

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD XOCHIMILCO
DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES
MAESTRÍA EN ECONOMÍA Y GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN

***EL ROL DE LOS INCENTIVOS EN LOS PROCESOS DE
COOPERACIÓN UNIVERSIDAD-EMPRESA. UN ESTUDIO DE CASO
EN EL SECTOR BIOTECNOLÓGICO MEXICANO***

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRÍA PRESENTA
LIC. MARCELA AMARO ROSALES

DIRECTORES DE TESIS

DR. JUAN MANUEL CORONA ALCANTAR

DR. MANUEL SORIA LÓPEZ

LECTORES EXTERNOS

DRA. ROSALBA CASAS

DR. ALEJANDRO GARCÍA GARNICA

Noviembre, 2008

INDICE

Introducción.....	4
Capítulo 1. Vinculación Universidad- Empresa.....	7
1.1 ¿Por qué es importante la vinculación U-E?	
1.2 El proceso de innovación	
1.2.1 <i>Modelos de Innovación</i>	
1.2.2 <i>Sistema Nacional de Innovación</i>	
1.3 La nueva producción de conocimiento modo 1 y modo2	
1.4 El Triángulo de Sábado y la Triple Hélice	
1.5 Las misiones de la Universidad	
1.5 Conclusiones	
Capítulo 2. Incentivos para la generación de redes cooperativas.....	28
2.1 Teoría de los Incentivos	
2.1.1 <i>Taxonomías y criterios de determinación de Incentivos</i>	
2.1.2 <i>Modelos Motivacionales</i>	
2.1.3 <i>Propuestas sociológicas relevantes sobre las motivaciones</i>	
2.1.4 <i>Estructuras de la motivación y los incentivos</i>	
2.1.5 <i>Niveles de Incentivos</i>	
2.2 Teoría de la Cooperación	
2.2.1 <i>Cooperación y organizaciones</i>	
2.2.2 <i>La cooperación en los Costos de transacción</i>	
2.2.3 <i>La teoría evolutiva y la necesidad de cooperar</i>	
2.2.4 <i>El modelo de cooperación de Axelrod</i>	
2.2.5 <i>El problema del Principal y el Agente</i>	
2.3 Conclusiones	
Capítulo 3. Descripción del Sector Biotecnológico.....	56
3.1 La Biotecnología en el contexto internacional	
3.1.1 <i>¿Qué es la Biotecnología?</i>	
3.1.2 <i>Las empresas Biotecnológicas</i>	
3.1.3 <i>R&D en Biotecnología</i>	
3.1.4 <i>Gastos en R&D del sector público en Biotecnología</i>	
3.1.5 <i>Patentes Biotecnológicas</i>	
3.2 El sector Biotecnológico Mexicano	
3.2.1 <i>¿Quién lo conforma?</i>	
3.3 Indicadores Relevantes	
a) <i>Tendencias comerciales</i>	
b) <i>Formación de capital humano</i>	
3.4 Conclusiones	
Capitulo 4. Metodología.....	82

4.1 Metodología

4.1.1 Selección de la estrategia de investigación

4.1.2 Diseño de la investigación

4.1.3 Objetivo de la investigación

4.1.4 Pregunta de investigación

4.1.5 Hipótesis de investigación

4.2 Recopilación de datos y fuentes de información para el estudio de caso

4.3 Conclusiones

Capítulo 5. Caracterización de Instituto de Biotecnología e Instituto Bioclon S.A. de C.V.....93

5.1 Orígenes del Instituto de Biotecnología de la UNAM

5.2 Estructura Organizativa

5.3 Recursos Humanos, stock y flujos

5.4 Formación de Capital humano, publicaciones y patentes

5.5 Investigación Aplicada y Servicios de Desarrollo Tecnológico y Proyectos de Cooperación

5.6 Orígenes de Bioclon S.A. de C.V.

5.7 Estructura Organizativa

5.8 La visión innovadora de Instituto Bioclon S.A. de C.V. y el modelo de gestión tecnológica

5.9 Desarrollo, Asimilación y Adquisición de Tecnologías [compras y licenciamientos

5.10 Conclusiones

Capítulo 6. Un problema de salud, una solución tecnológica.....118

6.1 La picadura del alacrán y la mordedura de la araña

6.2 Los tratamientos y los problemas comunes

6.3 Historia de los antivenenos

6.4 Las distintas generaciones de antivenenos

6.5 Conclusiones

Capítulo 7. Caso de estudio Instituto de Biotecnología – Instituto Bioclon S.A. de C.V..128

7.1 El origen de la cooperación IBt- Instituto Bioclon S.A. de C.V. S.A. de C.V

7.1 a Incentivos en la organización Instituto Bioclon S.A. de C.V.

7.1 b La confianza como elemento esencial

7.1. c Incentivos del Investigador

7.1 d Factores que favorecen la cooperación

7.2 El papel de la organización y la institución

7.2 a La contradicción entre objetivos y acciones

7.2.b. La estructura de incentivos como determinante de la conducta en la Universidad

7.2.c. Los incentivos en la empresa y la organización en torno a la cooperación	
7.2.d El CONACYT como Agente Principal	
7.3 Esquemas de cooperación	
7.3. a. Incentivos individuales vs incentivos institucionales	
7.4 Conclusiones	

Conclusiones	129
Bibliografía	169
Anexo	175

Introducción

En las economías modernas la productividad, la competitividad, el crecimiento económico y el bienestar de la población, está fuertemente asociado con la generación de conocimiento reflejado en la habilidad de innovar (David & Foray, 2002).

El proceso de innovación es un proceso complejo que requiere el concurso de un conjunto de actividades diversas que cubre desde actividades de investigación básica hasta la aplicación experimental del conocimiento y su comercialización en forma de bienes, procesos y servicios. El éxito innovador depende, a su vez, de la generación de nuevo conocimiento, así como de su difusión y traducción, con el fin de que pueda ser usado en la producción de bienes comercializables; esto requiere de formas complejas que exigen formas de organización colaborativas para producir y transmitir el conocimiento por distintas vías.

