismos y fondos adecuados para estos propósitos.

En general, el sector biofarmacéutico mexicano enfrenta un entorno económico tecnológico que muestra las siguientes características:

1. predominio de las firmas biotecnológicas tradicionales y de las técnicas tradicionales;
2. baja inversión en I&D;
3. alta dependencia de los bienes intermedios y de los instrumentos científicos importados y;
4. vínculos escasos con los institutos públicos de investigación y de las universidades.

Al respecto, la mayoría de las firmas no han establecido departamentos de I&D; por tanto, casi todos los productos innovativos comercializados en el mercado doméstico son importados. Aunque existen algunas excepciones, de nueva cuenta las biofarmacéuticas Probiomed, Laboratorios Sophia, Bioclon y Silanes, han establecido departamentos formales de I&D.

Entre las razones más importantes que pueden explicar el bajo perfil innovativo y devinculación de las firmas farmacéuticas, con el conocimiento tecnológico y científico, están:

- i) la comunidad científica no cuenta con una cultura del patentamiento y tampoco se interesa en transformar las ideas científicas en aplicaciones industriales (Genoma, 2005).
- ii) Los investigadores en biotecnología han tendido a perseguir proyectos básicos de naturaleza general (Wagner, 1998); la tradición de la



- protección de la propiedad intelectual en las universidades mexicanas y en los centros públicos de investigación apenas comienza;
- iii) los incentivos para patentar los descubrimientos son muy limitados, aunado a unos costos elevados para obtener y mantener una patente;
  - iv) la burocracia administrativa en las instituciones –tanto generadoras del conocimiento como las que se encargan de registrar y regular la propiedad intelectual–, suele ser tediosa (Genoma, 2005);
  - v) Wagner (1998) señala que la inversión de largo plazo en I&D no es una prioridad para el grueso de los empresarios mexicanos. La mayoría de las veces, se prefiere importar tecnología obsoleta de Estados Unidos, lo peor es que los empresarios piensan que obtendrían poca ventaja competitiva contratando a científicos, sobre todo, si la tecnología puede obtenerse más barata desde fuera;
  - vi) existe una carencia de incentivos apropiados para incentivar la cultura de la innovación y el aprendizaje empresarial;
  - vii) débiles relaciones entre la academia y la industria que truncan la movilidad del capital humano en ciencia y tecnología, y por tanto, la transferencia de conocimiento;
  - viii) insuficiencia de oficinas especializadas en patentes dentro de las instituciones de investigación que promuevan y faciliten que los investigadores patenten sus descubrimientos científicos, y finalmente;
  - ix) deficiencias en la legislación nacional para una regulación apropiada sobre la protección de la propiedad intelectual.

La lista de razones precedentes se perpetúa debido a que la mayoría de las biofarmacéuticas multinacionales tienen subsidiarias manufactureras en México que cuentan con licencia sanitaria para registrar productos farmacéuticos, importarlos y revenderlos en el mercado doméstico. Adicionalmente, los bajos salarios y los acuerdos comerciales son incentivos para que las multinacionales manufacturen productos farmacéuticos en México sin preocuparse por hacer inversiones relevantes en I&D. Por su parte, la mayoría de las farmacéuticas

mexicanas no desarrollan nuevos productos, sino que se concentran en producir genéricos, sosteniendo la mayor parte del sector público del cuidado de la salud (Corona, 2006).

No obstante lo anterior, la biotecnología puede ser un factor determinante para mejorar la salud de los habitantes de países en desarrollo (Ramírez y Uribe, 2004). La biotecnología es una de las herramientas más poderosas con las que cuenta México para contender con muchos problemas nacionales (Bolívar, 2003). Desafortunadamente, a pesar de su importancia potencial para la industria farmacéutica, el país ha sido incapaz de utilizar su fortaleza científica para el desarrollo económico. Aunque, tanto los científicos como la industria nacional cada vez están más conscientes de la necesidad de hacer que la ciencia sirva y fortalezca el desarrollo económico (Wagner, 1998).

De hecho, México cuenta con productos de la biotecnología tradicional que se exportan a todo el mundo y dispone de una de las reservas de la biodiversidad más importantes del mundo.

Adicionalmente, el país cuenta con más de un centenar de centros de investigación, en los que trabajan cientos de investigadores (Genoma, 2005). No obstante, para capitalizar las potencialidades de la biotecnología en un sector biofarmacéutico con bases más nacionales es necesario incrementar y fortalecer las capacidades en biotecnología moderna de las empresas nacionales hasta ahora productoras mayoritarias de genéricos.

En términos generales, se puede decir que la cooperación tecnológica que se registra entre las firmas biofarmacéuticas y las universidades o centros de investigación es muy poca, y la cooperación tecnológica entre las empresas de este sector es, prácticamente, inexistente cuando se trata del desarrollo de medicamentos realmente revolucionarios. Dado que las dotaciones de capacidades y habilidades tecnológicas, de la mayoría de las empresas farmacéuticas de capital nacional son muy pobres, entonces, el ambiente

económico e institucional es poco propicio para alentar la cooperación tecnológica. Esto se refleja en que no hay una transferencia efectiva de tecnología desde las transnacionales a las pequeñas firmas nacionales; como las multinacionales tienen sus bases científicas y tecnológicas en sus países de origen, salvo algunos casos de absorción de pequeñas biofarmacéuticas, las multinacionales no se interesan por complementar sus tecnologías a través de la colaboración con las firmas nacionales porque sus dotaciones científicas y tecnológicas son bastante bajas.

Adicionalmente, como en su mayoría las empresas farmacéuticas nacionales son poco propensas a innovar por los riesgos y los altos costos que esta actividad conlleva, se observa una percepción y evaluación no tan favorable de la importancia de la innovación en las organizaciones farmacéuticas; por lo tanto, nos encontramos ante un panorama en el que no existe mucha preocupación de las firmas nacionales sobre el acortamiento del ciclo de vida de los productos, el monitoreo de los últimos descubrimientos científicos que podrían ser de importancia para las aplicaciones farmacéuticas, y sobre las posibilidades de internalizar las externalidades originadas por la investigación científica procedente de las universidades y los centros de investigación.

