



Análisis Económico

ISSN: 0185-3937

analeco@correo.azc.uam.mx

Universidad Autónoma Metropolitana

Unidad Azcapotzalco

México

García Galván, Rodolfo; Guzmán Chávez, G. Alenka
Cooperación tecnológica en el sector biofarmacéutico global y su contexto en México
Análisis Económico, vol. XXIX, núm. 72, 2014, pp. 85-125
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco
Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41337767005>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Cooperación tecnológica en el sector biofarmacéutico global y su contexto en México

(Recibido: 03/mayo/2013 –Aceptado: 29/octubre/2014)

Rodolfo García Galván^{}*
*G. Alenka Guzmán Chávez^{**}*

Resumen

La cooperación tecnológica entre las organizaciones, por ejemplo, empresa-universidad es una forma híbrida de coordinar la actividad económica para la innovación, la cual ha registrado un crecimiento exponencial en el mundo (principalmente en las economías más desarrolladas) en las últimas décadas; pero este fenómeno se observa sobre todo en los sectores intensivos en conocimiento científico y tecnológico, como el sector biofarmacéutico global que es emblemático porque allí se ha dado una actividad colaborativa intensa. Sin embargo, las empresas biofarmacéuticas establecidas en México, en general, no muestran un interés genuino por colaborar entre ellas y con las universidades o centros de investigación mexicanos, lo que implica que la gestión de la propiedad intelectual en el país se lleva a cabo únicamente con fines comerciales.

Clasificación JEL: L1, O3.

Palabras Clave: cooperación tecnológica, sector biofarmacéutico, biotecnología roja, situación tecnológica en México.

^{*} Doctor en ciencias económicas por la Universidad Autónoma Metropolitana, adscrito al Instituto de Investigación y Desarrollo Educativo de la Universidad Autónoma de Baja California.

^{**} Profesora-investigadora del Departamento de Economía de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

Introducción

La cooperación tecnológica interfirma y empresa-universidad es un fenómeno de coordinación de la actividad económica que ha venido consolidándose a nivel mundial en las últimas décadas. Pero, este tipo de colaboración se observa, principalmente, en las áreas intensivas en ciencia y tecnología, como en el sector biofarmacéutico.¹ Asimismo, si bien el fenómeno colaborativo se ha ampliado y fortalecido en las principales economías del planeta, los países en desarrollo no permanecen ajenos a esta tendencia y en muchos de éstos se hacen grandes esfuerzos por enganchar a las distintas organizaciones que realizan actividades científicas y tecnológicas.

Sin embargo, los principales actores económicos en los países subdesarrollados y más concretamente en México, todavía no tienen clara la relevancia de la cooperación tecnológica, como una herramienta para aspirar a una mayor competitividad industrial. Eso implica una problemática importante, aún no resuelta.

Dado lo anterior, en este trabajo se tiene como objetivo, en primer término, identificar y reflexionar sobre las características específicas de las firmas del sector biofarmacéutico global, mismas que muestran la necesidad de colaborar tecnológicamente. También, se pretenden analizar los principales rasgos económicos que poseen las empresas farmacéuticas establecidas en México para, con base en ello, valorar si existen las condiciones para que la cooperación tecnológica pueda ampliarse y consolidarse en este sector.

En el desarrollo de este documento nos damos a la tarea de contestar la siguiente pregunta: ¿qué diferencias y/o similitudes existen entre el entorno de desempeño de la colaboración tecnológica en el sector biofarmacéutico global y las condiciones que imperan en México para el desarrollo de la cooperación tecnológica en este mismo sector? Tentativamente, se puede decir que las actividades biofarmacéuticas en México, por un lado, son una extensión más de lo que sucede en las economías occidentales (centro de origen de las principales firmas biofarmacéuticas) con alta concentración productiva e innovativa; y por el otro lado, existen diferencias notables dado que en el país no se registra una actividad innovativa importante (de origen) y las empresas transnacionales sólo gestionan la propiedad intelectual para proteger sus innovaciones desarrolladas en sus respectivos países, para asegurar así el segundo mercado farmacéutico más grande de América Latina.

¹ La distinción básica entre la farmacéutica tradicional y la biofarmacéutica actual, es que la primera basa mayoritariamente sus medicamentos en la química convencional y, la segunda implica un alto contenido de las técnicas biotecnológicas modernas en sus productos y procesos.

La investigación se basa, fundamentalmente, en fuentes secundarias de información y en la revisión de casos de firmas de la industria biofarmacéutica que han sido analizados previamente en cuanto a su propensión a cooperar (algunos mencionados en las referencias de este documento); esto se hace tanto para mostrar evidencias de lo que sucede en el ámbito global como para la explicación del sector a escala nacional. Pero, eso no implica que este documento sea una revisión de la literatura empírica, pues lo que se busca es explicar lo que ha sucedido con las cuestiones tecnológicas y cooperativas, y el horizonte que podría delinearse en el sector biofarmacéutico en México.

El documento se encuentra dividido en dos secciones principales, la primera se dedica a explicar y reflexionar sobre lo que se ha observado respecto a la cooperación tecnológica en el sector biofarmacéutico a nivel global. La segunda sección aborda las cuestiones relacionadas con las actividades biofarmacéuticas en México, implícitamente, se analizan las condiciones económicas y tecnológicas que pueden tener algún impacto en la colaboración.

1. La cooperación tecnológica en el sector biofarmacéutico global

En esta parte del documento se abordan cuestiones tales como el contexto científico y tecnológico que impacta en el desempeño del sector biofarmacéutico global, los elementos que nos conducen a pensar en la delimitación clara de un sector biofarmacéutico en el mundo; así como la cooperación tecnológica que se observa en este sector industrial mundial, y más específicamente el proceso de la cooperación tecnológica que nos lleva de una predominancia inicial de las pequeñas firmas biotecnológicas hasta la hegemonía de las grandes farmacéuticas tradicionales en la actualidad.

1.1. Desarrollo del sector biofarmacéutico mundial en un entorno de desarrollo científico y tecnológico

Las economías desarrolladas y las de los países en vías de desarrollo, en las últimas décadas, se han centrado en el fomento de las actividades 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.²

² La exigencia e insistencia de algunos países desarrollados, principalmente los Estados Unidos, de fortalecer los sistemas de protección de la propiedad intelectual en varios países subdesarrollados en los que se reconozca plenamente el valor de los activos intangibles del conocimiento (patentes), es una de las características de estos

Lo que persuade a los gobiernos y a las empresas 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.

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.³ De tal manera que al día de hoy, los avances en el sector salud, difícilmente se podrían comprender sin los hallazgos de la biotecnología. En efecto, las aplicaciones más rentables y extendidas de la biotecnología se han encontrado en el área de la salud.

En los últimos 30 años, el mundo ha sido testigo del nacimiento de una de las mayores revoluciones tecnológicas⁴ 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: 81). La biotecnología moderna ha repercutido mucho en el desarrollo de diversos sectores como el de la salud (Bolívar, 2003: 13).

Aunado a la supremacía de la biotecnología de la salud, para algunos autores denominada biotecnología roja, otra de las características de esta industria es que ha estado estrechamente relacionada con el *emprendizaje* académico, por lo

mercados del conocimiento tecnológico. Al interior de los países, el licenciamiento y la explotación industrial de las patentes universitarias, es una característica más de este tipo de mercados.

³ Ésta ha pasado de desarrollar sus productos con base en la química convencional a apoyarse cada vez más en las técnicas biotecnológicas modernas. Al respecto, Cockburn (2008: 210-211) señala que la innovación en la industria farmacéutica está estrechamente ligada a la ciencia biomédica básica, y muchas compañías participan activamente en investigación básica. Al darse un avance notable de la biología desde los 1970, esta industria se ha convertido progresivamente en más intensiva en ciencia, confiando ampliamente en los avances fundamentales de la fisiología, la bioquímica y la biología molecular. En *stricto sensu*, la OCDE (2009: 5) establece como definición de biotecnología: “Aplicación de la ciencia y la tecnología a los organismos vivos, así como a sus partes, sus productos y sus modelos, alterando los materiales vivos o no vivos para la producción de conocimiento, de bienes y de servicios”.

⁴ En términos kuhnianos se considera como revoluciones científicas (tecnológicas) aquellos episodios de desarrollo no acumulativo en los que un paradigma antiguo se ve sustituido, en todo o en parte, por otro nuevo o incompatible con él. Estas revoluciones se dan por una sensación creciente de que el paradigma existente ha dejado de funcionar adecuadamente en la exploración de un aspecto de la naturaleza hacia el que había conducido previamente el propio paradigma (Kuhn, 2007: 186-187). El agregado de tecnologías es de parte nuestra.

cual la investigación universitaria de vanguardia está relacionada con la creación de nuevas firmas biotecnológicas (Hermans et al., 2008). 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: 20; Corona, 2006: 81).

No es sorpresa que el campo de la biotecnología fue uno de los precursores en el establecimiento de los centros 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 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: 291).

Las primeras firmas 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 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 ejemplos⁵ (Corona 2006; 88).

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

⁵ Se considera que los proveedores de tecnología para la industria farmacéutica se encuentran ampliamente fragmentados, pues consisten de pequeñas firmas biotec, de universidades-centros de investigación y de otras pequeñas empresas privadas que proporcionan a las firmas farmacéuticas una gran variedad de oportunidades tales como el licenciamiento, los proyectos conjuntos de investigación, o las adquisiciones. Además, el financiamiento público a la investigación básica ha contribuido para la formación de investigadores de alto nivel, lo cual conduce a *spillovers* positivos en la industria farmacéutica (Pattikawa, 2008: 33). La heterogeneidad de los activos y las habilidades-capacidades de los diferentes agentes que participan en la biofarmacéutica, provocan que las empresas terminales busquen la cooperación tecnológica como mecanismo de complementariedad.

biotecnológicas (fusiones, adquisiciones, acuerdos asimétricos de cooperación). Esta cooptación tiene éxito porque las grandes 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. Esta situación provoca que nuevamente las grandes farmacéuticas no sólo sean hegemónicas en ventas sino que lo sean también en invenciones e innovaciones. Entonces, las firmas ganadoras de la revolución biotecnológica son las multinacionales 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 de acuerdo con Pattikawa (2008: 32-33), que 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. Así, la biotecnología se percibe como la parte que juega el papel de la innovación destructiva⁶ 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, ahora se observa en el mundo que las grandes farmacéuticas 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 subdesarrollados, participan las pequeñas y medianas empresas como oferentes de medicamentos para las familias de ingresos bajos y para los sistemas de salud pública; 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.⁷

⁶ Aquí se entiende como el desplazamiento de medicamentos químicos tradicionales por biotecnológicos, proceso que iniciaron las pequeñas empresas de base científica, pero ahora apropiado por las grandes firmas.

⁷ La manufactura de medicamentos también es un fenómeno multinacional, con un comercio global activo en la intermediación (especialmente químicos), ingredientes activos y productos terminados. La exigencia de mayores estándares de calidad se han extendido en todo el mundo, y varios países se han transformado en los mayores centros de la actividad manufacturera que abastecen los mercados globales, sobresalen en esta lista Irlanda, Puerto Rico, Israel e India como productores de genéricos (Cockburn, 2008: 208).