La transferencia y la adopción del conocimiento dependen de una colaboración estrecha entre todos aquellos agentes individuales y/o institucionales involucrados en actividades de investigación básica, y aquellos para quienes los resultados de la investigación básica constituyen un insumo fundamental de sus procesos de producción. Una de las redes de colaboración más importantes en sectores intensivos en conocimiento es la **relación universidad-empresa** y particularmente, las relaciones entre los centros de investigación universitarios y el sector productivo. Los procesos de cooperación¹ exigen una estructura particular de **incentivos**² que fomenten al mismo; de manera que ésta investigación busca explorar cuál es la estructura que subyace en la colaboración entre la universidad y empresa en el sector **biotecnológico** en México.

Debido a que una parte importante de la investigación básica se realiza en las universidades, éstas se han convertido en un actor social central como productores y transmisores de conocimiento para el desarrollo económico (university's third mission) y no solo como centros de investigación y docencia (D'Este & Patel: 2007, Fontana *et al*: 2003, National Academies 1999, Diana-Baptista: 1999). Por otra parte, el desarrollo tecnológico y la innovación son procesos que están fundamentalmente localizados en la industria (Prager & Omenn : 1980, LERU: 2006), sin

¹ En este trabajo se usa indistintamente la categoría colaboración y cooperación, a pesar de que se tiene en cuenta el debate en torno a las diferencias conceptuales que implican su uso, sin embargo, para hacer uso de ciertas herramientas teóricas esto fue convenido

² Al hablar de incentivos se hace referencia a los estímulos institucionales, personales, privados, tanto pecuniarios como no pecuniarios que intervienen en el proceso y que más adelante serán expuestas las distintas taxonomías de los mismos.

embargo, la complejidad de estos procesos, la emergencia de tecnologías cada vez más complejas, así como la incertidumbre y los problemas de apropiabilidad inherentes a las actividades R&D han impulsado a las empresas hacia la búsqueda de conocimientos fuera de sus fronteras (Smith :2004). Sobre la base de estas premisas, un grupo numeroso de expertos han llegado a la conclusión de que la promoción y el fortalecimiento de los vínculos universidad-empresa son esenciales para la creación y desarrollo de capacidades de innovación (Mansfield: 1995, Branscomb, *et al* :1999, Etzkowitz & Leydesdorff: 2000, Leydesdorff & Meyer: 2003).

Hasta ahora los estudios sobre la colaboración universidad-empresa se han enfocado primordialmente a la exploración de tres importantes temas:

i) La transferencia de conocimientos por medio de patentes, licenciamientos, formación de Start-ups y movilidad de recursos humanos (Amalya: 2004, Bozeman & Corley: 2004, Corolleur *et al*: 2004, Araundel & Geuma: 2004, D'Este & Patel : 2007).

ii) La variedad de las colaboraciones universidad-empresa, por ejemplo, investigación básica en universidades apoyada por empresas; apoyo de a la formación de estudiantes, servicios de consultaría por parte de las empresas, asociaciones universidad-empresa para la creación de Start-ups; intercambio de investigadores (Mowery & Sampat: 2005, Cohen, *et al*: 2002, National Academies: 1999, LERU: 2006).

iii) Otros tema de especial relevancia es el diseño y la implementación de políticas orientadas a la promoción de la colaboración entre la universidad y la industria.

Sin embargo, un tema que ha recibido muy poca atención, tanto por parte académicos como de “policy-makers”, es el del sistema de incentivos y penalizaciones internas y externas que orientan la conducta colaboracionista de los agentes pertenecientes a las universidades y las empresas. En efecto, no se cuenta con suficientes estudios sobre los factores subyacentes a los sistemas de incentivos individuales, organizacionales e institucionales que podrían estar actuando como promotores o inhibidores en el establecimiento de lazos de colaboración entre la universidad y la industria.

El propósito de esta tesis es mostrar los resultados de un caso de estudio que involucró la realización de entrevistas, observación e indagación sobre el sistema de incentivos institucionales, organizacionales e individuales que guían o modifican la disposición a cooperar de los

investigadores en las universidades y de los propietarios de las empresas. El estudio se centra en el proceso de colaboración entre el Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México y la empresa Instituto Bioclon S. A de C.V.

La investigación se ha centrado en la búsqueda de respuestas a las siguientes interrogantes: *¿Cuál es el sistema de incentivos económicos y no económicos subyacente a la cooperación entre la Universidad y la Empresa?* y *¿En qué medida este sistema de incentivos responde a acciones institucionales que coadyuvan a que existan redes cooperativas entre la Universidad y la Empresa en el área de Biotecnología?* o bien, *¿si surgen de manera emergente como resultado de las interacciones individuales?*

La tesis se estructura de la siguiente manera; en el primer capítulo se presenta la justificación acerca de la importancia de la relación universidad – empresa, el contexto económico en el que ha cobrado relevancia, y una revisión de las principales metodologías usadas hasta ahora para estudiar la relación. El segundo capítulo es el marco teórico propuesto y usado en esta investigación, focalizando en dos tópicos fundamentalmente: teoría de los incentivos y teoría de la cooperación. El tercer capítulo describe la metodología usada durante la investigación explicando detalladamente las fases de la misma. A continuación en el cuarto capítulo se presenta una monografía del sector biotecnológico mexicano, mostrando una serie de datos e indicadores sobre la actividad del sector, las principales organizaciones que realizan algún tipo de investigación en biotecnología a manera de situar en el contexto tecnológico y económico a las dos organizaciones que aquí se analizan. El capítulo cinco muestra una descripción detallada del Instituto de Biotecnología de la UNAM e Instituto Bioclon S.A. de C.V. puntualizando aquellas estructuras y reglas que se relacionan con la promoción de la colaboración universidad – empresa. El sexto capítulo describe la tecnología en torno a la cual surgió el proceso cooperativo entre las organizaciones. Finalmente en el séptimo capítulo se exponen los resultados de la investigación, a través de una comparación a distintos niveles de los incentivos que determinan la cooperación o bien los incentivos negativos o que dificultan la cooperación, se identifican los agentes claves en el proceso y se incluyen las reflexiones finales, las líneas de investigación posibles y las propuestas de políticas para el establecimiento de la colaboración universidad- empresa.