### **3.2. Algunos indicadores sobre la cooperación tecnológica en el sector biofarmacéutico**

Un indicador por excelencia de la cooperación tecnológica entre las distintas organizaciones, sería el número de acuerdos que se poseen, los montos de recursos estipulados, las metas en productos y procesos novedosos, así como la duración de la colaboración; sin embargo, existe una enorme escasez de este tipo de información, por lo que el análisis sobre este rubro debe basarse en indicadores indirectos que pueden accederse en los bancos de información y en las bases de datos consolidadas y consistentes. De este modo, las

aproximaciones sobre el nivel de la colaboración en las empresas del sector biofarmacéutico establecido en México, se obtendrán de algunos datos sobre I&D, artículos científicos, patentes, y vinculación entre las organizaciones, detectada esta última a partir de información proporcionada por ellas mismas.

La innovación en los productos y procesos farmacéuticos de los últimos años se basa en la biotecnología moderna; este hecho hace que el desarrollo de un nuevo medicamento o de un tratamiento novedoso sea secuencial y puede abarcar desde la ciencia básica, su aplicación industrial y luego su comercialización; es decir, de acuerdo con la CANIFARMA (2012) se tienen dos etapas, la primera se refiere a las investigaciones básicas de laboratorio y de experimentación en animales, esta fase se realiza mayoritariamente en algunas empresas biofarmacéuticas, en las universidades y en los centros de investigación. En la segunda etapa se lleva a cabo la investigación clínica (las investigaciones básicas se prueban en humanos); en un principio, la investigación clínica se hace en unidades de farmacología y, posteriormente, en hospitales y otros centros de prueba.

Por el aumento de la relevancia de las instituciones académicas y de salud, tanto públicas como privadas, el crecimiento de las inversiones en I&D, en el sector biofarmacéutico establecido en México, se ha potencializado desde 2013 al registrar tasas de crecimiento anual de alrededor de 15%. De este modo, en nuestros días se están realizando más de 2,000 investigaciones agrupadas en más de 400 protocolos; en estos proyectos participan más de 1,000 instituciones de todo el país, de las cuales alrededor del 80% son públicas; además, en estas investigaciones participan más de 2,000 investigadores (CANIFARMA, 2012). No obstante, como se señala en el capítulo anterior las inversiones en I&D aún son insuficientes y se destinan, esencialmente, a las adaptaciones de productos y procesos del extranjero y a las últimas fases de la experimentación (pruebas clínicas).

En cuanto a la producción de conocimiento de frontera de los científicos mexicanos en algunos de los campos relacionados con las actividades biofarmacéuticas (farmacología, biotecnología, inmunología y biología molecular); el desempeño podría calificarse como bueno ya que de 1980 a 2008 se publicaron 650 artículos en el área de farmacología representando el 7.8% del total mundial, en biotecnología se publicaron 52 artículos que equivalen al 4.7% del total, en inmunología se tienen registrados más de 520 artículos que son el 7.3% del total, finalmente, en el campo de la biología molecular se publicaron más de 790 artículos que constituyen más del 10% de todos los hasta ahora publicados. Una proporción importante, de esta producción científica se aceleró desde los 1990 (CANIFARMA, 2012).

Si consideramos las publicaciones por campo, resulta que el área más sobresaliente es la que corresponde a biología molecular que, muy probablemente, dentro de las subdisciplinas que convergen en la biofarmacéutica quizá sea ésta, junto con la inmunología, la más cercana a la ciencia básica. Esta situación puede indicarnos dos cosas, la primera es que apesar de las bajas inversiones en ciencia y tecnología, y de los pocos esfuerzos para la formación de capacidades y de recursos humanos, los investigadores mexicanos en estos campos son capaces de destacar a nivel mundial; pero en segundo lugar, los datos también pueden indicar un marcado sesgo hacia la investigación básica que es la más distante de las aplicaciones industriales (que se requieren para una mayor interacción con las empresas) y luego su comercialización, como se ha mencionado en el capítulo anterior.

No obstante, la productividad de los investigadores, la calidad de sus publicaciones y la colaboración científica que llevan a cabo en las distintas universidades y en los centros de investigación, no alcanza (quizá porque su naturaleza es distinta) para promover y profundizar la cooperación tecnológica entre las firmas biofarmacéuticas y de éstas con las universidades.

La consideración de los artículos científicos como una variable que puede ayudar a explicar la colaboración científica-tecnológica, entre los distintos agentes que convergen en las actividades biofarmacéuticas, es importante porque al ser ésta una actividad intensiva en ciencia y tecnología, muchos productos y procesos novedosos pueden tener sus bases en los descubrimientos de la ciencia básica; entonces, para un sector biofarmacéutico competitivo a nivel mundial, se esperaría que se registrara una gran colaboración interinstitucional de las diferentes organizaciones. Aunque, como se ha señalado, México adolece de una tradición colaborativa entre las empresas biofarmacéuticas y las universidades o centros de investigación (Tabla 7).

**Tabla 7. Artículos de Instituciones mexicanas por campo biofarmacéutico, de acuerdo a la clasificación de ISI, 1980-2008.**

Instituciones/ Campos	Biotecnología		Inmunología		Biología molecular		Total	
<b>Universidad o instituto de investigación.</b>	20	38.46	219	41.4	338	42.59	557	41.93
<b>Empresa</b>	0	0	6	1.13	7	0.9	13	0.94
<b>Colaboración Empresa-Universidad</b>	0	0	16	3.02	17	2.14	33	2.40
<b>Colaboración entre instituciones nacionales.</b>	10	19.23	193	36.48	171	21.51	374	27.18
<b>Colaboración Universidades-Institutos nacionales con sus similares extranjeros.</b>	9	17.31	77	14.56	257	32.33	343	24.93
<b>Individuos</b>	13	25	18	3.4	5	0.63	36	2.62
<b>Total</b>	52	100	529	100	795	100	1376	100

Fuente: Elaboración propia con cuadros de ISI.