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 fuera 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) 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: 207-208).

A pesar del alcance global en la comercialización de sus productos, las firmas multinacionales mantienen fuertemente concentradas y centralizadas sus principales actividades innovativas.⁸ Esta concentración se manifiesta en dos sentidos. Primero, si se considera al ámbito mundial, la mayor parte de las inversiones se realizan en las principales economías desarrolladas como los Estados Unidos, los países más grandes 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 Cuadro 1). En segundo lugar, dentro de los países donde se realizan las mayores inversiones, existen algunos núcleos de investigación que atraen las mayores inversiones, contando con algunos puntos muy específicos (aglomeraciones industriales) en las tres regiones del mundo. Por ejemplo y 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 *Tokio/Kansei*.

⁸ En términos de los productos finales, el hecho de que un medicamento sea de patente implica un monopolio cuyo dominio del mercado es absoluto. De este modo, es claro que los nuevos medicamentos de patente se desprenden de las innovaciones logradas.

Así pues, 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 tales países 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.

Cuadro 1
Gastos en I&D por país de las empresas farmacéuticas

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

Fuente: Adaptado de Cockburn (2008: 209).

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).

Recapitulando, como las actividades de la industria farmacéutica quedan cada vez más enmarcadas en lo que se ha dado en llamar “economías basadas en el 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. En el siguiente apartado se enlistan algunas propiedades sobresalientes de lo que de ahora en adelante se denominará “sector biotecnológico de la industria farmacéutica” para referir la combinación de las actividades farmacéuticas con las biotecnológicas.

1.2. Elementos 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 1970⁹ (Roijsackers y Hagedoorn, 2006: 431), y que *a posteriori* permitieron grandes aplicaciones en la industria farmacéutica.

⁹ De las biotécnicas que van desde la clonación, el ADN recombinante, la fusión celular, la síntesis de proteínas, las secuencias del ADN, hasta la bioinformática y la biotecnología *in-silico*; el mayor descubrimiento se dio en 1953 cuando Watson y Crick revelaron la estructura de doble hélice del ADN. Pero, Stanley de Stanford y Boyer de la Universidad de California proporcionaron los avances definitivos en 1973 al fusionar 2 moléculas de ADN de 2 organismos diferentes, cuya síntesis se denominó “quimera”, luego renombrada ADN recombinante. Estas técnicas condujeron al surgimiento de una firma que constituyó el génesis para la nueva industria biotecnológica enfocada a producir fármacos y sustancias con alta demanda de mercado (Bolívar, 2004: 9-12; Corona, 2006: 84-87).

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 2003 (véase Cuadro 2). Para ese año, más de 2,200 productos biotecnológicos estaban en desarrollo; principalmente, en 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 2003. 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: 404; Van y Arundel, 2006).

Cuadro 2
Firmas biotecnológicas en distintas áreas
geográficas del mundo

<i>Región o país</i>	<i>No. de empresas</i>
Unión Europea	3,154
Estados Unidos	2,196
Japón	804
Corea del Sur	640
Canadá	490
Australia	304
China	158
Nueva Zelanda	116
Sudáfrica	106

Fuente: Elaborado con base en Hermans et al. (2008: 251).

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: 44-46) y la mayoría de estas patentes apuntan al área farmacéutica. Los Estados Unidos, también, son líderes en este rubro (véase cuadro 3), pues entre 1996 y 2000 fueron solicitadas más de 5,000 patentes, y mientras las 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: 89-90). En efecto, el patentamiento¹⁰ se ha incrementado en

¹⁰ Entre los motivos que tienen las empresas para patentar tenemos: explotar temporalmente las ganancias (monopólicas) potenciales de nuevos productos o procesos biofarmacéuticos; mejorar el acceso a los mercados

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: 26), 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. 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. Aquí, la relevancia de las patentes radica en que éstas pueden derivarse de la investigación conjunta de, por ejemplo, universidad-pequeñas empresas o pequeñas-grandes firmas.

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: 89-110). No obstante, la mayoría de las firmas *biotec* se localizan en las grandes economías (Reino Unido, Francia y Alemania).

Cuadro 3
Desempeño en innovación (patentes) por país o área de alcance

Alcance	Campo de patentamiento en la biotecnología, 2000-2003		
	Ingeniería genética y fermentación	Ingeniería bioquímica	Farmacéutica
Oficina Mundial de Patentes	7,979	213	6,488
Estados Unidos	7,125	196	5,564
Canadá	111	6	90
México	4	-----	3
Oficina Europea de Patentes	797	44	587
Reino Unido	653	21	520
Alemania	712	73	496
Francia	258	16	192
Rusia	33	1	28
Japón	1,655	103	1,110
Corea del Sur	67	2	52
China	465	2	416

Fuente: Elaborado con base en Hermans *et al.* (2008: 262).

de capitales; búsqueda de protección ante los imitadores (motivo estratégico ofensivo o defensivo); el intercambio potencial de una patente (activos para el intercambio) (Lindgaard, 2008: 2).

Aunque Estados Unidos y la Unión Europea sean los principales centros del sector biofarmacéutico, la importancia y la promoción de éste se ha extendido a todo el mundo (OCDE, 2006). Así lo muestran estudios sobre Canadá (Aharonson *et al.*, 2004), Taiwán (Dodgson *et al.*, 2008); Argentina, Brasil, México y Cuba (Guzmán y Guzmán, 2009),¹¹ así como en dos de los mayores jugadores de la economía mundial actual, China e India.¹²

Así pues, algunos hechos prominentes permiten la denominación de un sector biotecnológico de la industria farmacéutica. 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.¹³

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 crecieran 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: 6).

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 2003. En otros términos, el número de este tipo de alianzas, se disparó desde 45 en 1990 hasta 368 en 2003. La tasa de crecimiento de las alianzas fue más grande

¹¹ Aunque los resultados de los estudios de estas investigadoras más bien muestran esfuerzos insuficientes en el rubro de la biotecnología farmacéutica, comenzando a despuntar en Brasil y Cuba.

¹² Aunque Estados Unidos es el país líder, las biotecnologías rápidamente se difundieron a Canadá, Japón y Europa Occidental. Sin embargo, un estudio en 8 países en desarrollo de Asia (China, India, Corea del Sur y Singapur) y de América Latina (Argentina, Brasil, Chile y México), muestra un marcado proceso de capacidad de absorción en ciencia (todos estos países han aumentado su participación en el total de las publicaciones mundiales entre 1996 y 2008); sobresaliendo, en los últimos años, Brasil, China, Corea del Sur e India. Aunque, la participación en el patentamiento no sigue la misma tendencia y se mantiene estancada, pero muchas firmas farmacéuticas de Argentina, China, India y Corea del Sur han estado muy activas en el desarrollo de biogénicos (Niosi *et al.*, 2010).

¹³ En los últimos 20 años, más del 20% de los medicamentos introducidos al mercado son producto de la biotecnología moderna. Para inicios de los 2010 se esperaba que la mitad de los medicamentos fueran de origen biotecnológico y que estas técnicas se emplearían en alguna o varias etapas del desarrollo de todos los demás medicamentos. Los productos de la biotecnología moderna se orientan al tratamiento de más de 200 padecimientos (sida, artritis, lupus, diabetes, anemia falciforme, fibrosis quística, enfermedades cardio-vasculares, tuberculosis, hepatitis, esclerosis múltiple, Parkinson, Alzheimer, asma y cáncer, entre otros) (Ramírez y Uribe, 2004: 392).

para aquellas que involucran a socios de Estados Unidos (la cantidad se incrementó 9.8 veces, de 28 en 1990 a 274 en 2003); 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 2003); 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: 55).

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: 292).

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: 391).

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,¹⁴ 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 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: 404-406; 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

¹⁴ De acuerdo con información de Van Beuzekom y Arundel del 2006, retomada por Hermans et al. (2008: 249-250), la fuerza de trabajo empleada en la biotecnología en Estados Unidos era de 172,391 y en la Unión Europea era de 73,189. De esa fuerza de trabajo, se estimaba que el cociente que relaciona al empleo en I&D y el empleo total es muy alto, de entre 0.3 y 0.5; en otras palabras, más de 1 de cada 3 empleados en las actividades biotecnológicas son investigadores.

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.

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. 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 biogénéricos, 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: 406-407).

1.3. Cooperación tecnológica y 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 interorganizacional 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 emperorará las condiciones competitivas sino que las puede mejorar, cuando las firmas colaborativas no rebasan cierta concentración del mercado (Jorde y Teece, 1990; Teece, 1992).

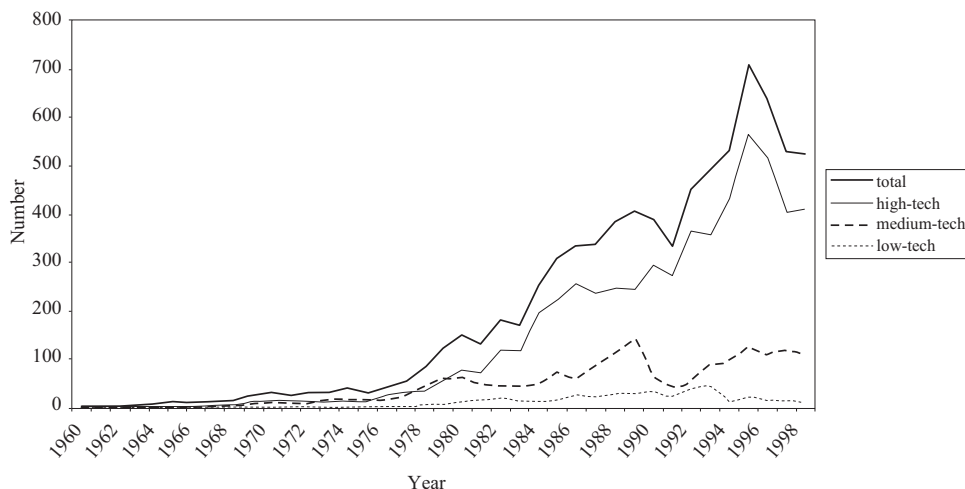
Desde décadas atrás, los gobiernos de los países, las empresas y, más recientemente, las universidades han venido promoviendo la cooperación tecno-

lógica 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, veamos este 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 alcanzaron 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: 181-182).

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 *et al.* (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.

Gráfica 1
Crecimiento mundial de los acuerdos de colaboración tecnológica, 1960-2000¹⁵



Fuente: Base de datos CATI, tomada de Caloghirou et al. (2008).

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, son los países desarrollados los que llevan la delantera. Sin embargo, también comienzan a proliferar las investigaciones en los países recientemente industrializados, por ejemplo, de Taiwán (Dodgson *et al.*, 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 2003, el número de nuevas alianzas en el sector biofarmacéutico se incrementó en 818% (Cockburn, 2008: 212), para lograr una mejor contextualización, véase Gráfica 1.

¹⁵ Tan sólo en el campo biotecnológico, entre 2001 y 2003 se reportaron en la base CATI-MERIT 1,055 alianzas (Van y Arundel, 2006: 55).