Capítulo 1. Vinculación Universidad – Empresa

La finalidad de este capítulo es ubicar el contexto en el cual ha cobrado importancia hablar de la vinculación Universidad – Empresa, en qué espacio económico se sitúa, de tal manera que se retomaran temas tales como el proceso de innovación y modelos de innovación. El proceso de innovación ha pasado por cambios y etapas, uno de los cambios importantes es la forma de producir conocimiento, y es preciso hablar de los conceptos Modo 1 y Modo 2, para ubicar cuáles son aquellos cambios. Esto brinda ciertas respuestas a la pregunta que a continuación se explora, ¿Por qué es importante analizar el proceso de vinculación Universidad-Empresa?.

Los procesos de vinculación Universidad – Empresa han sido estudiados de acuerdo a distintas metodologías, así han surgido aproximaciones para analizar desde un marco normativo cómo debería ser la actuación de los actores involucrados en el proceso de innovación. A esta relación (Universidad - Empresa) se ha incorporado la actuación del Gobierno, ya que en muchos casos, es el encargado de fomentar esta relación, si es que no sucede de manera más o menos natural, mediante la aplicación de políticas de Ciencia y Tecnología.

Uno de los modelos utilizados para estudiar la vinculación Universidad – Empresa es el propuesto por Etzkowitz y Leydesdorff llamado la “Triple Hélice”, en este modelo se explica cómo actúan la Universidad, la Empresa y el Gobierno (entendidas como esferas o hélices); cómo deberían ser las interfaces entre estas esferas para lograr procesos virtuosos de vinculación. También se presenta el “Triángulo de Sábato”, que es un esfuerzo para conceptualizar desde Latinoamérica el papel de éstos actores. Aunque en esta tesis, no se retomará como metodología fundamental la propuesta por Etzkowitz y Leydesdorff, es importante hablar de ella como uno de los esfuerzos al estudiar este tipo de relaciones.

Unido a esta conceptualización se habla también de la “Tercera Misión de la Universidad”; al ser uno de los actores más importantes dentro de esta relación y con una larga historia detrás de sí, es importante reconceptualizar las funciones de la Universidad, esto ha cobrado importancia sobre todo en países latinoamericanos donde la construcción universitaria ha pasado por distintos momentos históricos y que al ser una institución con parámetros de actuación establecidos, manifiesta constantemente resistencia al cambio de varios de sus integrantes. El concepto de la tercera misión propone un nuevo papel de la Universidad en la vida social y económica, le asigna una característica extra, además de la formación de especialistas y la investigación; promueve un rol más activo dentro del proceso innovador de un país.

Las preguntas que se responden a lo largo del capítulo son las siguientes: ¿qué es el proceso de innovación?, ¿cuáles son los principales modelos de innovación?, ¿cuáles son los principales cambios en el proceso de innovación?, ¿por qué es importante la vinculación Universidad- Empresa?, y finalmente ¿cómo se ha estudiado el proceso de vinculación Universidad – Empresa?

El capítulo está organizado de la siguiente manera: en el punto uno se define al proceso de innovación y los modelos de innovación (*demand pull & technology push*); en el punto dos se establece por qué es importante retomar el tema de vinculación Universidad – Empresa para un país como México; en el tercer punto se explica en qué consiste el triángulo de Sábato y el modelo de la Triple Hélice, enseguida se aborda un poco de la discusión en torno a la Tercera Misión de la Universidad y en el punto cuatro, se presentan las conclusiones del capítulo.

1.1 El proceso de innovación

La Innovación es la aplicación y el uso de nuevas ideas, conceptos, productos, servicios y prácticas, con la intención de ser útiles en el incremento de la productividad. Innovar es distinto de inventar o crear, la innovación se vincula al cambio y al mercado, un cambio no necesariamente significativo, pero aceptado por el mercado. La innovación se refleja en procesos o productos y existe una caracterización de acuerdo al tipo de innovación que se realice; así se definen dos tipos, las innovaciones radicales implican un cambio o introducción de un nuevo producto, servicio o proceso que no se conocía antes y las innovaciones incrementales se refieren a la creación de valor agregado sobre un producto ya existente, agregándole cierta mejora o modificándola.

De acuerdo a Schumpeter el cambio tecnológico puede ser entendido como *El desenvolvimiento económico, que en nuestro caso, se define por la puesta en práctica de nuevas combinaciones* (Schumpeter,1997). Esto cubre los siguientes casos: 1)La introducción de un nuevo bien; 2) La introducción de un nuevo método de producción; 3) La apertura de un nuevo mercado; 4) La conquista de una nueva fuente de aprovisionamiento de materias primas; 5) La creación de una nueva organización en cualquier industria. Las nuevas combinaciones coexistirán junto con las anteriores, de tal manera que no siempre hay una destrucción total de lo viejo.

El cambio tecnológico en la producción de mercancías que se encuentran en uso, la apertura de mercados, nuevas fuentes de aprovisionamiento, cambios en la organización del trabajo, introducción de nuevas organizaciones económicas o bien la mejor manipulación de

materiales son considerados como también como innovación. La innovación se puede lograr sin pasar por el invento, de tal forma que el invento no conduce necesariamente a la innovación.

La innovación es un factor interno distinto, ya que no está implicado dentro de otro; los cambios en los gustos, crecimiento e innovación interactúan y se condicionan mutuamente, por lo tanto, los cambios históricos son el resultado de todos los anteriores. *La innovación es el hecho sobresaliente en la historia económica de la sociedad capitalista...*(Shumpeter,1997). Así, se define a la evolución económica como: los cambios que causa la innovación en el proceso económico, junto con todos sus efectos y la respuesta que les da el sistema económico (Shumpeter,1997).

La innovación adquiere importancia económica sólo a través de un proceso extensivo de rediseño, modificación, y pequeñas mejoras que le conviene para el mercado de masas, para la producción por medio de nuevas técnicas de producción masivas (Rosenberg, 1976).

Los procesos de la innovación pueden ser cognoscitivos, de organización y/o económicos; generalmente suceden en condiciones de incertidumbre en el sistema capitalista y en medio de la competencia. Pavitt (2004) define tres amplios subprocesos que se traslapan dentro de la innovación, así se identifican: la producción del conocimiento; la transformación del conocimiento en productos, sistemas, procesos y servicios; y el emparejamiento continuo del último a las necesidades y a las demandas del mercado. Dentro de éstas áreas se reconocen las tendencias dominantes: primero, la especialización del aumento en la producción del conocimiento; segundo, la complejidad del aumento en artefactos físicos, y en las bases de conocimiento que las sostienen; y tercero, las dificultades de emparejar oportunidades tecnológicas con necesidades del mercado y prácticas de organización.