A partir de la Tabla 7, se pueden rescatar algunos rasgos interesantes. Primero, los departamentos de investigación de las universidades y los institutos de investigación, ambos principalmente públicos, contribuyen por sí solos con cerca

del 42% de la producción científica en los campos de la biotecnología, la inmunología y la biología molecular que destaca con la mayor aportación. Segundo, se percibe el bajo perfil científico de las firmas biofarmacéuticas establecidas en México, esto debido a que de los más de 1,370 artículos publicados en conjunto en los campos del conocimiento mencionados, únicamente 13 que representan menos del 1% del total corresponden a autores que están adscritos a una empresa, aun considerando los documentos publicados como consecuencia de la cooperación entre las empresas.

En tercer lugar, a pesar de que los artículos científicos, publicados en revistas indizadas en el *ISI*, que son producto de la colaboración entre los equipos de investigación de las universidades y los de las empresas representan más del doble (2.4% del total) de lo que publican las empresas de manera individual; esta proporción sigue siendo muy baja y es a la vez un indicio adicional de la pobre valoración del conocimiento de frontera por parte de las empresas.

Por otro lado, si bien es cierto que la colaboración científica firma-firma y empresa universidad refleja un desempeño muy mediocre, no sucede lo mismo con la cooperación que se registra entre los equipos de investigación de las universidades e institutos de investigación, tanto nacionales como extranjeros. Así, la publicación de artículos científicos que son el resultado de la colaboración entre las instituciones del conocimiento representan poco más de la mitad (52.11%), correspondiendo el 27.18% a la cooperación que se lleva a cabo sólo entre instituciones nacionales, y el 24.93% a los vínculos colaborativos de instituciones de investigación nacionales con sus pares extranjeras. Asimismo, el campo de conocimiento donde se registra una mayor colaboración nacional es la inmunología con 36.48%; por su parte, en el ámbito de la cooperación científica internacional sobresale la biología molecular con más de 32%.

Dos cosas relevantes pueden deducirse del párrafo anterior: 1) el espíritu colaborativo no está ausente en los investigadores mexicanos, por tanto, si la colaboración científica empresa universidad sigue siendo marginal es porque el

sector biofarmacéutico mexicano está dominado por firmas transnacionales que realizan, mayoritariamente, sus actividades de I&D en sus países de origen, y; 2) la muy escasa cooperación también se debe a que el grueso de las firmas de capital nacional se mantienen alejadas del conocimiento de vanguardia.

En otro sentido, la cantidad de patentes de las empresas se puede usar como una variable aproximada de la innovación; pues, estos activos del conocimiento son un medio efectivo de protección en las empresas farmacéuticas que, normalmente, patentan sus nuevas entidades químicas. Las patentes también son una buena medida del producto de la investigación básica y aplicada (Gambardella, 1992).

La Tabla 8 muestra el comportamiento del patentamiento por agente mexicano (individuos, empresas y universidades) en los últimos tres lustros, como puede observarse, la producción ha sido mínima, registrándose una notoria mejoría a partir del año 2000, con las universidades como los agentes que más patentan en el campo biofarmacéutico.

El hecho de que las universidades sean las principales depositarias del patentamiento en la biofarmacéutica, con una participación de poco menos del 60% (ver Tabla 8), contrasta con los hallazgos de Wagner (1998), Bolívar (2003 y 2004), Genoma (2005) y Corona (2006), que marcadamente sostienen que los científicos universitarios son más adversos al patentamiento que los de las empresas. No obstante, también es claro que la cantidad de patentes es casi insignificante en comparación a lo requerido para generalizar los nexos científicos y tecnológicos entre firmas y universidades. Adicionalmente, es preciso reconocer que cada vez las universidades están más convencidas de aportar conocimientos avanzados para apoyar al desarrollo económico; aunado a que en los últimos años se han mejorado y ampliado los mecanismos internos para la gestión y el mantenimiento de la propiedad intelectual, así como la diversificación de los incentivos para que los investigadores universitarios patenten los productos o hallazgos de sus investigaciones científicas.



**Tabla 8. Patentes otorgadas por el IMPI a titulares mexicanos en el campo biofarmacéutico.**

Agente/año	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total
<b>Individuos</b>	1	1	2	0	0	1	0	3	1	1	0	1	12
<b>Firmas</b>	0	0	1	1	3	4	3	4	0	4	0	3	23
<b>Universidades</b>	0	2	0	1	1	4	10	5	2	5	7	12	51
<b>Total</b>	1	3	3	2	4	9	13	12	3	10	7	16	86

Fuente. Elaboración con base en BANAPA.

En la tabla 9, se presenta la distribución por año de las patentes otorgadas por el IMPI a las empresas biofarmacéuticas mexicanas. Como puede apreciarse, la producción tecnológica mejoró desde 1998. Algo que resalta es que la mayoría de las empresas son pequeñas y algunas, como Lemery S.A. de C.V., han sido adquiridas por compañías farmacéuticas multinacionales, y otras son filiales de multinacionales que registran patentes originadas por actividades científicas y tecnológicas realizadas en México. Sólo para efectos comparativos, en el cuadro es muy nítida la escasa producción de patentes, 32 en el periodo 1980-2007, que son nada en relación a las miles asignadas a las firmas transnacionales más prominentes.

**Tabla 9. Patentes otorgadas por el IMPI a firmas de capital nacional del sector biofarmacéutico, 1980-2007**

Empresa/Año	1980	1983	1985	1991	1995	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2005	2007	Total
AgroalimexSA	1													1
AaparisSA de CV													1	1
Aplicaciones farmacéuticas SA de CV					2									2
Bioquimex Natural SA de CV.									1					1
CordomexSA				1										1
EnmexSA de CV								1						1
FernicSA de CV									2		1	1		4
Industrial OrganicaSA de CV						1				1				2
Instituto BioclonSA de CV												1		1
Internacional Fibercorporation												1		1
JanssenFarmaceuticaSA de CV							1							1
Laboratorios Aranda SA de CV								1	1	1				3
Laboratorios SilanesSA de CV										1	1			2
Laboratorios Vita Nova de Chihuahua SA			1											1
LemerySA de CV												1		1
Proquifin						1								1
Resinas y materiales SA de CV.								1				1		2
Sourse One Sa de CV											2			2
Syntex		1							1					2
Thedal International SA de CV.													1	1
UquifaMexicoSA de CV													1	1
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>32</b>

Fuente: Elaboración con Base en BANAPA.