1.3.1. Colaboración de las firmas biotecnológicas con las grandes farmacéuticas tradicionales

Las actividades de la industria farmacéutica están muy ligadas a los desarrollos y descubrimientos que se realizan en la biotecnología; sin embargo, la interacción cada vez es menos lineal; es decir, en el nacimiento del sector biofarmacéutico parecía que había una clara división del trabajo con muchas pequeñas firmas biotecnológicas abasteciendo de invenciones e innovaciones a las grandes empresas farmacéuticas que llevaban a escala industrial y a la comercialización de tales inventos o innovaciones; esta tendencia ha declinado, pues lo que ahora se observa es una activa participación en la investigación biotecnológica de usos farmacéuticos por parte de las grandes firmas. Dado esto, es conveniente reflexionar en las líneas que siguen sobre cómo ha evolucionado este proceso.

Visto el desarrollo biofarmacéutico en retrospectiva, durante la segunda mitad de la década de los 1970, un puñado de grandes empresas farmacéuticas como Bristol-Myers, Eli Lilly, y Johnson & Johnson empezaron a explorar nuevos desarrollos en biotecnología, para eso se engancharon en varios acuerdos de investigación con *start-ups* biotecnológicas con la finalidad de ganar acceso al nuevo conocimiento. Desde 1985 en adelante, las empresas, de manera creciente, prefirieron los acuerdos conjuntos de I&D en lugar de los contratos en I&D.¹⁶ Este hallazgo parece indicar dos grandes desarrollos. Primero, la internalización del nuevo *know-how* biotecnológico por las empresas farmacéuticas establecidas que han creado sus propios centros de investigación, los cuales las hacen menos dependientes de la investigación de las firmas especializadas. Segundo, la cooperación interfirma en I&D en la biofarmacéutica se caracteriza cada vez más por la colaboración de los departamentos de investigación a través de los acuerdos conjuntos de I&D (Roijakkers y Hagedoorn, 2006: 435).

Demirel y Mazzucato (2008: 4), mencionan que de manera paralela a la consolidación de las técnicas modernas de la biotecnología, la industria atestiguó la entrada de muchas pequeñas firmas biofarmacéuticas y éstas comenzaron a jugar un papel creciente e importante en las innovaciones del periodo posterior a la década de los ochenta del siglo pasado. La emergencia de las pequeñas empresas junto con la revolución en la biotecnología condujo a una división del trabajo en la innovación entre estas firmas y las grandes empresas, con las pequeñas jugando

¹⁶ Aunque la OCDE (2009: 12) sostiene que si es difícil obtener datos cuantitativos sobre las colaboraciones reales, los contratos en I&D biotecnológica pueden utilizarse como datos sobre la colaboración entre instituciones.

un rol importante en las etapas más tempranas del descubrimiento de fármacos, en tanto que las grandes se hicieron cargo de la producción industrial, los tratamientos clínicos, la revisión del proceso regulatorio y las actividades de mercadeo.

A pesar de la estrecha colaboración que se da entre las firmas biotecnológicas y las farmacéuticas, la tendencia mundial parece mostrar que en un inicio las pequeñas firmas eran las principales proveedoras del nuevo conocimiento y buscaban aliarse con otras empresas (grandes farmacéuticas tradicionales) para seguir adelante con las innovaciones, pero conforme ha avanzado el desarrollo de la biotecnología, las grandes firmas han internalizado el *know how* y ahora ellas mismas se han convertido en las principales promotoras de los acuerdos colaborativos para compartir el nuevo conocimiento biotecnológico (véase Tabla 1).

Tabla 1
Comparación de las 10 principales firmas con el mayor número
de acuerdos de colaboración en I&D (números entre paréntesis)
en el sector biofarmacéutico

	<i>1975-1979</i>	<i>1980-1984</i>	<i>1985-1989</i>	<i>1990-1994</i>	<i>1995-1999</i>	<i>2008*</i>
1	Ciba-Geigy (4)	Genentech (14)	Chiron (12)	Ciba-Geigy (18)	Roche (41)	Pfizer
2	Marion Laboratories (3)	Biogen (10)	Biogen (12)	Merck (15)	SmithKline Beecham (28)	GlaxoSmithKline
3	Procordia Nova (3)	Genetic Systems (9)	SmithKline Beckman (11)	Glaxo (14)	Pfizer (23)	Novartis
4	Genentech (3)	Genex (8)	Eastman Kodak (11)	Eli Lilly (14)	Bristol-Myers Squibb (23)	Sanofi-Aventis
5	Genex (2)	Johnson & Johnson (8)	Genentech (11)	Chiron (13)	Rhône-Poulenc (22)	AstraZeneca
6	Sandoz (2)	Amgen (6)	Johnson & Johnson (10)	SmithKline Beecham (13)	Glaxo Wellcome (22)	Roche
7	Schering (2)	Syntex (6)	California Biote- chnology (10)	American Home Products (10)	Eli Lilly (19)	Johnson & Johnson
8	Johnson & Johnson (1)	Mitsui (6)	Celltech (9)	Eastman Kodak (8)	Hoechst (17)	Merck & Co
9	Bayer (1)	Cetus (6)	Genetics Institute (9)	Hoechst (8)	Bayer (15)	Abbott
10	Baxter-Travenol Laboratories (1)	Ciba Geigy (5)	Du Pont de Nemours (9)	Rhône-Poulenc (7)	Warner-Lambert (15)	Eli Lilly

Fuente: Elaborado con base en Roijakkers y Hagedoorn (2006: 441).

* Para el 2008, no se cuenta con la información que permita determinar el número de alianzas que han establecido estas grandes empresas, pero se puede decir que este *top 10* tiene una amplia participación del mercado mundial (MEAE-FCEAURU, 2011: 19).

Sin embargo, el conocimiento de frontera que se genera en las disciplinas cercanas a la biotecnología sigue sirviendo como base de lanzamiento para la apertura de cientos de pequeñas nuevas firmas (la mayoría farmacéuticas) que mantienen fuertes vínculos con los centros públicos de investigación y las universidades. Asimismo, muchas de estas nuevas empresas son utilizadas como plataformas tecnológicas de las ya existentes¹⁷ mediante acuerdos de colaboración tecnológica de diversos tipos.

En retrospectiva, a más de tres décadas de tener empresas farmacéuticas que trabajan con técnicas biotecnológicas modernas, estamos ante la posibilidad de delinear una trayectoria general del papel jugado por grandes y pequeñas empresas en el desarrollo de esta industria apoyándonos en una perspectiva evolucionista. De este modo, el papel jugado por las grandes farmacéuticas tradicionales y las nuevas compañías biotecnológicas en las redes de investigación puede ubicarse en la tradición schumpeteriana.¹⁸ En Schumpeter (1912), las compañías emprendedoras son firmas pequeñas que actúan como los mayores agentes de cambio dentro de las nuevas industrias. Estas compañías son innovadoras que introducen nuevos productos cuyo desarrollo mayoritariamente se financia mediante fuentes externas.

Muchos elementos de tales firmas emprendedoras schumpeterianas están presentes en los inicios de la biotecnología farmacéutica. Las nuevas y pequeñas firmas biotecnológicas fundadas fueron financiadas mediante capital de riesgo o préstamos y participaciones equitativas de las compañías farmacéuticas establecidas. Estas pequeñas empresas, originalmente están basadas en la investigación universitaria que conduce los mayores cambios científicos y tecnológicos,¹⁹ casi todas las pequeñas empresas biotecnológicas también comenzaron como nuevas entrantes a la industria farmacéutica. Adicionalmente, la “cultura académica” dentro de estas compañías guiadas por la innovación y vagamente organizadas, con estructuras informales y no jerarquizadas, las pone aparte de muchas otras empresas “tradicionales” (Roijackers y Hagedoorn, 2006: 442). A este proceso quien esto escribe, en otro trabajo (García, 2009) lo denomina como protouniversidad para denominar a

¹⁷ Aunque la industria biofarmacéutica continua dominada por las grandes empresas integradas que hacen mucha innovación intramuros, en las últimas décadas se ha observado una significativa reestructuración vertical de la industria, y estas empresas cada vez más confían en las fuentes externas de I&D en las fases de descubrimiento y de desarrollo de la investigación (Cockburn, 2008: 212).

¹⁸ Si bien Schumpeter se ubica en la tradición evolucionista, los desarrollos posteriores de la teoría evolutiva y de las teorías basadas en los recursos y las capacidades dinámicas han llevado mucho más lejos las ideas seminales de las obras originales de este gran economista.

¹⁹ Las nuevas firmas biotecnológicas parece que tienen como objetivo los descubrimientos científicos y el desempeño innovativo y no sólo la búsqueda convencional de la ganancia.

las empresas que cada día se vinculan más con la ciencia y la tecnología como si internalizaran la función de la investigación de cualquier universidad.

Por otro lado, Schumpeter (1950) describe un mundo de capitalismo moderno donde las grandes empresas basadas en la ciencia dominan el ambiente innovativo y donde la innovación se convierte en una rutina dentro de los grandes laboratorios de investigación y en los departamentos de I&D. Por ejemplo, el papel dominante de las grandes empresas se encuentra más claro en los subsectores farmacéuticos más tradicionales (Arora y Gambardella, 1990). Sin embargo, las grandes firmas con sus extensas actividades en I&D y sus experiencias de largo plazo para lidiar con los prolongados tratamientos clínicos han venido a dominar el proceso de innovación en la industria farmacéutica tradicional (Roijsackers y Hagedoorn, 2006).

Por la discusión anterior, se podría esperar que el papel central de las nuevas y pequeñas firmas biotecnológicas en las redes de investigación, como se enfatiza en el trabajo temprano de Schumpeter, es más obvio durante la década de los ochenta del siglo XX cuando muchas de estas nuevas empresas introdujeron los mayores avances científicos y tecnológicos en la industria farmacéutica. Pero, conforme el campo de la biotecnología farmacéutica ha madurado gradualmente, las empresas biotecnológicas emprendedoras podrían haberse convertido en menos importantes para la colaboración interfirma en I&D, en tanto que las grandes firmas tradicionales se pueden haber convertido en más dominantes (Roijsackers y Hagedoorn, 2006).

De acuerdo con la Tabla 1, en el periodo de 1980-1984, el *top* de la lista se cubre, principalmente, por nuevas y pequeñas firmas biotecnológicas (Genentech, Biogen, Genex y Amgen), todas de Estados Unidos. Estas compañías biotecnológicas juegan un importante papel de “puente” en el sentido de que forman vínculos cruciales entre las redes alrededor de las empresas farmacéuticas que de otra manera no estarían conectadas.

De 1985 a 1989, el *top* de la lista todavía lo encabezan las pequeñas firmas biotecnológicas (Chiron, Biogen y Genentech), cada una con más de 10 participaciones en colaboraciones de I&D. Sin embargo, este lustro marca el inicio de una nueva trayectoria donde las grandes compañías farmacéuticas establecidas (SmithKline Beckman y Johnson & Johnson), se convierten, paulatinamente, otra vez en las más importantes. Esto también indica el creciente papel de las grandes empresas en la investigación biotecnológica y en las redes que conducen tal investigación. La red de colaboraciones interfirma se ha vuelto más compleja con un gran número de jugadores nodales entre muchos *clusters*, tales como Merck, Roche, Integrated Genetics, Eastman Kodak, Sandoz, Hoechst, Ciba-Geigy, Celltech, y muchas otras compañías (Roijsackers y Hagedoorn, 2006).