En el análisis económico, la conceptualización de la innovación y la repercusión que tiene en el crecimiento económico marca una ruptura con la teoría dominante; las diferencias esenciales con la teoría neoclásica serían básicamente tres: a) el uso de micro-fundamentos evolutivos en lugar de los supuestos de agentes maximizadores y equilibrio puntual; b) la endogenización del proceso de innovación tecnológica y finalmente c) la introducción de dimensiones cualitativas que habitualmente se identifican con el "desarrollo económico", en contraste con las teorías convencionales que representan el proceso de crecimiento como algo puramente cuantitativo (Nelson, 1994). Así, el desarrollo se ha definido como un proceso multifacético, en el cual el cambio tecnológico, las características de las firmas y sus comportamientos y las instituciones son vistos como los factores que modelan patrones de desarrollo específicos. Es en este contexto que se analiza ¿cómo se generan y difunden las

innovaciones?, a que estructura de incentivos se enfrentan los agentes, la organización interna, competencias y estrategias de las empresas y las instituciones en las cuales los agentes están enraizados socialmente y que restringen y guían tanto la coordinación microeconómica como el cambio macro (Dosi et al. 1994b).

Para el evolucionismo, la innovación tiene una serie de características tales como la información asimétrica, la indivisibilidad, retornos crecientes, externalidades, no-rivalidad, apropiabilidad privada imperfecta, etc. (Metcalfe,1995). Se distingue entre información y conocimiento, éste último incluye categorías cognoscitivas, códigos de interpretación de la información, habilidades tácitas y heurísticas de resolución de problemas y de búsqueda. Del otro lado, la información en cambio, es una serie de proposiciones bien establecidas y codificadas sobre estados de la naturaleza o algoritmos que explican cómo hacer cosas (Dosi,1995). El cambio técnico es una actividad fuertemente tácita, acumulativa y local. Así, las firmas que encuentran mejores técnicas es porque usan mejores reglas de búsqueda y logran expandirse más que las otras; las asimetrías o brechas tecnológicas entre firmas y naciones surgen como una consecuencia natural de estas tendencias. Los procesos de búsqueda no se realizan a través de la exploración de un mapa completo de posibilidades tecnológicas, sino que las firmas intentan mejorar y diversificar su tecnología buscando en las zonas que les permitan usar y construir sobre su base de conocimiento. La distinción neoclásica entre sustitución de factores y cambio técnico se desvanece, dado que para establecer nuevas combinaciones de insumos es necesario dedicar recursos específicos al descubrimiento de nuevas técnicas (Rosenberg, 1976); así, los resultados de las actividades de búsqueda son estocásticos y no predecibles. Realizando actividades innovativas, las firmas están motivadas por la percepción de alguna oportunidad inexplorada, pero tal percepción difícilmente puede incluir el conocimiento detallado de todos los eventos posibles, combinaciones de insumos, características de los productos, etc.; en otras palabras, ni la solución de los problemas, ni las consecuencias de las acciones pueden ser conocidos *ex- ante* con precisión.

Respecto de la firma, tanto las investigaciones históricas, como las concepciones teóricas heterodoxas (Stiglitz, Aoki, Williamson y Nelson) destacan la imposibilidad de entender las diferencias en las trayectorias intertemporales e internacionales de desarrollo sin prestar atención a las estructuras de información e incentivos asociadas con formas particulares de gobierno organizacional, o ignorando las especificidades de las competencias para resolver problemas. Las firmas son el *locus* principal de acumulación tecnológica y los patrones nacionales de acumulación

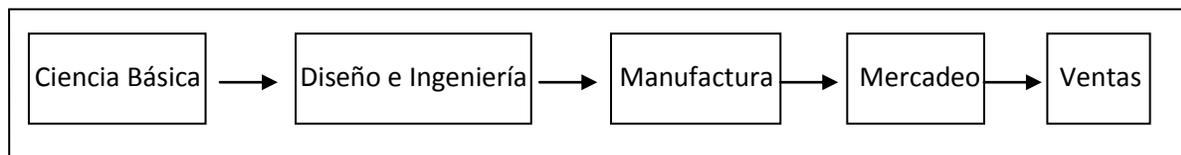
pueden ser descifrados a través del análisis de las estrategias y *performances* de sus firmas. A su vez, estas estrategias están influenciadas por el ambiente y los incentivos, pero guardan un grado amplio de discrecionalidad. Las características de las firmas no se distribuyen al azar entre sectores y países; por el contrario, ciertos rasgos tienden a fortalecerse debido a su interacción con el entorno y en consecuencia las trayectorias empresariales y nacionales que coevolucionan (Coriat y Weinstein: 1995; Coriat y Dosi: 1994) Las instituciones, en conjunto con los incentivos económicos vigentes, influyen sobre la capacidad innovadora de cada país y frente a un determinado *set* de oportunidades tecnológicas, su aprovechamiento dependerá tanto de los mecanismos particulares económicos de inducción (precios relativos, patrones de demanda, etc.) como fundamentalmente, del grado de ajuste entre esas oportunidades y las condiciones institucionales, naturaleza de las organizaciones de I&D, políticas públicas, etc. y las capacidades empresariales existentes en cada caso (Dosi y Soete: 1988).

1.1.1 Modelos de Innovación

1) Modelo lineal: technology push (1950's)

En este primer modelo se plantea que son los avances científicos los que estimulan a la innovación, ya que son los abastecedores del conocimiento necesario para el desarrollo de procesos y productos tecnológicos. El modelo se plantea como una sucesión de etapas que tiene origen en el proceso de la ciencia básica, pasa al diseño e ingeniería, manufactura y más tarde al proceso de mercadeo y ventas que es el espacio de mercado. Las características que se asocian a este enfoque son: las capacidades tecnológicas de una determinada sociedad están en función de la frontera de su conocimiento; los conocimientos útiles para la producción industrial se basan en principios científicos fundamentalmente y el proceso de traducción de estos principios científicos a conocimientos tecnológicos es secuencial (Cortés, 2006).