Continuando con la actividad del patentamiento, y considerando que el hecho de solicitar una patente en el mercado biofarmacéutico más grande del mundo (Estados Unidos) es parte de una estrategia comercial internacional, en la tabla 10 se presentan los titulares de las patentes otorgadas por la *USPTO* de 1990 a 2008. Al igual que sucede con las patentes otorgadas por el *IMPI*, la mayoría fueron para las universidades mexicanas. Es probable que mediante esta estrategia, las universidades busquen cierto posicionamiento en la competitividad científica internacional.

**Tabla 10. Patentes biofarmacéuticas otorgadas por la *USPTO* a firmas, universidades o centros de investigación mexicanos, 1980-2008**

Año de Concesión	Año de Solicitud	AllAssignees	Tipo de Institución
2008	2003	UNAM (MX)	U
2005	1997	Genecor Internacional, inc (USA) UNAM (MX)	U-F <sub>USA</sub>
2004	2000	Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN (MX)	U
2004	2001	Instituto Bioclon, SA de CV (MX)	F <sub>MX</sub>
2003	2001	Lemery, SA de CV. (MX)	F <sub>MX</sub>
2002	1999	UNAM (MX)	U
2002	1999	Universidad Autónoma de Nuevo León (MX)	U
2000	1997	UNAM (MX) The Regents of the University of California (USA)	U- <sub>USA</sub>
1999	1995	Universidad Autónoma de Nuevo León (MX)	U
1997	1990	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (MX)	U
1997	1995	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (MX)	U
1997	1995	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (MX)	U
1996	1995	Grupo Internacional Marc, SA de CV. (MX)	F <sub>MX</sub>
1995	1994	UNAM (MX)	U
1995	1992	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (MX)	U
1995	1991	UNAM (MX)	U
1993	1992	Grupo Cydsa	F <sub>MX</sub>
1993	1991	Seeger Industrial, SA (ES)   INAMEX de Cerveza y Malta SA de CV. (MX)	F <sub>MX</sub> -F <sub>ES</sub>
1993	1991	Seeger Industrial, SA (ES)   INAMEX de Cerveza y Malta SA de CV. (MX)	F <sub>MX</sub> -F <sub>ES</sub>
1992	1991	Seeger Industrial, SA (ES)   INAMEX de Cerveza y Malta SA de CV. (MX)	F <sub>MX</sub> -F <sub>ES</sub>
1991	1989	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (MX)	U
1990	1985	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (MX)	U

Fuente: Elaboración propia con base en información de la Oficina de Patentes de los Estados Unidos.

Lo que también se observa en la Tabla 10 es la participación de algunas pequeñas empresas como titulares de patentes; además, de que varias de las patentes son conjuntas lo que denota colaboración científica y tecnológica, sobre todo en el ámbito internacional, ya que en todas las patentes conjuntas participa al menos un socio extranjero (una firma y una universidad de Estados Unidos, y una firma española en tres asignaciones). Adicionalmente, es claro que no hay una sola patente internacional como resultado de la cooperación entre organizaciones mexicanas; situación que se ha convertido en un verdadero desafío tanto para las empresas como para las universidades mexicanas.

Por último, una variable que no puede pasar desapercibida para evaluar la cooperación tecnológica inter organizacional, son los vínculos que establecen las empresas biofarmacéuticas con las universidades o los centros de investigación. Al respecto, la CANIFARMA (2012) establece que “la ausencia de eficaces políticas de articulación y gestión de la innovación y transferencia tecnológica ha inhibido una vinculación fructífera entre la academia y la industria”. Con tal preocupación en mente, este organismo empresarial ha signado acuerdos de colaboración con importantes instituciones del conocimiento para lograr una mayor vinculación, pero orientada a resultados.

Son sobresalientes dos acuerdos generales de vinculación (CANIFARMA, 2012). El primero es un convenio de colaboración entre la UNAM y la CANIFARMA vigente desde 2009, su objetivo central es establecer una base de cooperación, primordialmente, en investigación científica y tecnológica. Llama la atención el hecho de que si de la investigación científica realizada se derivase cierta propiedad intelectual, ésta se otorgará a quienes hayan participado en los proyectos; además, la UNAM estableció el compromiso de elaborar un catálogo de servicios tecnológicos que puedan ser de utilidad para las empresas biofarmacéuticas. El segundo, es un acuerdo de colaboración CONACYT-CANIFARMA, su objetivo es configurar mecanismos de vinculación entre la academia, la industria y el gobierno (federal); lo que impulsó el establecimiento de este acuerdo es la consideración de que el sector biofarmacéutico es considerado

como el de mayor intensidad científica y tecnológica en el país. Adicional a los acuerdos generales, algunas firmas del sector, de manera individual mantienen algunos vínculos colaborativos con universidades o con centros de investigación.

En suma, aunque las inversiones en I&D siguen siendo muy reducidas, éstas se han incrementado en los últimos años y se percibe un mayor interés por fortalecer y ampliar los vínculos empresas biofarmacéuticas-instituciones académicas, por lo menos, mediante los acuerdos generales de cooperación. Sin embargo, la interesante y muy dinámica colaboración científica y tecnológica entre las instituciones académicas, nacionales y extranjeras, no se ve reflejada en una colaboración firma-firma o empresa-universidad más intensa. Además, la producción de patentes por parte de las empresas de capital nacional ha sido casi simbólica, esto aunado a que la cooperación registrada a través de las patentes conjuntas es bastante mediocre.

### **3.3 Factores que pueden explicar el nivel de la cooperación tecnológica interfirma e interinstitucional en el sector biofarmacéutico**

Para sustentar esta parte del trabajo, el análisis se apoya en los elementos centrales que componen un sistema nacional de innovación (SNI), sobre todo por su proceder metodológico y porque ayuda en buena medida a recapitular los factores que están detrás del subdesarrollo de la cooperación tecnológica en el sector biofarmacéutico.