El papel crecientemente importante de las grandes empresas farmacéuticas se hace más evidente cuando se examina la lista de las compañías más intensamente cooperantes en el periodo 1990-1994. De este modo, de 1995 a 1999, la lista de los mayores jugadores sólo contempla a un reducido número de empresas farmacéuticas establecidas bien conocidas (Roche, SmithKline Beecham y Pfizer, y un grupo de firmas más orientadas a la química que también tienen algunos negocios en la farmacéutica, tales como Rhône-Poulenc, Hoechst y Bayer (véase Tabla 1).

La hegemonía en la producción y en la comercialización de medicamentos, a nivel mundial que mantienen las grandes empresas²⁰ puede estar relacionada con la preponderancia que ahora adquieren éstas en la conducción de la mayor cantidad de los acuerdos de cooperación tecnológica. Esta situación da paso a que se perciba a un sector biofarmacéutico global que tiende a tener una estructura oligopólica. Sin embargo, este tipo de organización industrial es necesaria porque los requerimientos para el financiamiento de actividades innovativas son enormes y, una abundancia de pequeñas firmas trabajando cada cual por su cuenta, no podría garantizar los recursos necesarios para la investigación científica y tecnológica que es indispensable en esta industria.

Además de la intensa actividad colaborativa, Carvajal (2005) señala que el mercado farmacéutico mundial ha registrado un continuo de fusiones y adquisiciones de empresas, que les han permitido sobrevivir en un sector altamente competitivo. Estos procesos comenzaron desde la década de los setenta del siglo pasado por los costos de la I&D para nuevos fármacos que comenzaron a incrementarse notablemente (se alargaron los ciclos de estudio y de aprobación, y aumentaron los costos de lanzamiento de nuevas moléculas). A finales del siglo pasado, algunas grandes farmacéuticas europeas se combinaron para aumentar su penetración en el mercado estadounidense (el más grande del mundo) y para apalancar sus economías de escala en los campos de la I&D; así Glaxo y Wellcome se fusionaron en 1995, Sandoz y Ciba-Geigy formaron Novartis en 1996, Astra y Zeneca se fusionaron en 1998 y, Hoechst y Rhône-Poulenc formaron Aventis en 1999, que a la vez se fusionó en 2004 con Sanofi-Synthelabo para conformar la gigante Sanofi-Aventis.

²⁰ Así como un puñado de grandes empresas farmacéuticas (20) concentran más de la mitad del mercado mundial de productos farmacéuticos, también se observa una concentración a nivel de países de las exportaciones e importaciones mundiales. De este modo, según MEAE-FCEAURU (2011: 21-23) en 2008 las exportaciones ascendieron a 391 mil millones de dólares, de este monto más del 80% correspondieron a 10 países, la mayoría desarrollados, encabezados por Francia 8.3%, Estados Unidos 8.8%, Suiza 10.3%, Bélgica 12.5% y Alemania con 16.1%. En lo que se refiere a las importaciones que en 2008 alcanzaron los 399 mil millones de dólares, los 10 principales países (todos desarrollados) explican el 64% de las importaciones mundiales, están a la cabeza el Reino Unido con 5.1%, Francia 5.6%, Bélgica 10.7%, Alemania 11.2% y Estados Unidos 13.5%.

En la siguiente sección, nos damos a la tarea de desmenuzar las características de la industria biofarmacéutica en México, sea que en ésta se reflejen las mismas tendencias de lo que sucede en el sector globalmente, o sea que a nivel nacional se registren propiedades muy propias de una economía en desarrollo, con fuertes contradicciones e insuficiencias en cuanto a la innovación y a las posibilidades de la cooperación tecnológicas.

2. El sector biofarmacéutico en México: ¿existen condiciones para la cooperación tecnológica?

En esta parte se exploran las condiciones económicas y tecnológicas que podrían influir en el estado de la cooperación tecnológica en el sector biofarmacéutico en México. En primer lugar, se analiza la estructura industrial de las actividades farmacéuticas y la concentración de mercado; en este sentido, se pone énfasis en el dominio productivo y comercial de las grandes empresas transnacionales. En segundo orden, se reflexiona sobre algunos indicadores tecnológicos relevantes como la I&D, el patentamiento y la transferencia tecnológica.

2.1. Estructura industrial y concentración de mercado

Las firmas biofarmacéuticas establecidas en México, de alguna manera son un reflejo de lo que sucede a escala global, pues el mercado doméstico está dominado por los mismos laboratorios transnacionales²¹ que mantienen una alta concentración del mercado mundial, en tanto que los nacionales se especializan, fundamentalmente, en la producción de genéricos cuyos precios se mantienen muy por debajo de los precios de los medicamentos de patente.

En la industria farmacéutica en México existe una elevada concentración de mercado, en la cual las firmas extranjeras acaparan el 68% del mercado total. Dentro de las 10 compañías más grandes, sólo una es de capital nacional (Laboratorios Senosiain), la mitad son procedentes de Estados Unidos, y las otras cuatro tienen su origen en Europa Occidental. Asimismo, las 35 firmas que encabezan la lista de laboratorios en el mercado mexicano concentran hasta el 80% de las ventas totales, de éstas sólo 6 son de capital nacional. En cuanto al tipo de medicamentos

²¹ En América Latina, la oferta de medicamentos está dominada por los laboratorios estadounidenses y europeos. De este modo, el 37.5% de las ventas corresponde a sólo 10 multinacionales, de las cuales sólo una es latinoamericana; además, por el origen del capital de los laboratorios, únicamente, el 12% de éstos son de capital nacional en México, en tanto que en Brasil, por ejemplo, 25% de los laboratorios son de capital local (MEAE-FCEAURU, 2011: 28-29).

que se comercializan, las medicinas de patente (producidas por las multinacionales) representan hasta el 87% del valor de las ventas, los genéricos intercambiables el 2.7% y los genéricos similares alcanzan hasta una décima parte de las ventas totales (Guzmán, 2011).

Las reformas económicas que se llevaron a cabo desde mediados de los 1980, poco han contribuido para la construcción de un sector biofarmacéutico auténticamente nacional, las políticas de apertura comercial, de desregulación sectorial y de reconocimiento pleno de los derechos de propiedad intelectual —cristalizadas principalmente en la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) en 1994— han perpetuado la concentración industrial en México; y el Estado-gobierno se ha deslindado de la necesidad de una política industrial, por lo que se ha observado una destrucción de los encadenamientos productivos.

Un cambio importante que ha contribuido a la profundización en el rompimiento de los encadenamientos en la industria farmacéutica, desde la perspectiva de Guzmán (2011), fue la cancelación (desde mediados de 2009) del “requerimiento de planta” como una condición para la introducción de medicamentos al mercado mexicano. La Comisión Federal para la Prevención de Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) tomó esta medida cuando el país estaba clasificado como uno de los mercados donde los precios de los antirretrovirales del VIH se ubicaban entre los más altos del mundo. La intención del gobierno mexicano era que se introdujeran medicamentos más baratos al mercado interno, aún a costa de aumentar las importaciones. Si bien esta nueva regulación favoreció el acceso a medicinas más baratas, también contribuyó a profundizar la desindustrialización del sector, reduciendo los *spillovers* de las multinacionales y el empleo.

La desindustrialización se observa desde los 1990, aunque hasta antes de los 1980, las transnacionales ya eran propensas a establecer redes entre las matrices y las filiales, desde inicios de los ochenta se agregaron:

una serie de conexiones a partir de movimientos financieros de intangibles (patentes, regalías, asistencia técnica, modelos, licencias y franquicias) que amplifican la presencia del capital transnacional en las distintas regiones del mundo, a la vez que disminuyen el riesgo de la inversión directa. En los últimos años (finales de los 1990) afloró una nueva tendencia de actuación de las transnacionales en el campo productivo. En algunos casos, las empresas matrices adquirieron la parte de sus socios nacionales, pasando a controlar directamente las empresas locales. Más aún, muchas grandes empresas concretaron alianzas estratégicas entre ellas, así como fusiones y compras, hostiles o consensuadas, de otras empresas de su rubro de actividad. Nacen así grandes conglomerados oligopólicos, con empresas... de distintos países que se reagrupan para competir a nivel supranacional (CEPAL, 2001: 18-19).

De hecho, Guerrero y Gutiérrez (2011: 94) consideran que la industria farmacéutica mexicana es otra perdedora del TLCAN debido a que disminuyó su crecimiento potencial y por ende sus posibilidades de generar empleos y, también se redujo su velocidad de reacción frente a diversas enfermedades que aquejan al país, tanto por motivos de transición epidemiológica como por la aparición de epidemias desconocidas²² y de otras que podrían regresar.

A pesar de lo anterior, en términos nominales, este sector industrial se ubica entre los 10 mayores del mundo (Guzmán y Guzmán, 2009; CANIFARMA, 2012). Después de Brasil (37%), representa el segundo mercado latinoamericano (25%) y el primero con mayores exportaciones (30%) de esta región del mundo (MEAE-FCEAURU, 2011).

De acuerdo con datos de la Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica (CANIFARMA), la industria farmacéutica en México está conformada por 173 laboratorios que representan más del 90% del PIB farmacéutico. Asimismo, la participación de esta industria en el PIB manufacturero es de 7.8%, y en el PIB total es de 1.3% equivalente a un valor de mercado de 163,000 millones de pesos. El mercado privado consume el 56% de las unidades comercializadas con un valor del 79% del total, mientras que el sector público consume el 44% de las unidades con un valor aproximado al 21% del total. En cuanto al empleo, este sector genera más de 78,500 empleos directos con remuneraciones que en promedio son dos veces más altas que las del sector industrial en general, aunque a esta industria se vinculan otros 330,000 empleos indirectos (CANIFARMA, 2012).

Adicionalmente, de acuerdo con los censos económicos de 2009, la industria farmacéutica se encuentra dentro de las 10 clases de actividad económica más importantes según la producción bruta total, representó el 0.6% de los activos fijos y el 0.4% del personal ocupado total (INEGI, 2010: 18).