Esquema 1. Technology -push



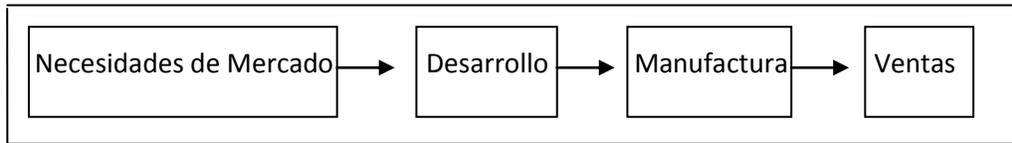
Tomado de ROTHWELL, R. (1994), "Industrial innovation: success, strategy, trends", en Dodgson, M. and Rothwell, R., The handbook of industrial innovation

2) Modelo lineal: demand pull (1960's)

En este modelo se considera que las innovaciones son resultado de una demanda insatisfecha de los consumidores o usuarios (Schmookler, 1996; Dosi, 1982). El estímulo a la

innovación en este caso viene de la demanda y a partir de allí es que se sigue un proceso secuencial definido por las siguientes etapas:

Esquema 2. Demand pull

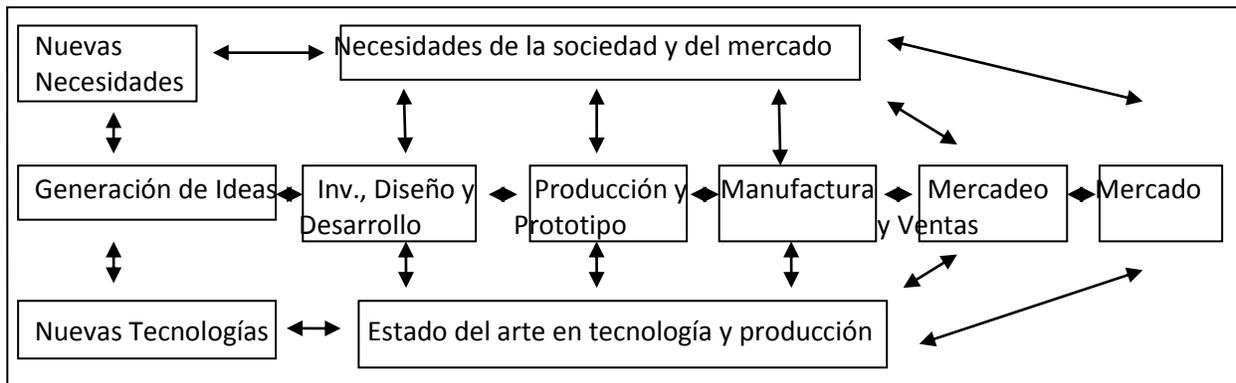


Tomado de ROTHWELL, R. (1994), "Industrial innovation: success, strategy, trends", en Dodgson, M. and Rothwell, R., The handbook of industrial innovation

3) Modelo de acoplamiento entre ciencia, tecnología y mercado o modelo interactivo (1970's 1980's)

Este último modelo ha sido llamado de distintas maneras, además de que se han armado distintas versiones, lo relevante es la orientación que toma a diferencia de los anteriores. En primer lugar, el proceso de innovación deja de ser un proceso lineal, no existe un inicio definido ya que puede partir de distintos puntos; desde las nuevas necesidades, por la generación de ideas o las nuevas tecnologías. Este modelo introduce relaciones bidireccionales entre todos los elementos que integran el proceso de innovación, comunicación y retroalimentación.

Esquema 3. Modelo de acoplamiento entre ciencia, tecnología y mercado o modelo interactivo



Tomado de ROTHWELL, R. (1994), "Industrial innovation: success, strategy, trends", en Dodgson, M. and Rothwell, R., The handbook of industrial innovation

1.1.2 Sistema Nacional de Innovación

Desde la tradición económica neoclásica, la competitividad de la economía de una nación, se determinaba por la abundancia o escasez relativa de los recursos con los que se contaba; sin embargo, hoy en día estos recursos disponibles no son suficientes para hacer que un país sea

competitivo. El entorno globalizado exige a las naciones el establecimiento de ciertas condiciones, que junto a la acción de distintas variables como el nivel tecnológico, la organización de la producción, el financiamiento, la comercialización, la política económica y la innovación tecnológica formen una red que active la productividad de la economía. Una de las preocupaciones actuales de los agentes económicos son los diferenciales en la productividad que presentan las empresas, los sectores y las naciones entre sí; ante esta situación se ha señalado a la innovación tecnológica como una variable fundamental para alcanzar y sostener los niveles de competitividad (Corona, 1990).

Las aportaciones teóricas al respecto, sugieren que la dinámica innovadora depende más de los procesos de aprendizaje tecnológico que de los recursos disponibles y que estos procesos de aprendizaje tienen un carácter acumulativo, sistemático y cultural, dándole un papel muy importante al conocimiento tácito el cual desempeña un papel importante en la dinámica innovadora (Dutrénit,1992). El enfoque evolucionista considera a la empresa como el lugar donde se materializa la acumulación tecnológica, y al entorno institucional nacional como el espacio donde se crean una serie de externalidades dinámicas positivas.

Es dentro de este contexto dado que el Sistema Nacional de Innovación (SNI) toma importancia. Se reconoce que el conocimiento que toma forma en las innovaciones es el recurso más importante de la vida económica moderna. Así, el SNI son los elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de conocimiento nuevo y útil desde el punto de vista económico que están localizados en una región determinada al que se concibe como el conjunto de agentes, instituciones, articulaciones y prácticas sociales vinculados a la actividad innovadora al interior de un país (Lundvall,1992).

Este concepto se asocia con la idea de que existe una relación entre las características de las instituciones y la dinámica innovadora en los países de alto dinamismo tecnológico. Del mismo modo se destaca la importancia que han tenido ciertos hábitos y normas de conducta cultural en la actividad innovadora, así pues se asume que el recurso fundamental en la economía moderna es el conocimiento y que el proceso más importante es el aprendizaje (Dosi,1988). El conocimiento difiere en forma crucial respecto de otros recursos ya que es predominantemente interactivo y por lo tanto es un parte de un proceso social asociado a un contexto institucional y cultural.