Un SNI puede moldearse por factores económicos, sociales, políticos, organizacionales y otros que repercuten en el desarrollo, la difusión y el uso de las innovaciones; y éste se compone por organizaciones (proveedores, clientes, competidores, universidades, organizaciones que proveen capital de riesgo y agencias públicas para la formulación de políticas de innovación); así como por instituciones (hábitos, rutinas, prácticas establecidas, reglas y leyes) que regulan

las relaciones e interacciones entre los individuos, los grupos y las organizaciones. Las instituciones son las reglas del juego (Edquist, 2001).

También se aclara que en este apartado se aborda de manera somera el cómo un actor (gobierno) puede influir, a partir de sus políticas económicas generales sobre ciencia, tecnología e innovación, en la promoción o en la inhibición de la cooperación tecnológica interfirma y empresa-universidad en el sector biofarmacéutico de México.

De entrada, uno de los obstáculos fundamentales para el desarrollo de la ciencia y la tecnología está representado por la casi nula inversión en ciencia y tecnología como proporción del PIB, que históricamente se ha ubicado por abajo del 0.4% del PIB. Por ejemplo, Sábato (1975) y, Ortiz y Torres (1975) desde hace 4 décadas advertían sobre la insuficiencia del financiamiento a la ciencia y a la tecnología; pero, al mismo tiempo estos trabajos dan la pauta para sostener que el gobierno mexicano siempre ha vacilado con tomarse en serio la promoción de la ciencia y la tecnología como actividades prioritarias de interés nacional.

Para reafirmar la trayectoria histórica del magro presupuesto gubernamental a la ciencia y a la tecnología, Casas (2004) vuelve a señalar que el financiamiento a estas actividades es absolutamente insuficiente, pues se sigue ubicando abajo del 0.4% del PIB; y para rematar Olmedo (2010) y, Flores y López (2010) discuten sobre la misma insuficiencia de recursos para el desarrollo tecnológico. Si bien es cierto que el impulso de la ciencia y la tecnología no puede ser la solución a todos los problemas, si se puede considerar a estas actividades como una condición necesaria para dar mayor contenido tecnológico a las mercancías que se producen.

En efecto, México se encuentra en la cola de los países de la OCDE que menos invierten en ciencia y tecnología, muy por abajo de la media, y también se encuentra en los últimos lugares en cuanto al número de investigadores por cada 1000 empleados y del financiamiento privado a la I&D.

Adicionalmente, Olivares (1990) concluye que existe un desdén oficial para impulsar de manera decidida a las actividades científicas y tecnológicas. A partir de este autor, se puede llegar a una conclusión fundamental: el fracaso de llevar a la política industrial de sustitución de importaciones hasta desplazar gran parte de los bienes de capital importados, se debió a que las estrategias industriales no se hicieron acompañar del desarrollo tecnológico nacional.

Es importante reconocer que los antecedentes generales anteriores impactan en el pobre desempeño de la colaboración científico-tecnológica en el sector biofarmacéutico establecido en el país. Sin embargo, existen algunos factores muy claros, particulares de esta industria, que inhiben el desarrollo de la cooperación; en este sentido, se identifican 5 de éstos:

1. preponderancia innovativa casi absoluta de las empresas farmacéuticas transnacionales (más del 98% de las patentes vigentes en México pertenece a extranjeros) que si bien son grandes exportadoras, también basan su producción en un elevado componente importado de sus insumos, manteniendo de esa manera, poca o nula vinculación tecnológica con las pequeñas firmas nacionales. En efecto, existe una altísima concentración de las actividades inventivas e innovativas a favor de las transnacionales (hay una participación marginal de los laboratorios nacionales) que realizan sus actividades de I&D, marcadamente, en sus países de origen, y; la transferencia tecnológica no contribuye a acrecentar las capacidades tecnológicas de las firmas nacionales.
2. Las reformas macro a las regulaciones sobre la propiedad intelectual no han ayudado a impulsar la actividad científica y tecnológica en las empresas biofarmacéuticas nacionales. Así, la instauración de la Ley de la Propiedad Intelectual, la adhesión a los ADPIC, el TLCAN y la integración primero al GATT y luego a la OMC, lejos de fortalecer las capacidades y habilidades tecnológicas de las firmas de capital nacional las ha obstaculizado severamente. La apertura comercial desmedida vino a reforzar la preeminencia de las transnacionales debido a que el sistema de

propiedad intelectual en México es muy benevolente con los intereses comerciales de este tipo de empresas.

3. Durante más de 3 décadas, el país ha padecido la ausencia de una política industrial que impulse mediante políticas selectivas (la consolidación de los pequeños laboratorios biofarmacéuticos de capital nacional) a los sectores intensivos en tecnología como la biofarmacéutica. La apertura comercial-intelectual debió garantizar una protección mínima a las empresas nacientes pero promisorias.
4. En general, existe un contexto empresarial y universitario poco propicio para explorar y explotar industrialmente el conocimiento de las universidades. De este modo, las empresas biofarmacéuticas establecidas en México tienen un bajo perfil científico; no hay una fuerte tradición colaborativa entre la industria y la academia, un antecedente que puede explicar esto es que la investigación universitaria sigue estando muy sesgada a lo básico con pocas posibilidades de aplicaciones industriales, ello influye para que el espíritu colaborativo de los equipos de investigación de las instituciones del conocimiento no se haya propagado a los equipos de la industria.

Aunque en los últimos años se hayan incrementado las inversiones en I&D, aún son insuficientes (se carece de un sistema financiero que garantice capital de riesgo suficiente para el desarrollo de proyectos científico-tecnológicos) para formar y fortalecer las mínimas capacidades de conocimiento científico y tecnológico que se requieren para interactuar (colaborar) con otras firmas o con la academia. De hecho, las estrategias imitativas (adaptaciones y participación en las últimas fases de la experimentación) no han resultado apropiadas para el desarrollo tecnológico de las empresas farmacéuticas nacionales.