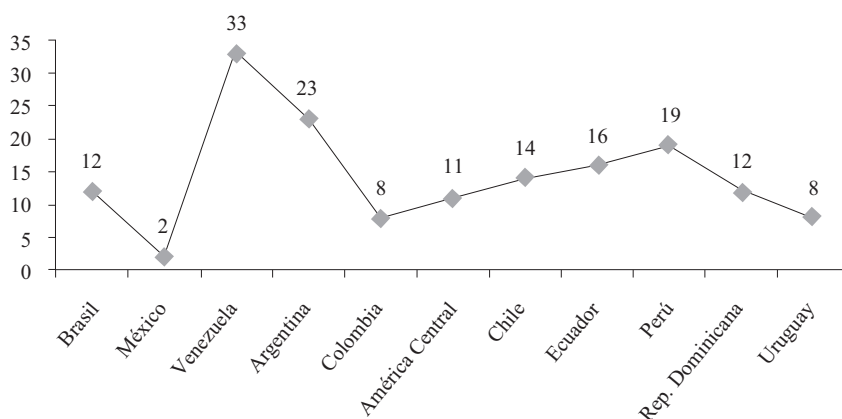
Si bien, los datos precedentes denotan una industria pujante,²³ la realidad es que la actividad farmacéutica no es ajena al desempeño general de la economía mexicana. De este modo, en el ámbito latinoamericano, en 2008 esta industria registró la menor tasa de crecimiento (2%) dentro de un grupo de países seleccionados

²² Aunque la Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Intelectual contempla el uso de licencias obligatorias para otros laboratorios y fabricar, de esa manera, copias genéricas de las medicinas de patente en caso de emergencia sanitaria; en la realidad mexicana no se ha utilizado este mecanismo a pesar de importantes crisis de salud, por ejemplo, para combatir el virus de la influenza AH1N1 en 2009 el gobierno podría haber promovido la producción del ozeltamivir genérico en laboratorios públicos o privados mediante la licencia obligatoria. Sin embargo, en los últimos 20 años, en México no se ha distribuido una licencia obligatoria (Guzmán, 2011: 121-122).

²³ En el periodo 1994-2006, el mercado farmacéutico mexicano registró una tasa de crecimiento anual por encima del 10% (datos de CANIFARMA, citados por Guzmán, 2011: 114).

(véase Gráfica 2), mientras que el crecimiento promedio registrado en América Latina²⁴ alcanzó el 13%, y en el mundo fue de 4.8%.

Gráfica 2
Tasa de crecimiento de la industria biofarmacéutica por país, 2008



Fuente: Elaborada con base en MEAE-FCEAURU (2011: 26).

2.1.1. Dominio productivo y comercial de las firmas farmacéuticas transnacionales

Si bien México es el principal exportador de fármacos en América Latina, esas exportaciones tienen un alto contenido importado; pareciera entonces que las actividades en México se asemejan más a una economía maquiladora. Pero a pesar de ser el principal exportador de esta región del mundo, de todas maneras somos deficitarios en la balanza comercial de la industria (véase Cuadro 4).

Como se observa en el cuadro, nuestro país ha sido importador neto de medicamentos y de reactivos de diagnóstico, tan sólo en poco más de un lustro, el saldo deficitario total de la balanza comercial farmacéutica se multiplicó por 7.5,²⁵

²⁴ Se hace referencia a lo que sucede en América Latina porque México forma parte de este subcontinente, y la economía de este país se asemeja más a la estructura económica de los países latinoamericanos que presentan muchas contradicciones internas. Podríamos referirnos a la OCDE, no obstante, en ese grupo hay una notable diferencia entre los países que están al frente y los que aparecen siempre en los últimos lugares.

²⁵ Al respecto y de acuerdo a cálculos realizados por Guerrero y Gutiérrez (2011), la balanza comercial de productos finales de la industria farmacéutica mexicana pasó de registrar, prácticamente, un equilibrio en 1990

aún y con una tendencia de crecimiento exponencial de las exportaciones que se viene observando desde principios de los 1990.

Cuadro 4
México: balanza comercial de la industria farmacéutica
(millones de dólares)

<i>Exportaciones</i>						
<i>Rubro/Año</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>2006</i>	<i>2007</i>	<i>2008</i>
Medicamentos	911	1,144	1,119	1,076	1,146	1,107
Dispositivos médicos	1,143	1,236	1,516	1,596	1,870	2,236
Reactivos de diagnóstico	17	30	25	35	29	34
Total	2,071	2,410	2,660	2,707	3,045	3,377
<i>Importaciones</i>						
<i>Rubro/Año</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>2006</i>	<i>2007</i>	<i>2008</i>
Medicamentos	1,677	2,045	2,272	2,845	3,196	3,835
Dispositivos médicos	523	664	916	936	970	1,122
Reactivos de diagnóstico	113	132	140	179	207	237
Total	2,313	2,841	3,329	3,960	4,373	5,194
<i>Saldo comercial</i>						
Medicamentos	-766	-901	-1,153	-1,769	-2,050	-2,728
Total	-242	-431	-669	-1,253	-1,328	-1,817

Fuente: Elaboración con base en datos de CANIFARMA (2012).

En efecto, se observa un crecimiento acelerado, tanto de las exportaciones como de las importaciones de productos farmacéuticos de consumo final a partir de 1992, lo que se convirtió en una profundización del déficit comercial.²⁶ Ante esto, es preciso reconocer que el problema no existía entre 1983 y 1989, en virtud de que la legislación previa a los ADPIC (Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual Relacionados con el Comercio) y al TLCAN facultaba a la industria farmacéutica recurrir a la imitación. Así, la aceptación de los ADPIC, como requisito para la firma del TLCAN, colocó una camisa de fuerza a la industria mexicana que la llevó en pocos años a una situación de dependencia sin precedentes (Guerrero y Gutiérrez, 2011: 99).

a tener un déficit muy cercano a los dos mil millones de dólares. Si se desea profundizar en el tema, se sugiere revisar, especialmente, las páginas 97-102 del trabajo referido.

²⁶ La balanza comercial negativa en los medicamentos se incrementó a una tasa promedio anual de 22% en el periodo 2005-2009 debido a que las importaciones crecieron más rápido que las exportaciones. Esta tendencia refleja la creciente dependencia tecnológica externa del sector farmacéutico mexicano. Mientras en 2005 la producción nacional cubría el 90% del consumo nacional, en 2009 esta cobertura descendió al 80% (Guzmán, 2011: 120).

Aunque el concepto de enclave ya no es tan mencionado, conviene contextualizarlo con lo que sucede en la industria farmacéutica establecida en México, a partir de la siguiente cita:

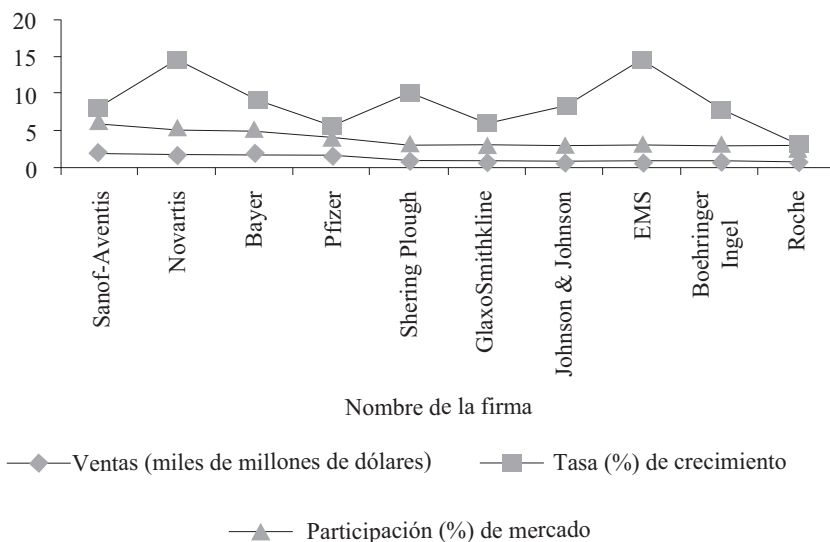
“...descontando el petróleo, la agricultura y algunas industrias, sobre todo pesadas (cemento, siderurgia, petroquímica, vidrio y algunas agroindustrias), el sector exportador se ha convertido... en una economía de enclave desarticulada del resto de la economía nacional, al crecer vertiginosamente el componente importado de la producción y exportación manufacturera, desplazando componentes nacionales. Así, se ha provocado la pérdida de eslabones completos de las cadenas productivas” (Calva, 2001: 59).

Este desempeño en el comercio internacional también se explica por el comercio intraindustrial que se lleva a cabo entre las matrices y las filiales de las firmas transnacionales. En este sentido, Guerrero y Gutiérrez (2011: 101-105) sostienen que este tipo de comercio es horizontalmente diferenciado, pues se realiza con base a la competencia en precio entre empresas de diferentes países (compiten productos de calidad similar y no se observa integración en los procesos productivos de éstos en la industria). En consecuencia, se observa que las empresas transnacionales de la industria farmacéutica recurren en menor medida a los insumos provenientes del país que a los que producen en su propio país o en sus filiales en otras naciones. Entonces, quedan fuera las posibilidades de diferenciación de habilidades productivas nacionales.

Si las transnacionales biofarmacéuticas mantienen un amplio dominio no es extraño que el grueso de las exportaciones sean realizadas por estas empresas que se han establecido en el país, sin que ello implique alguna profundización de los vínculos productivos con las pocas firmas nacionales. Al respecto, si consideramos que México es el segundo mercado más grande de América Latina, de acuerdo con datos de MEAE-FCEAURU (2011: 28), 10 empresas transnacionales concentran poco menos del 40% del mercado, tanto en Brasil como en México (véase Gráfica 3). En efecto, Guzmán (2011) señala que en México la industria farmacéutica al estar altamente concentrada, más de tres cuartas partes del mercado corresponden a las firmas de capital extranjero.

Como se observa en la gráfica, el 80% de las principales biofarmacéuticas transnacionales tienen ventas anuales por mil o más de mil millones de dólares, con Sanofi-Aventis alcanzando casi los dos mil millones. En cuanto al crecimiento registrado por estas empresas en Latinoamérica, la mayoría se mantiene por arriba del 5%, siendo los casos más notorios los de Novartis y EMS con 14.6% y 15%, respectivamente.

Gráfica 3
Mayores empresas farmacéuticas en América Latina, 2008



Fuente: Elaborada con base en MEAE-FCEAURU (2011: 28).

Para México, las 10 empresas líderes concentran más del 30% de las ventas en el sector privado y nueve de ellas son transnacionales, destacan: Pfizer, Bayer, Boehringer-Ingelheim, Novartis, Astra Zeneca, Merck Sharp & Dhome, y Procter & Gamble. Del *top ten*, sólo es parte la empresa de capital nacional Laboratorios Senosiain (Guzmán y Guzmán, 2009: 163).

Una consecuencia de la elevada concentración de mercado es el precio final de los medicamentos que se ofrecen en los países latinoamericanos. De este modo, en 2008 México registró los precios promedio más altos, llegando hasta los 10.6 dólares por unidad vendida, más del doble de lo observado en Uruguay (MEAE-FCEAURU, 2011: 32).

Quizá, en Latinoamérica, no se encuentre otro país como México en el que se hayan hecho tantos cambios a las regulaciones en la década de los noventa del siglo pasado, que han impactado favorablemente en las expectativas de negocios de los grandes laboratorios transnacionales en el sector biofarmacéutico, y en detrimento de las posibilidades productivas y comerciales de las pequeñas y medianas empresas nacionales, de por sí pobres en capacidades y habilidades tecnológicas.