Un sistema se constituye por un número de elementos y por las relaciones que existen entre estos elementos. De manera que un sistema de de innovación está conformado por una serie de actores y sus relaciones en un contexto y espacio determinado. El sistema nacional de

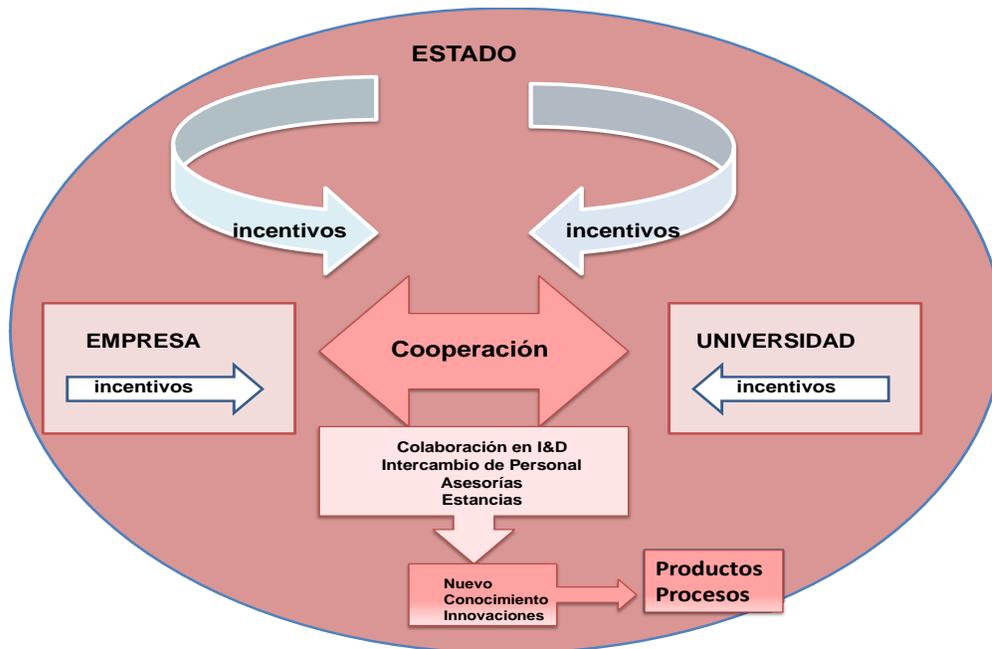
innovación es un sistema social, ya que una actividad central en él es el aprendizaje, y el aprendizaje es una actividad social que involucra activamente a la gente. Es un sistema dinámico caracterizado por ambos; una información positiva y por reproducción. Frecuentemente los elementos del sistema de innovación se esfuerzan mutuamente en los procesos de aprendizaje e innovación. El sistema de innovación es el relativo a la reproducción del conocimiento de agentes individuales o colectivos (Lundvall,1992).

El concepto de Sistema Nacional de Innovación es una herramienta útil metodológicamente para analizar el contexto innovador de un país, sin embargo existen diferencias que van más allá de los límites geográficos o políticos que obligan a pensar en una serie de referencias teórico-metodológicas distintas que ayuden a entender ciertos procesos. De esta necesidad es que han surgido conceptos como “sistema regional de innovación” y “sistema sectorial de innovación”. En este caso será de utilidad reflexionar en torno a la idea de un sistema sectorial, ya que aunque existe una discusión inconclusa alrededor de si la biotecnología es o no un sector, ya que ésta puede ser usada en muchos sectores a la vez y es más bien una serie de modificaciones y técnicas aplicables, en esta investigación se ha convenido definirlo como un sector para fines de análisis.

Un sector es un conjunto de actividades que están unificadas por una serie de relaciones con un grupo de productos para una determinada demanda y que comparten algunos conocimientos básicos (Malerba,2004). El sistema sectorial de innovación está compuesto por un grupo de agentes tanto de mercado y no mercado, de interacciones para la creación, producción y venta de productos sectoriales. Un sistema sectorial tiene una base de conocimientos, tecnologías, insumos potenciales o existentes de la demanda. Los agentes son individuos y organizaciones en diversos niveles de agregación, en particular los procesos de aprendizaje, competencias, estructura orgánica, las creencias, comportamientos y objetivos (Malerba,2004). Estos actores interactúan a través de los procesos de comunicación, intercambio, cooperación, competencia y mando, y su interacción está determinada por las instituciones. Un sistema sectorial se somete a procesos de cambio y transformación a través de la coevolución de sus diversos elementos, conocimiento y tecnología, actores y redes e instituciones (Malerba,2004).

Esta investigación se sitúa en el análisis de tres de los actores del SNI, el Estado, la Empresa y la Universidad, aunque se focalizará en los elementos referentes al tema de los “incentivos”, dejando fuera otras variables del sistema.

Esquema 4. Sistema Nacional de Innovación



Elaboración propia

1.1.3 Las nuevas formas de producción del conocimiento

Existen en el mundo una serie de cambios en la ciencia y la tecnología que han obligado a reflexionar acerca de la forma en la cual se produce el conocimiento; la pregunta fundamental es si la producción ha cambiado a partir de las interacciones y formas que ha tomado en las últimas décadas. La producción de conocimiento implica tomar en cuenta el entorno, la forma en la que se organiza, los estímulos que se generan y los mecanismos que controlan la calidad de ésta producción.

Para describir los cambios que han surgido en torno a la producción del conocimiento, es útil retomar el planteamiento de Michael Gibbons (1997) como una primera forma de distinción entre lo que se considera como Modo 1 y Modo 2 de producción de conocimiento. A continuación se describirán de forma breve las características de cada una de éstas formas.

El modo 1 es aquel tipo de conocimiento tradicional generado dentro de un contexto disciplinar, fundamentalmente cognitivo. En este modo, la forma de producción de conocimiento hace referencia a un complejo de ideas, métodos, valores y normas que coincide con la difusión del modelo newtoniano en la definición de prácticas científicas sanas. Este modo sintetiza las normas cognitivas y sociales que deben seguirse en la producción, legitimación y difusión del

conocimiento; así se determinan cuáles son los problemas significativos, quién debe resolverlos y que constituye la “buena ciencia” (Gibbons et al, 1997).