Aunque estos factores influyen en el subdesarrollo de la colaboración tecnológica en el sector biofarmacéutico establecido en México, desde luego, no todo se debe a la poca seriedad que ha mostrado el gobierno con estas importantes actividades, pues así como existe desinterés gubernamental, el grueso de las firmas



farmacéuticas, esencialmente las productoras de genéricos, tampoco muestran mucho interés por involucrarse con productos y procesos avanzados tecnológicamente, su inversión en I&D también es muy baja y muchas empresas mantienen nulas vinculaciones con las organizaciones del conocimiento.

En efecto, Edquist (2001) sostiene que las interacciones entre las diferentes organizaciones son cruciales en aquellos procesos de aprendizaje que, normalmente, son la base para el desarrollo de las innovaciones. Estas relaciones pueden ser coordinadas por el mercado o por otros mecanismos, ya que los procesos de aprendizaje que son interactivos entre las organizaciones involucran intercambio de elementos de conocimiento y colaboraciones que no son fácilmente manejadas por el mercado.

Flores y López (2010) señalan que en México existe un SNI incipiente que impacta en el desarrollo tecnológico de la biofarmacéutica, pero Edquist (2001) establece cuatro categorías del por qué los sistemas fallan o difícilmente pueden prosperar:

- i) las funciones en los sistemas de innovación pueden ser inapropiadas o estar ausentes;
- ii) las organizaciones pueden ser inapropiadas o estar ausentes;
- iii) las instituciones (reglas del juego) pueden ser inapropiadas o estar ausentes;
- iv) las interacciones o los vínculos entre funciones-organizaciones-instituciones en el sistema de innovación pueden darse de manera inapropiada o pueden no existir.

Los cuatro fallos que propone Edquist se observan en un incipiente SNI mexicano, por losiguiente:

- i) en general, las empresas farmacéuticas establecidas en el país nunca han ponderado como una decisión prioritaria la inversión en conocimiento científico-tecnológico, se han limitado a la adaptación de tecnologías importadas; pero el

gobierno tampoco tiene claro su papel en la generación de conocimiento, y en las universidades se discute si deben o no incorporar la nueva función de promoción del crecimiento y el desarrollo económicos.

ii) En su mayoría las organizaciones que hay en México (empresas, agencias gubernamentales y universidades-centros públicos de investigación) no son propicias para servir como plataforma del desarrollo de un SNI comparable con el de otros países de tamaño similar. Al respecto, la economía y más concretamente las organizaciones de este país carecen de hábitos, de rutinas, y de buenas prácticas que internalicen el conocimiento de frontera; por lo tanto, existe un círculo vicioso de organizaciones e instituciones que no alientan el desarrollo de la ciencia-tecnología-innovación. Las empresas en su mayoría ni siquiera se interesan por adquirir capacidades mínimas de absorción del conocimiento, por su parte las agencias gubernamentales no se interesan por propiciar la formación de un sector de capital de riesgo, y las universidades apenas comienzan a incorporar la función empresarial como algo legítimo en su desempeño.

iii) Como parte del entorno institucional, más allá de los hábitos y las rutinas, se encuentran las reglas formales, constituidas por ejemplo por las leyes. Si bien, en México hay varias legislaciones que regulan algunas actividades que están directamente relacionadas con el conocimiento, normalmente, se presenta un problema de agencia-principal. Por ejemplo, apesar de que la sociedad (principal) está de acuerdo en elevar el financiamiento a la ciencia y a la tecnología (1% como proporción del PIB cosa que se plasma en la *Ley de Ciencia y Tecnología*), en los hechos, el agente (gobierno) incumple ese mandato.

Asimismo, las universidades se han embarcado en la carrera del patentamiento, pero eso significa que todos sus investigadores estén de acuerdo con esa estrategia, y peor aún, aunque las universidades sean titulares de ciertos activos del conocimiento (patentes) eso no implica que haya empresas interesadas en explotar ese conocimiento.

iv) Se puede establecer que los vínculos entre las funciones, las organizaciones y las instituciones se mantienen en un nivel mediocre. Este pobre desempeño se refleja en el hecho de que, por ejemplo, la vinculación que se da entre las empresas y el gobierno semueve sólo por la búsqueda de financiamiento para ciertas actividades empresariales que pueden estar o no vinculadas con el conocimiento; y el énfasis en la vinculación de universidades con empresas se puede dar en el sentido de búsqueda, también, de patrocinios de proyectos de investigación. Casi siempre, en una relación de subordinación.

Pero, entonces, ¿cómo se podría lograr un mejor desempeño competitivo mediante la cooperación tecnológica? Si se trata de responder directamente a esta pregunta, se tiene el siguiente razonamiento: la cooperación tecnológica inter organizacional aumenta las capacidades y las habilidades innovativas de las firmas biofarmacéuticas que se ven reflejadas en la incorporación de nuevos medicamentos al mercado, toda vez que las investigaciones científicas y tecnológicas se han logrado patentar. Las empresas biofarmacéuticas al ser las primeras en la introducción de nuevos fármacos mejoran su desempeño en el mercado porque existe una clara diferenciación respecto a los competidores. Asimismo, el mercado de los fármacos de última generación (biofarmacéuticos patentados) es el de mayor valor, por lo que los productores de estos medicamentos logran mayores ventajas competitivas.

También puede haber una mejoría del entorno competitivo general cuando las propiedades del conocimiento tecnológico permiten ciertas externalidades positivas, pero es claro que en el sector biofarmacéutico nacional sólo un puñado de empresas de capital nacional cuenta con las capacidades de absorción suficientes para aprovechar esos escurrimientos; el resto de empresas productoras de genéricos únicamente se limitan a invertir para asimilar adecuadamente los procesos para la producción de estos medicamentos cuando las patentes han expirado. Así, si al periodo de vigencia de las patentes se le denomina como actualidad de la tecnología desincorporada, las adaptaciones que realizan las firmas productoras de genéricos para realizar la manufactura de los

nuevos medicamentos genéricos podría decirse que son esfuerzos para adoptar y adaptar tecnologías que van quedando obsoletas; en efecto, se puede considerar que no existe una auténtica transferencia tecnológica.