2.2. Indicadores de desarrollo tecnológico en México: I&D, patentes y transferencia de tecnología

Lo que se observa en la formación de profesionales relacionados con la biofarmacéutica, resulta muy cuestionable dados los requerimientos de un sector industrial intensivo en conocimientos. Por ejemplo, de acuerdo con Guzmán y Guzmán (2009: 156), los egresados de doctorado por millón de habitantes en campos del conocimiento base de la biofarma –ciencias exactas y naturales, y ciencias de la salud–, sólo alcanzan la cifra de poco más de 2 y 1, respectivamente; cifra que se mantiene muy lejana de lo que sucede en Brasil, país en el que se observan más de 9 egresados en el área de las ciencias naturales y exactas, y más de 8 en ciencias de la salud.²⁷

Estos datos se reflejan en aspectos tecnológicos muy específicos del sector biofarmacéutico establecido en México. Al respecto, tres indicadores fundamentales se constituyen por las inversiones en I&D, el patentamiento y la transferencia de tecnología.

En cuanto a las inversiones en I&D, aunque en 2005 más de la mitad de las firmas farmacéuticas reportaron actividades en ese sentido (elevado porcentaje, quizá ligado al número de empresas que iniciaron pruebas de bioequivalencia y de biodisponibilidad), sólo 15% de estas empresas fueron transnacionales (que mantienen amplio dominio en el mercado) y el porcentaje de las ventas destinado a esta actividad apenas superó el 1%.²⁸ Además, el tipo de innovación se relaciona, principalmente, con la adaptación de tecnologías desarrolladas en el extranjero y con la imitación a través del desarrollo de medicamentos genéricos (véase tabla 2); de hecho, no existe evidencia de que las compañías locales, en general hayan tomado en consideración el área de la transferencia tecnológica real tampoco han hecho esfuerzos importantes en el campo de la I&D (Guzmán y Guzmán, 2009: 142, 145; Guzmán, 2011).

²⁷ Si se considera al número de investigadores por cada mil trabajadores, la situación es la siguiente: en 2007 México sólo tenía 0.9 investigadores por cada 1000 trabajadores, muy distante de Estados Unidos que registró 9.2, de Canadá con 7.9, de Francia con 7.6 y de Alemania con 7.2. Pero, también nos encontramos lejos de países emergentes como Portugal que alcanzó los 7.2 investigadores por cada mil trabajadores, Turquía con 2.1 y China con 2.0 (Guzmán, 2011: 136).

²⁸ En 2008 se invirtieron, solamente en lo que se refiere a investigación clínica, aproximadamente 1,100 millones de pesos, cifra que se elevó a 1,350 millones en 2009 (CANIFARMA, 2012).

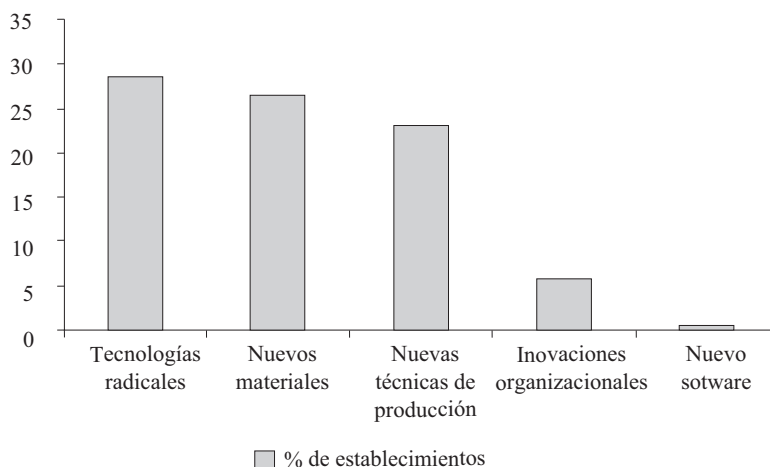
Tabla 2
Tipo de innovación realizada por las empresas farmacéuticas establecidas en México

Firmas transnacionales	(1). Desarrollo clínico de nuevas moléculas, cuyas primeras etapas de I&D se han realizado en sus países de origen. (2). Adaptación e introducción de los medicamentos de las empresas farmacéuticas extranjeras en los mercados domésticos (investigación galénica).
Empresas nacionales	(1). Desarrollo de genéricos, una vez que las patentes han expirado (pruebas de bioequivalencia y biodisponibilidad). En 2005 el 66% de empresas valoraron como muy significativa la I&D experimental. (2). En muy pocos casos las firmas locales se involucran en el descubrimiento de nuevas moléculas. Las innovaciones son en su mayoría incrementales (adaptaciones de moléculas originales a los mercados locales).

Fuente: Elaboración con base en Guzmán y Guzmán (2009: 145) y Guzmán (2011: 130).

En lo que se refiere a las principales áreas de innovación, no sobresale la incorporación de nuevos productos o procesos al mercado, esto no significa algo diferente a la ausencia de innovación radical, y aunque la proporción parece elevada en comparación con otros ámbitos de la innovación (véase Gráfica 4), ésta en realidad es pequeña considerando al conjunto de las empresas y, también hay que tomar en cuenta la introducción de nuevos productos farmacéuticos (por las transnacionales) al mercado mexicano pese a que no se hayan desarrollado en este territorio.

Gráfica 4
Principales ámbitos de la innovación biofarmacéutica en México



Fuente: Guzmán y Guzmán (2009: 146) con base en la *Encuesta de Innovación* del INEGI-Conacyt 2004-2005.

Respecto a la actividad de patentamiento, a pesar de los pobres resultados obtenidos por las firmas nacionales, generalmente, se pueden detectar tres etapas en las últimas décadas. La primera incluye el desempeño de la industria desde el modelo sustitutivo de importaciones hasta principios de la década de los noventa, en este periodo se hacía uso de una estrategia fundamentalmente imitativa; la segunda comprende la primera mitad de la década mencionada, en la que se da un proceso de negociación internacional para reconocer los derechos de propiedad intelectual, y; la tercera abarca desde finales de los 1990 hasta nuestros días, en esta etapa ya se reconocen plenamente los derechos de propiedad intelectual en las actividades biofarmacéuticas (véase Tabla 3).

Tabla 3
Características de la actividad innovativa en la industria farmacéutica establecida en México

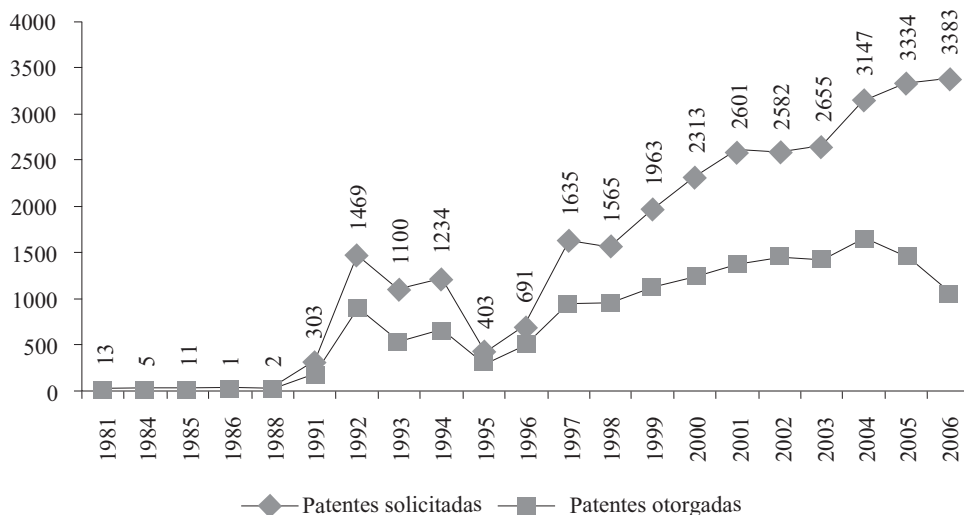
	<i>Vigencia</i>	<i>Principales características</i>
<i>Primera etapa</i>	<i>Modelo ISI-1990</i>	Uso de la imitación, las empresas no tenían que esperar la expiración de las patentes de los productos originales para traerlos al mercado. Antes de la Ley de Propiedad Intelectual (LPI) de 1991, la industria protegía su actividad inventiva por medio de certificados de invención; ya que todo lo referente a lo farmacéutico no entraba en lo patentable. Los DPI y las patentes no eran la prioridad, así pues, durante este periodo sólo se solicitaron 90 certificados de invención, de los cuales fueron otorgados 89.
<i>Segunda etapa</i>	<i>1991-1996</i>	Periodo pre ADPIC, caracterizado por la negociación y operación de cambios legislativos que afectaron la transferencia e innovación tecnológica. En 1991 surge la LPI que reconoce a la biofarma como objeto de patentamiento, la protección cambia y comienza a partir de la fecha de presentación y ya no de la fecha de otorgamiento. También se firma el TLCAN que consolidó a Estados Unidos como principal exportador a México, desplazando a Francia y Suiza. Comienza a aumentar el patentamiento de los no residentes (hubo 5,200 solicitudes y se otorgaron 3,022).
<i>Tercera etapa</i>	<i>1997-Actualidad</i>	Fase de los ADPIC, se homogenizan los DPI a nivel internacional y son reconocidos por los países en desarrollo, las patentes actúan como un instrumento que impide la transferencia de tecnología. La adopción de los ADPIC afectó a las firmas nacionales confiadas en sus capacidades imitativas, desplazándolas del mercado de productos con ingrediente activo ²⁹ al de genéricos intercambiables. Se incrementan las solicitudes y el otorgamiento de patentes a los no residentes titulares del 98.4% de las patentes otorgadas (Estados Unidos 50%, Europa más de 40%, Asia 7%). Hasta 2007 se habían solicitado cerca de 27 mil patentes y se habían otorgado casi 13 mil.

Fuente: Elaboración con base en Guerrero y Gutiérrez (2011: 107-114) y, Guzmán y Guzmán (2009: 159-160).

²⁹ Después de la puesta en operación de los pre ADPIC, el número de empresas nacionales que producían ingredientes activos se redujó de 94 en 1987 a 48 en 1984 y luego hasta 26 en 2005 (Moïse y Docteur, 2007; en Guerrero y Gutiérrez, 2011: 113).

La evolución histórica del patentamiento que se ha registrado en las actividades innovativas relacionadas con la industria farmacéutica, se puede apreciar a partir de la gráfica 5, en la que se observa que el patentamiento tuvo un crecimiento vertiginoso desde 1992 (aunque se da una disminución del ritmo de solicitudes, especialmente, en 1995 quizá por la profunda crisis económica que padeció el país).

Gráfica 5
México: comportamiento del patentamiento en el área médica



Fuente: Elaboración propia con base en Guerrero y Gutiérrez (2011: 111).