El modo 2 se genera en contextos transdisciplinarios³ sociales y económicos más amplios. Este tipo de conocimiento cuestiona a aquellas instituciones dedicadas normalmente a la producción de conocimiento, desde las universidades, centros de investigación, laboratorios de grandes empresas, etcétera. En este modo el conocimiento resulta a partir de una gama más amplia de consideraciones; el conocimiento tiene que ser útil para alguien, ya sea en la industria, en el gobierno o en la sociedad y esto se encuentra presente desde el principio. La producción de conocimiento se mantiene bajo un ambiente de negociación continua y no se produce a menos y hasta que se incluyan los intereses de los diversos actores (Gibbons et al, 1997). La composición de los equipos dedicados a solucionar problemas cambian con el tiempo y las exigencias evolucionan. La flexibilidad y el tiempo de respuesta son factores cruciales, lo que provoca que las organizaciones varíen constantemente.

En el modo 2 se reconoce que existen una serie de actores que se relacionan para resolver problemas específicos. La producción del conocimiento científico y tecnológico se trata de obtener no sólo en las universidades, también en los laboratorios de la industria y del gobierno, además en equipos de reflexión, instituciones y asesorías de investigación, entre otros (Gibbons, et al. 1997)

Las diferencias fundamentales entre el modo 1 y el modo 2 se enumeran a continuación:

1. En el modo 1 se plantean y se solucionan los problemas en un contexto gobernado por los intereses, en buena parte académicos o de una comunidad específica; en el modo 2 el conocimiento se desarrolla bajo un contexto de aplicación.
2. El modo 1 es disciplinar, el modo 2 es transdisciplinar.
3. El modo 1 se caracteriza por la homogeneidad, el modo 2 por la heterogeneidad.
4. El modo 1 es jerárquico en su forma organizativa y tiende a preservar su estructura, el modo 2 es heterárquico y transitorio.

El modo 1 no ha sido relevado por el modo 2 ambos subsisten en distintos ámbitos, aunque al parecer la tendencia marca la balanza a favor del modo 2. Un contexto problemático establece la necesidad de solucionar problemas en conjunto, la transdisciplinaridad juega un rol preponderante. El mantenimiento de los modos establecidos de producción de conocimiento se va

³ La transdisciplinaridad se caracteriza por desarrollar una estructura particular, pero en evolución que guía los esfuerzos para solucionar problemas. La solución no surge exclusivamente de la aplicación del contexto que ya existe. La solución abarca componentes tanto empíricos, como teórico. La difusión de los resultados se logra en el mismo proceso de producción de éstos. La transdisciplinaridad es dinámica y tiene capacidad de solucionar problemas en movimiento.

debilitando en la medida que los imperativos de un contexto problemático exigen cooperación o trabajo conjunto con otros actores y a distintos niveles, local, nacional o global (Gibbons et, al. 1997).

A partir de esta diferencia en torno a la producción nos es útil reflexionar acerca de ciertas áreas científicas. El desarrollo de la ciencia ha implicado la exploración de nuevos caminos y éstos se han vuelto más complejos de lo que parecían ser; el mundo natural se caracteriza por ser una entidad compleja, de manera que ha sido necesario integrar grupos de trabajo que incluya distintos especialistas capaces de dar explicaciones coherentes a ciertos fenómenos. Campos como la ingeniería genética, la biotecnología, la inteligencia artificial o la microelectrónica entre otras más han incorporado distintos perfiles de investigación a sus programas de trabajo. Parecería que los investigadores tienen como prioridad entender las estructuras ordenadas y específicas que existen en el mundo, más que los principios básicos (Gibbons, et al. 1997).

1.2 ¿Por qué es importante la vinculación U-E?

La llamada “sociedad del conocimiento” forma parte de un proceso en torno al cual las ventajas de un país o de una región, se logran mediante el desarrollo de ciertas actividades relacionadas con la generación de conocimientos que puedan traducirse en procesos de innovación que incluya niveles tales como, la mejora de procesos y de productos en áreas que incluyen a las propias organizaciones. El conocimiento ha sido el eje del crecimiento económico y del aumento paulatino del bienestar social (David y Foray, 2002), reflejado en la habilidad de innovar y de transformarse continua y aceleradamente; el ritmo de esto es cada vez más veloz, además de adquirir formas más complejas que exigen formas de organización específicas para producir y transmitir el conocimiento por distintas vías. A lo largo de la historia han existido diversas instituciones que desarrollan capacidades para crear y difundir este conocimiento; la diferencia actualmente es que esto ha tomado una gran velocidad y ha sufrido transformaciones en la forma como se articula. Dos de los actores fundamentales de esto son la Universidad y la Empresa; una nueva clase de organización encabeza este fenómeno: las comunidades basadas en el conocimiento, a saber, redes de individuos que luchan, primero que nada por producir y divulgar nuevos conocimientos; así pues es cada vez más necesario lograr que éstos actores se relacionen.

El conocimiento es en las economías avanzadas, el factor clave del crecimiento económico; el desarrollo de la ciencia actúa como propulsor de los avances registrados en el conocimiento, y la

capacidad de las sociedades y países para utilizar ese conocimiento para concebir productos, procesos o servicios nuevos o mejorados que compitan ventajosamente en los mercados globales, en esencia su capacidad para innovar, constituyen hoy la fuente de riqueza fundamental de estas economías (Eaton,1999).