La situación de las empresas biofarmacéuticas transnacionales establecidas en México merece una respuesta aparte, y ésta va en el sentido de que las firmas del *top* mundial también son las del *top* nacional que mantienen un dominio absoluto en el mercado tecnológico. Sin embargo, el papel que juega la cooperación tecnológica es distinto según el ámbito de operación; en este sentido, las transnacionales campeonas en la producción y en las ventas mundiales también son las campeonas en el número de acuerdos de colaboración tecnológica del sector biofarmacéutico mundial. En el caso del sector biofarmacéutico de México, ni las empresas transnacionales más grandes, ni las que dominan el mercado tecnológico nacional (muchas de las cuales son las mismas) son las que más actividad colaborativa registran en México.

Por lo anterior, es claro que las mega empresas transnacionales tienen poco interés en aliarse con firmas mexicanas o con otras instituciones del país, y es que las condiciones de la competencia farmacéutica en México no ejercen mayor presión sobre este tipo de empresas. Ello ha ocasionado una dualización de la industria farmacéutica mexicana, por un lado están las transnacionales que funcionan aparte y que no ejercen efectos de arrastre con las otras empresas farmacéuticas nacionales, por el otro lado están las empresas nacionales (mayoritariamente productoras de genéricos) que se mantienen desvinculadas de la tecnología de punta. Entonces, no puede haber transferencia de tecnología de las transnacionales hacia las firmas nacionales porque las primeras desarrollan sus actividades científicas y tecnológicas en sus países de origen, pero acá mantienen un cómodo dominio productivo que les permite alcanzar una alta rentabilidad.

Otro indicador que podría sugerir una mayor competitividad de las firmas biofarmacéuticas nacionales que cooperan tecnológicamente es el alcance en la

comercialización de sus productos. De este modo, el mejor desempeño innovativo logrado por las pocas empresas nacionales muy activas en las actividades biofarmacéuticas las hace más competitivas que el resto de las empresas nacionales, por el simple hecho de diferenciar sus productos en el mercado nacional; si a esta ventaja se le agrega la posibilidad de comercializar productos únicos en el ámbito mundial, en consecuencia, las empresas biofarmacéuticas nacionales innovadoras adquieren ventajas competitivas claras, tanto en el ámbito nacional como en el internacional, dado esto la cooperación tecnológica inter organizacional es de gran importancia para aspirar a tener empresas competitivas.

Para cerrar con este apartado, basta decir que a pesar de observarse algunos actos de colaboración científico-tecnológica en las empresas del sector biofarmacéutico establecido en México, esta estrategia para mejorar las capacidades de absorción del conocimiento de frontera, para mejorar el desempeño innovativo y para lograr mayores estándares de competitividad industrial, se mantiene muy subutilizada. Esto se debe, fundamentalmente, a un marcado desinterés generalizado de los principales actores (empresas, organizaciones del conocimiento y gobierno) que tendrían que coincidir en la necesidad de compartir metas, recursos, cursos de acción y productos para alcanzar una mejor posición tecnológica.

## CONCLUSIONES

La conclusión principal a la que se llega en este trabajo es que la cooperación tecnológica interfirma y empresa-universidad como una estrategia alternativa para el desarrollo de mayores capacidades y habilidades tecnológicas, no es aprovechada adecuadamente por la industria farmacéutica mexicana con mayoría de firmas de capital nacional; por consiguiente, esa situación influye en el pobre desempeño innovativo y competitivo de esta industria. De hecho, la estrategia colaborativa permitiría a estas empresas conjuntar esfuerzos para incrementar las inversiones, en investigación científica y tecnológica, tan necesarias en esta industria.

La cooperación tecnológica interfirma y empresa-universidades un mecanismo híbrido de coordinación económica en el que las organizaciones conjuntan esfuerzos para desarrollar mayores capacidades y habilidades tecnológicas con la finalidad de aprovechar las derramas internas y externas del conocimiento, que a la vez pueden mejorar la capacidad innovativa y el entorno competitivo. Se pueden desarrollar más y mejores capacidades tecnológicas porque mediante la estrategia de la cooperación, se amplían los horizontes del desarrollo científico y tecnológico en las firmas. Se mejora el desempeño innovativo porque al entrar con mejores o nuevos productos y procesos, al mercado, se mejora la posición competitiva.

La colaboración permite distribuir los riesgos que en general implican los proyectos de investigación. Las empresas que no se involucran en los acuerdos colaborativos y, menos aún, las que no se interesan por el conocimiento científico y tecnológico, en general, estarán imposibilitadas para el aprovechamiento de los beneficios del conocimiento externo; por lo tanto, más que pensar al conocimiento (de las universidades) como un bien público habría que acotarlo a un bien semi-público al que se tiene acceso sólo si se cuenta con las bases y el entrenamiento necesarios para su internalización. De este modo, solamente las empresas con capacidades de absorción podrán internalizar adecuadamente las externalidades del conocimiento.

Si bien es cierto que ante un entorno de economía del conocimiento, se requiere una participación más activa y directa de las universidades en el mejoramiento de las capacidades innovativas y competitivas de las empresas, acotar al patentamiento dicha misión resulta muy limitado. Lo que resulta sugerente es que si se quiere consolidar el papel de la universidad como promotora de una mayor competitividad, el patentamiento sólo constituye una vía y, más bien, hay que pensar en un impulso simultáneo a todas las actividades de las universidades que permitan un mayor flujo de conocimientos.

En general, la colaboración tecnológica interfirma y empresa-universidad puede ayudar a que las empresas sean más competitivas, ya que la competitividad tecnológica y su relación con la cooperación involucran estrategias de las empresas para obtener algún tipo de ventaja frente a sus rivales directos, mediante el fortalecimiento de sus capacidades tecnológicas. Esto les permite, por ejemplo, un mejoramiento de los productos y procesos, una diferenciación de los mismos, una disminución de los costos de producción por el mejoramiento de las técnicas, la introducción de nuevos productos y procesos (cuya apropiabilidad relativa se puede proteger por el sistema de patentes y de marcas), o incluso la búsqueda de nuevos mercados. Tales elementos, permiten a las empresas desarrollar capacidades tecnológicas internas, tener mayor capacidad de absorción de las nuevas tecnologías e interactuar con otras empresas de forma complementaria.