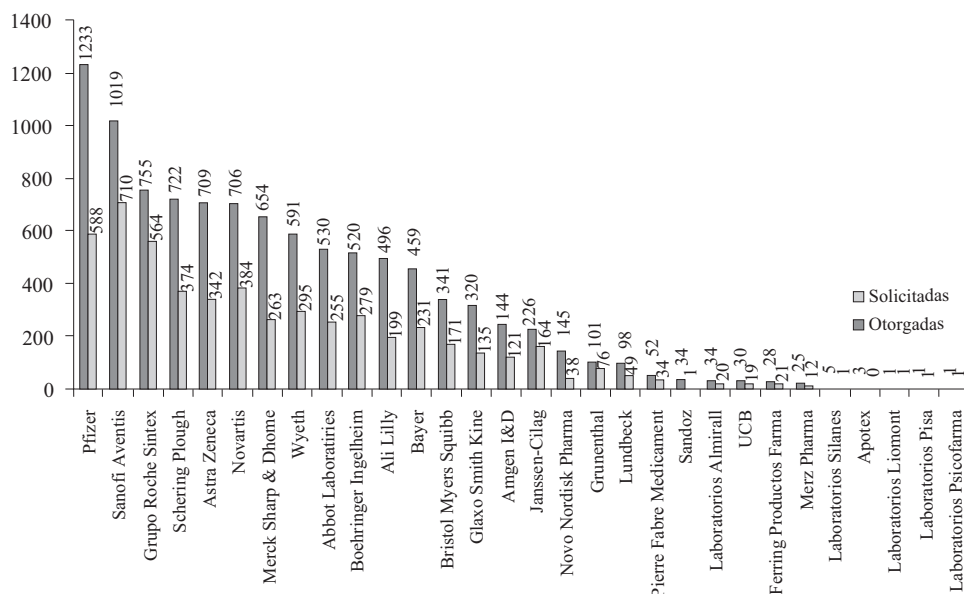
Nota: Los años 1982, 1983, 1987, 1989 y 1990 no aparecen en la serie porque no se contó con el dato ya sea de patentes solicitadas o de patentes otorgadas. Asimismo, la serie llega hasta 2006 debido a que para los años siguientes no se cuenta con información completa.

De hecho, las solicitudes de patentes registraron una tasa de crecimiento promedio anual de 15.2%, durante el periodo de 1990 a 2006. Los datos también muestran una gran concentración de la actividad inventiva e innovativa a favor de algunas firmas transnacionales biofarmacéuticas establecidas en México, como se observa en la Gráfica 6; de hecho, estas grandes empresas mantienen, prácticamente, un dominio absoluto en la actividad patentadora, con una participación muy residual de las firmas nacionales.³⁰ En efecto, de la lista completa sólo hay cuatro pequeños

³⁰ Al ser el coeficiente de inventiva (patentes por millón de habitantes) casi nulo, es indicativo de que el nuevo conocimiento (productos y procesos farmacéuticos) que se protege en el mercado doméstico pertenece a extranjeros y,

laboratorios mexicanos que, en conjunto, solicitaron 8 patentes en el periodo 1991-2007, de las cuales 5 solicitudes correspondieron a Laboratorios Silanes.

Gráfica 6
México: concentración de patentes por empresa biofarmacéutica, 1991-2007



Fuente: Elaboración propia con base en Guerrero y Gutiérrez (2011: 112-114).

Entre las multinacionales con el mayor número de patentes otorgadas en México, están las estadounidenses y las del Reino Unido que se caracterizan por ser las líderes a nivel global y también han sido objeto de fusiones o adquisiciones, tales empresas son Pfizer, Pharmacia, GlaxoSmithKline, Eli Lilly, Merck, Johnson & Johnson, Abbot y Bayer. Otras firmas europeas como AstraZeneca y Novartis de

por tanto, los beneficiarios de la explotación monopólica también son las grandes firmas transnacionales (Guzmán y Guzmán, 2009: 166). Estas empresas también buscan ganar mercado con modificaciones menores (innovación incremental) –forma de dosificación, vía de administración y/o combinación con otros ingredientes– a los productos existentes mediante negociaciones legales para alargar el monopolio. Por ejemplo, de los medicamentos aprobados por la FDA de 1989 a 2000 sólo el 35% contenían nuevos ingredientes activos (Trens y Morales, 2009: 36).

Suiza, Schering y Boehringer de Alemania y Sanofi-Aventis de Francia, también juegan un papel importante en la innovación (Guzmán, 2011: 137).

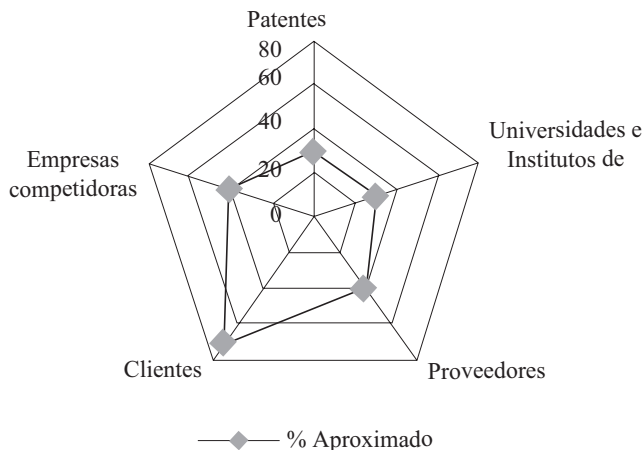
Por otro lado y de acuerdo con Guzmán y Guzmán (2009: 162), respecto a la búsqueda de protección de la propiedad intelectual en el ámbito internacional, los datos también son poco halagadores. Así, durante el periodo 1980-2008, a los agentes biofarmacéuticos mexicanos sólo les fueron concedidas 29 patentes en la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos (*USPTO*, por sus siglas en inglés), en la clase 514 (compuestos para el tratamiento de bioafecciones y del cuerpo) y en la 424 (drogas, bioafecciones y compuestos para el tratamiento del cuerpo), esta cantidad representa sólo la mitad de las patentes concedidas por la *USPTO* a los residentes brasileños, y poco más de la mitad de las concedidas a los cubanos.

Dado lo anterior, Julio Mendoza (director del Instituto de Ciencia y Tecnología del Distrito Federal) señala que nuestro país ocupa el lugar 58, dentro del conjunto de naciones del mundo, por el número de patentes por cada millón de habitantes, el peldaño 76 en capacidad de innovación, y el 79 en el gasto en I&D que realizan las empresas (Ordóñez, 2012: 3).

La I&D que desarrolla la industria farmacéutica en México, en más de 4 quintas partes es intramuros y sólo el 17% de ésta concede importancia a la I&D externa; dentro de este rubro destaca el hecho de que las principales fuentes externas son los clientes, los proveedores y las firmas competidoras y, en tercer lugar se ubican las patentes y otras instituciones como las universidades (véase figura 7). Sin embargo, como la biofarma es intensiva en ciencia y tecnología, se esperaría que las patentes y la vinculación con las organizaciones del conocimiento registraran un papel más relevante como fuentes de innovación en las empresas.

Las capacidades académicas en la producción de conocimiento científico no se reflejan en el mundo de los negocios, por lo que existe una escasez de vínculos entre las universidades y las empresas, principalmente, debido a la ausencia de políticas institucionales que relacionen la propiedad intelectual y la activa transferencia tecnológica lo cual alentaría la cooperación tecnológica entre ambas organizaciones. En el ámbito académico, los investigadores tienen los suficientes incentivos para publicar pero no para patentar (Guzmán y García, 2009), y el patentamiento podría considerarse como una condición necesaria para aumentar la probabilidad de vincular a la universidad con la industria.

Gráfica 7
Proporción de firmas biofarmacéuticas que consideran altamente significativas las fuentes externas para la innovación



Fuente: Guzmán y Guzmán (2009: 150-153) con base en la *Encuesta de Innovación* del INEGI-Conacyt 2004-2005.

En suma, el comportamiento tecnológico del sector biofarmacéutico establecido en México, es similar al de la economía en general, que se caracteriza por bajas inversiones en I&D y escasa formación de capital humano. Además, la I&D que se realiza es, principalmente, para hacer adaptaciones y para tener capacidades de imitación una vez que las patentes han expirado. Así, aunque se observe un elevado patentamiento a raíz de los ADPIC y del TLCAN, éste denota una alta concentración de las actividades innovativas a favor de las grandes transnacionales. Asimismo, por la estructura tecnológica de la industria, se concede poca importancia al conocimiento externo procedente de los institutos de investigación y de las universidades.

Conclusiones

En el documento se identificaron y se reflexionó sobre las características específicas de las empresas del sector biofarmacéutico global y su influencia en el desarrollo de la colaboración tecnológica. Asimismo, se analizaron los rasgos más sobresalientes de las empresas farmacéuticas establecidas en México, como pauta para valorar si existen las condiciones para el despegue de la cooperación tecnológica.

La principal conclusión a la que se llega es que, *grosso modo* las actividades biofarmacéuticas en México son una extensión de lo que sucede en el mundo que registra una elevada concentración productiva e innovativa; pero, al mismo tiempo hay diferencias notables, pues en el país no se registra una actividad innovativa importante y las transnacionales sólo gestionan la propiedad intelectual (patentes) para proteger sus innovaciones desarrolladas en sus respectivos países, y de esa manera, asegurar al segundo mercado más grande de América Latina.

Es claro que en el sector biofarmacéutico global se observan varias condiciones que son propicias para la colaboración científica y tecnológica, algunas de las características más sobresalientes son:

- se trata de las principales economías del planeta, algunas de las cuales son el centro de origen tanto de la industria farmacéutica como de la biotecnología moderna;
- se han construido y consolidado fuertes capacidades científicas y tecnológicas en universidades y centros de investigación, pero también al interior de las empresas biofarmacéuticas;
- se observa una sólida y fructífera cooperación tecnológica interfirma (empresas farmacéuticas tradicionales con firmas biotecnológicas);
- las universidades y los centros de investigación se han convertido en la plataforma para el surgimiento y el despegue de muchas empresas biotecnológicas. Éste y los rasgos anteriores predominan en las grandes economías del mundo occidental con Estados Unidos al frente del *top*.

Para el caso de las empresas biofarmacéuticas establecidas en México, si bien sus operaciones pueden considerarse como una extensión de lo que pasa en el sector globalmente; esto en el sentido de que en el país están instaladas plantas de las grandes firmas transnacionales para producir medicamentos que después comercializan en el mercado doméstico y en el extranjero; no obstante, toda la I&D y la innovación la realizan en sus países de origen. En efecto, podría decirse que tal situación representa una división y especialización internacional del trabajo con las matrices de las transnacionales especializándose en la producción de tecnología e innovación y, las sucursales establecidas en México dedicándose a la manufactura y maquila de medicamentos. Sin embargo, eso no excluye la estrategia de las transnacionales de proteger una gran cantidad de innovaciones en el sistema mexicano de la propiedad intelectual, obteniendo de esa forma ganancias cuantiosas.

Por lo tanto, para hacer más competitivas a las firmas farmacéuticas de capital nacional se requiere un marco regulatorio diferente, políticas industriales se-

lectivas para impulsar la innovación cooperativa (interfirma y empresa-universidad), formación de mercados tecnológicos complementarios por medio de las compras del gobierno, fondos mixtos para la aceleración de las pequeñas y medianas empresas que ya están embarcadas en la innovación y en la cooperación tecnológica. Estas estrategias que podrían considerarse áreas de oportunidad para la biofarmacéutica, deben acompañarse de un diagnóstico previo, que sea integral y profundo a la vez; en este trabajo, ésta es una tarea pendiente para los esfuerzos de investigación futura.

En otro sentido, si bien el análisis empírico desplegado en el artículo, sin problema se puede enmarcar en una perspectiva teórica evolucionista o de las capacidades dinámicas, en esfuerzos posteriores convendría repasar, rápidamente, los fundamentos, hipótesis e instrumental teórico de los enfoques; cosa que escapa, por cuestiones de espacio, a los alcances de este documento. Adicionalmente, en la investigación empírica sobre la industria biofarmacéutica en México, que se emprenda en los próximos años convendría hacer esfuerzos para sistematizar las escasas bases de datos, y a la vez la actualización y refinación de los indicadores tecnológicos se torna indispensable.

En fin, las condiciones que privan en el sector biofarmacéutico en México (inexistencia de una política industrial hacia el sector, baja inversión en I&D, muy bajo nivel de patentamiento, casi nula transferencia de tecnología hacia las firmas de capital nacional y desdén hacia el conocimiento externo de universidades y centros de investigación), poco abonan para el desarrollo y la expansión de la cooperación tecnológica interfirma y empresa-universidad en el país. Así, únicamente pueden observarse casos aislados de firmas biofarmacéuticas nacionales como Probiomed, Laboratorios Silanes, Instituto Bioclon, Laboratorios Sophia, Laboratorios Hormona y Médica Sur que realizan esfuerzos importantes para desarrollarse científica y tecnológicamente, estableciendo fuertes vínculos de colaboración con algunas universidades y centros de investigación nacional. Aunque hay que agregar que la cooperación tecnológica interfirma está completamente ausente en México.

Referencias:

- Aharonson, Barak, Joel Baum y Maryann Feldman (2004). "Industrial Clustering and the Returns to Inventive Activity: Canadian Biotechnology Firms, 1991-2000", *Working paper*, University of Toronto, pp. 33.
- Arora, Ashish y Alfonso Gambardella (1990). "Complementary and external linkages: the strategies of large firms in biotechnology", *The Journal of Industrial Economics*, Vol. XXXVIII, p.p. 361-379.

- Bekkers, Rudi e Isabel M. Bodas Freitas (2010). "Catalysts and barriers: Factors that affect the performance of university-industry collaborations", *International Schumpeter Society Conference 2010*, Aalborg, June 21-24, pp. 30.
- 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.
- Boardman, P. Craig (2008). "Beyond the stars: The impact of affiliation with university biotechnology centers on the industrial involvement of university scientists", *Technovation*, Vol. 28, pp. 291-297.
- Caloghirou, Yannis, Stavros Ioannides y Nicholas S. Vonortas (2008). *Research Joint Ventures: A Critical Survey of the Theoretical and Empirical Literature, Working Paper*.
- Calva, José Luis (2001). *México: más allá del Neoliberalismo. Opciones dentro del cambio global*, México: Plaza & Janés Editores, S.A. de C.V.
- Carvajal, Oswaldo (2005). "Futuro de las fusiones en la industria farmacéutica mundial"; *Negotium*, Año 1, No. 1, pp. 12-34.
- CEPAL (2001). *Una Década de Luces y Sombras. América Latina y el Caribe en los años Noventa*, Santiago de Chile: Cepal, Alfaomega.
- Cockburn, Iain (2008). "Pharmaceuticals", Ch. 6 in: Macher, Jeffrey y David Mowery (Eds.); *Innovation in Global Industries: U.S. Firms Competing in a New World (Collected Studies)*, USA: National Academy of Sciences, pp. 207-230.
- Cockburn, Iain y Rebecca Henderson (1998). "Absorptive Capacity, Coauthoring Behavior, and the Organization of Research in Drug Discovery", *The Journal of Industrial Economics*, Vol. 46, No. 2, pp. 157-182.
- Corona; Juan Manuel (2006). "Human Capital Formation: The role of Science and Technology Policy. A case study in the Mexican Biotechnology Sector", Phd dissertation, Manchester Business School, Manchester: University of Manchester.
- Demirel, Pelin y Mariana Mazzucato (2008). "The Evolution of Firm Growth Dynamics in the US Pharmaceutical Industry: Is 'Structure' in the Growth Process related to Size and Location Dynamics?" *INNOGEN Working Paper No. 66*, Economic and Social Research Council.
- Dodgson, Mark, John Mathews, Tim Kastelle y Mei-Chih Hu (2008). "The evolving nature of Taiwan's national innovation system: The case of biotechnology innovation networks", *Research Policy*, Vol. 37, pp. 430-445.

- Fabrizio, Kira (2006). "Absorptive Capacity and Innovation: Evidence from Pharmaceutical and Biotechnology Firms", *Working paper*, Goizueta School of Business, Emory University; pp. 36.
- García, Rodolfo (2009). "Análisis teórico de la transferencia de conocimientos universidad-empresa mediante la colaboración", *Economía: teoría y práctica*, Nueva Época, No. 29, México, DF: UAM, 51-86.
- Gittelman, Michelle (2006). "National institutions, public-private knowledge flows, and innovation performance: A comparative study of the biotechnology industry in the US and France", *Research Policy*, Vol. 35, pp. 1052-1068.
- González, Lydia (2003). *Cooperación y Empresas. Retos, Presente y Futuro*, Madrid: THOMSON.
- Guerrero, Rodrigo y Roberto Gutiérrez (2011). "Los ADPIC y el TLCAN en la industria farmacéutica mexicana: Un análisis TradeCAN", *Economía: teoría y práctica*, Nueva Época, No. 35, México, DF: UAM, 93-129.
- Guzmán, Alenka (2011). "The Challenges of constructing pharmaceutical capabilities and promoting access to medicines in Mexico under TRIPS", in K. Shadlen, A. Guzmán, S. Guennif y L. Narayanan (coord.), *Intellectual Property, Pharmaceuticals and Public Health. Access to Drugs in Developing Countries*; Cheltenham, United Kingdom: Edgar Elgar, pp. 110-148.
- Guzmán, Alenka y María V. Guzmán (2009). "¿Poseen capacidades de innovación las empresas farmacéuticas de América Latina? La evidencia de Argentina, Brasil, Cuba y México", *Economía teoría y práctica*, No. Especial, Vol. 1, México: UAM, pp. 131-173.
- Guzmán, Alenka y Rodolfo García (2009). "University-Enterprise Knowledge Generation and Spillovers. Patents and Technology Transfer in the Bio-Pharmaceutical Sector of Mexico", capítulo 5 de libro editado por la *WIPO*, por publicarse.
- Hermans, Raine; Alicia Löffler y Scott Stern (2008). "Biotechnology", Chap. 7 in: Macher, Jeffrey y David Mowery (Eds.); *Innovation in Global Industries: U.S. Firms Competing in a New World (Collected Studies)*, USA: National Academy of Sciences, pp. 231-271.
- Jorde, Thomas y David Teece (1990). "Innovation and Cooperation: Implications for Competition and Antitrust", *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 4, No. 3, pp. 75-96.
- Kuhn, Thomas (1962). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*, México: FCE, 2007.
- Lindgaard, Jesper (2008). "The IPR System, Venture Capital and Capital Markets—Contributions and Distortions of Small Firm Innovation?" *Working Paper*, No. 08-03; Danish Research Unit for Industrial Dynamics, <www.druid.dk>.

- MEAE-FCEAURU (2011). "Industria Farmacéutica-Análisis del Mercado, Competitividad, Estructura y Problemática del Sector", *Monografía de Economía Aplicada a la Empresa*, Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, Universidad de la República del Uruguay.
- Meyer-Krahmer, Frieder y Ulrico Schmoch (1998). "Science-based technologies: university-industry interactions in four fields", *Research Policy*, Vol. 27, pp. 835-851.
- Morone, Piergiuseppe, Carmelo Petraglia y Giuseppina Testa (2008). "Proximity and Innovation in Italian SMEs", *MPRA Paper*, No. 13329, Munich Personal RePEc Archive, pp. 22.
- Niosi, Jorge, Petr Hanel y Susan Reid (2010). "The international diffusion of biotechnology: The arrival of developing countries", *International Schumpeter Society Conference*, June 21-24, Aalborg.
- OCDE (2009). "Guidelines for a Harmonised Statistical Approach to Biotechnology Research and Development in the Government and Higher Education Sectors", *Working Party of National Experts on Science and Technology Indicators*; Directorate for Science, Technology and Industry Committee Scientific and Technological Policy.
- Ordóñez, Verónica (2012). "El camino a la vanguardia tecnológica implica la suma empresa-universidad-gobierno"; *Semanario de la UAM*, Vol. XVIII, No. 28 (26-03-2012), México, D.F., columna de divulgación, p. 3.
- Pattikawa, Lenny (2008). *Innovation in the Pharmaceutical Industry. Evidence from Drug Introductions in the U. S.*, Erasmus Research Institute of Management, Erasmus University Rotterdam.
- Ramírez, O. T. y J. Uribe (2004). "Biotecnología Farmacéutica Moderna en México. El caso de Probiomed S.A. de C.V.", en Bolívar, Francisco (Comp. y Ed.), *Fundamentos y casos exitosos de la biotecnología moderna*; México: Academia Mexicana de Ciencias, UNAM-Instituto de Biotecnología, El Colegio Nacional, CONACYT y CIBIOGEN.
- Roijakkers, Nadine y John Hagedoorn (2006). "Inter-firm R&D partnering in pharmaceutical biotechnology since 1975: Trends, patterns, and networks", *Research Policy*, Vol. 35, pp. 431-446.
- Sakakibara, Mariko (2001). "The diversity of R&D consortia and firm behavior: evidence from Japanese data", *The Journal of Industrial Economics*, Vol. XLIX, No. 2, pp. 181-196.
- Schumpeter, Joseph (1912). *Teoría del Desarrollo Económico*, México: FCE, 1978.

- Schumpeter, Joseph (1950). *Capitalismo, Socialismo y Democracia*, Madrid, España: Aguilar S. A. Ediciones, 1971.
- Surroca, Jordi y Lluís Santamaría (2006). “La Cooperación Tecnológica como Determinante de los Resultados Empresariales”, *Documento de Trabajo* 06-01, Serie de Economía de la Empresa 01; Madrid, España; Universidad Carlos III, Departamento de Economía de la Empresa.
- Teece, David (1992). “Competition, cooperation, and innovation: Organizational arrangements for regimes of rapid technological progress”, *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 18, North-Holland, pp. 1-25.
- Trens, Ernesto y Víctor M. Morales (2009). “La vinculación de patentes al registro sanitario de medicamentos, ¿es un estímulo a la innovación? El caso México”; *medigraphic*, Vol. 52, No. 1, pp. 34-36.
- Van, Brigitte y Anthony Arundel (2006). *OECD Biotechnology Statistics-2006*, Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Veugelers, R., (1998). “Technological Collaboration: an assessment of theoretical and empirical findings”, *De Economist*, 146, 3, 419-443.
- Veugelers, Reinhilde and Bruno Cassiman (1998). Make and buy in innovation strategies: evidence from belgian manufacturing firms, Universidad Católica de Leuven, Bélgica y Universidad Pompeu Fabra, España; *Working paper*, pp. 31.

Sitios web visitados y consultados:

- Asociación Mexicana de Industrias de Investigación Farmacéutica: <<http://www.amiif.org>>.
- Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica (2012): <<http://www.canifarma.org.mx>>.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (2006, 2009): <<http://www.oecd.org>>.