Los acuerdos de colaboración tecnológica entre las organizaciones implican una serie de dificultades que deben enfrentar las partes involucradas, por tanto, se trata de un terreno sinuoso y la decisión de participar o no en el acuerdo se toma a partir del análisis de los costos en los que se incurriría para gestionar la cooperación y los beneficios potenciales que se tendrían.

Aunque la producción científica y tecnológica de los centros de investigación biotecnológica sea reconocida internacionalmente, su capacidad es muy reducida como para esperar que pueda actuar como una actividad con efectos

multiplicadores sobre otros campos, por lo que se necesita un mayor impulso público y privado a la investigación biotecnológica para que *a posteriori* los vínculos universidad-empresa puedan incrementar su cantidad e intensidad.

La importancia de las potencialidades biotecnológicas radica en que éstas podrían aprovecharse para propiciar un sector biofarmacéutico más competitivo; no obstante, tales capacidades muestran un desarrollo heterogéneo ya que existen pocas firmas de capital nacional intensivas en biotecnología moderna, y la infraestructura científico-tecnológica se concentra, esencialmente, en los institutos públicos de investigación y en las universidades, misma que no se explota estratégicamente por las empresas nacionales. Además, a pesar de que las transnacionales comercializan muchos medicamentos con base en la biotecnología moderna, eso no impacta en la formación de capacidades tecnológicas de las firmas nacionales.



## **SUGERENCIAS DE POLÍTICA ECONÓMICA**

- Propiciar la formación y consolidación de mercados tecnológicos complementarios. Ello permitiría la creación de nuevas pequeñas empresas basadas en el conocimiento y, de manera simultánea, ayudaría a que estas empresas y las universidades encontraran rentable patentar sus nuevos productos y procesos. Tales mercados podrían impulsarse mediante las compras gubernamentales.
- Aplicar mecanismos selectivos para que la colaboración científica y tecnológica interinstitucional (empresa-universidad) mejore las condiciones competitivas, especialmente, de las firmas de capital nacional. Esto podría llevarse a cabo a través de otorgar mayores incentivos a la cooperación pequeñas empresas-universidad.
- Conformar un sistema bancario-financiero en el que las nuevas y pequeñas firmas tecnológicas cuenten con mayores oportunidades para acceder al capital de crédito de riesgo, ya que en México sólo mediante la banca de desarrollo se puede aspirar al financiamiento, pero muchas veces con altos costos de transacción.
- Ampliar y consolidar las funciones económicas de las universidades, reforzando la investigación básica y ampliando la cobertura de la matrícula, con la que una mayor cantidad de mexicanos estaría relacionada con el conocimiento, sólo así se puede garantizar un mayor aprendizaje vinculado al conocimiento.
- Consolidar los campos del conocimiento relacionados con la biotecnología como palanca del desarrollo nacional, ampliando y mejorando las actividades científicas y tecnológicas en las universidades y centros de investigación permeando con el conocimiento avanzado al resto de las actividades económicas.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Arrow, Keneth (1962); “El bienestar económico y la asignación de recursos para la invención”; en Rosenberg, Nathan (ed.1979), *Economía del cambio tecnológico*, México: FCE.

Axelrod, Robert (1984); *La evolución de la cooperación: El dilema del prisionero y la teoría de juegos*; Madrid: Alianza Editorial, S.A., 1986.

Axelrod, Robert (2004); *La Complejidad de la Cooperación. Modelos de cooperación y colaboración basados en los agentes*; México: FCE.

Ayala, José (1999); *Instituciones y Economía, una Introducción al Neoinstitucionalismo Económico*; México: FCE, 2005.

Bolívar, Francisco (Coord.) (2003); *Recomendaciones para el Desarrollo y Consolidación de la Biotecnología en México*; México: CONACYT, Academia Mexicana de Ciencias y UNAM.

Bolívar, Francisco (Comp. y Ed.) (2004); *Fundamentos y casos exitosos de la biotecnología moderna*; México: Academia Mexicana de Ciencias, UNAM-Instituto de Biotecnología, El Colegio Nacional, CONACYT y CIBIOGEN.

Calva, José Luis (2001); *México: más allá del Neoliberalismo. Opciones dentro del cambio global*; México: Plaza & Janés Editores, S.A. de C.V.

Casas, Rosalba (coord.) (2001); *La formación de redes de conocimiento. Una perspectiva regional desde México*; México: Anthropos, UNAM-Instituto de Investigaciones Sociales.

De Gortari, Rebeca (1999); “Los académicos: de la producción a la comercialización del conocimiento”; en Casas, Rosalba y Matilde Luna (coord.),

*Gobierno, Academia y Empresas en México: hacia una nueva configuración de relaciones*; México: UNAM, Plaza y Véldez, 2ª. Edición.

Del Río, Fernando (1994); "Vidas paralelas en la ciencia y la tecnología"; en Varela Roberto y Leticia Mayer (comp.), *Los Grandes Problemas de la Ciencia y la Tecnología*; México: UAM y UNAM.

Flores, Ramona y Santos López (2010); "México en el contexto de los sistemas de innovación"; en Benavides, Shirley (comp.), *Innovación, Tecnología y Desarrollo Regional*; San José, Costa Rica: Universidad Nacional, pp. 149-161.

Luna, Matilde (1999); "La visión del sector privado hacia la universidad pública: de semillero deguerrilleros a semillero de emprendedores"; en Casas, Rosalba y Matilde Luna (coord.), *Gobierno, Academia y Empresas en México: hacia una nueva configuración de relaciones*; México: UNAM, Plaza y Véldez, 2ª. Edición.

Thomas, Hernán y Renato Dagnino (2005); "Efectos de transducción: una nueva crítica a la transferencia acrítica de conceptos y modelos institucionales"; en *Ciencia, Docencia y Tecnología*, No. 31, Año XVI, pp. 9-46.