El conocimiento como recurso económico, difiere de otros; primero, el conocimiento no pierde valor cuando se usa, al contrario su uso incrementa su valor, así que esto significa que no es un bien escaso en el mismo sentido que los recursos naturales; en segundo lugar algunos elementos de conocimiento pueden ser transferidos fácilmente entre agentes económicos (ello implica convertirlos en información) mientras que otros están incorporados (*embodied*) en agentes colectivos o individuales y son tácitos; en tercer lugar el conocimiento no se intercambia fácilmente en los mercados y su apropiación privada no es sencilla (no es fácil definir derechos de propiedad sobre el conocimiento). Así pues las fallas de mercado son la regla más que la excepción en cuanto al conocimiento (Lundvall,1992). El conocimiento se caracteriza por una forma extrema de indivisibilidad en general, es suficiente adquirir una pieza específica de conocimiento una sola vez; pero su característica más importante es que puede ser poseído y disfrutado conjuntamente, casi simultáneamente, por muchos individuos. De manera que posee perfecta expansibilidad (o no-rivalidad), pero la exclusión es parcialmente posible, por lo cual no se lo puede clasificar como un bien público. En base a la distinción entre información y conocimiento, la Teoría Evolutiva destaca el carácter muchas veces tácito de las tecnologías. En general, éstas involucran el dominio de habilidades (*skills*), alcanzadas mediante procesos de aprendizaje activos por consiguiente, tienden a adquirir un carácter acumulativo y específico a los agentes que las poseen. De aquí surge una primera oposición relativa al conocimiento tecnológico, articulado contra tácito que alude a la imposibilidad general de escribir instrucciones precisas (*blueprints*) que definan la manera de emplear una determinada tecnología (Dosi, 1988a y b).

El avance tecnológico mantiene un ritmo veloz y tiene enormes repercusiones sobre la sociedad y la economía, las innovaciones en microelectrónica, cibernética y telecomunicaciones, que aumentan la capacidad y la velocidad de transmisión de la información, vienen acompañadas de notables reducciones de costos, que impulsan a su vez un uso más generalizado de las nuevas tecnologías. Ante los cambios profundos en la economía mundial, se acuña el término *Economía del Conocimiento [Knowledge-based economy]* (OCDE, 1998). De alguna manera, esto pone énfasis en la utilización del conocimiento, en todas sus vertientes: información, investigación e innovación, como factor de la producción y variable determinante del crecimiento. Al parecer se

pasa de una estrategia competitiva basada en costos y precios a otra basada en ideas, productos diferenciados y servicios a medida; ahora los mayores costos serán los de I&D e innovación, actividades que no constituyen un fin en sí mismas, sino en tanto en cuanto contribuyen a mejorar la competitividad de las empresas, lo que a su vez redundará en resultados como puede ser la balanza comercial y el incremento de puestos de trabajo de alto valor añadido y se observa que aquellos países en los que existe una clara conciencia de rentabilidad en la inversión en ciencia y tecnología son los más propensos a realizar cada vez mayores inversiones en estos conceptos.

Existen tres fenómenos que ilustran el papel crítico del conocimiento, la tecnología y la innovación como factores determinantes del crecimiento económico actual en las economías avanzadas. En primer lugar, la constatación de que estos factores se encuentran estrechamente relacionados con el fuerte aumento observado en la *productividad*, mientras que los factores tradicionales de la producción (trabajo y capital) parecen tener una influencia cada vez menor. Segundo, la evolución registrada por la inversión en I&D e innovación y la participación de un número creciente de sectores económicos en las actividades innovadoras, destacando cada vez más los sectores de servicios y en especial los de servicios a empresas y financieros. Finalmente, la evolución observada en la demanda de trabajo hacia perfiles ocupacionales con mayor cualificación, y en especial, sobre todo en los países de la OCDE, la creciente participación de investigadores y científicos en el conjunto de la fuerza de trabajo.

Las ideas, el conocimiento, la tecnología y la innovación se encuentran en la base del crecimiento actual y el crecimiento futuro, por lo que un entorno favorable a la generación y difusión de ideas y de innovaciones es una prioridad para alcanzar un crecimiento sostenido de la actividad económica y del empleo. Aunque la acumulación del conocimiento científico y tecnológico puede ser más fácil de medir mediante la actividad de investigación y desarrollo (I&D), lo que resulta más difícil es predecir la capacidad para convertirse en innovación, esto es en actividad productiva y por tanto en crecimiento económico y aunque se reconoce mediante medidas indirectas que el conocimiento, base de la innovación, es clave para un mejor y más rápido crecimiento, aún no se conocen con precisión los mecanismos que lo convierten en innovación y lo difunden.

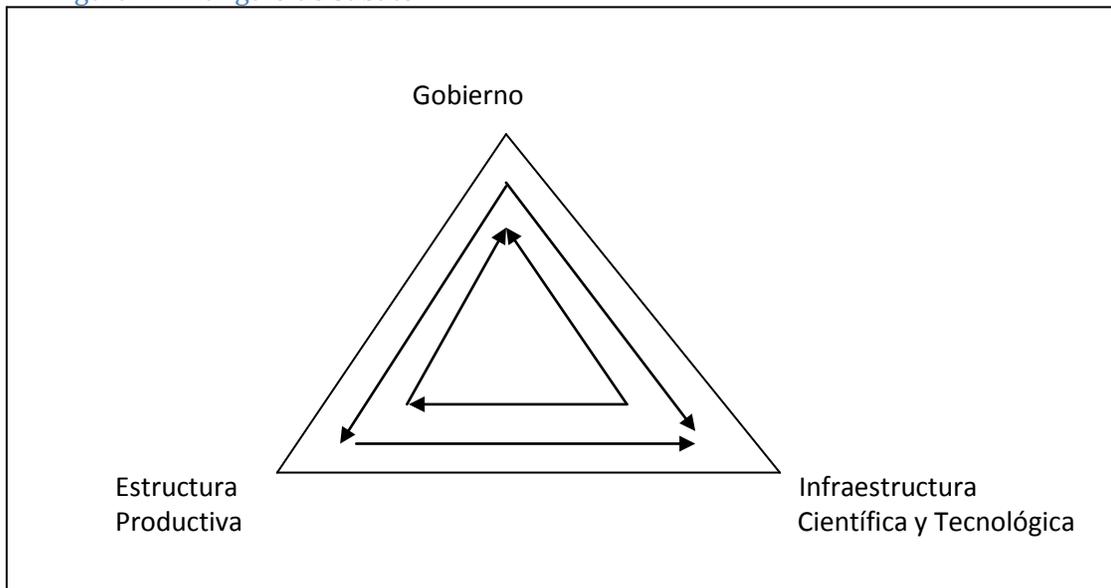
Además ocurre que el proceso de innovación no está exclusivamente determinado por la fuerzas del mercado por el contrario, para su eficacia resulta absolutamente necesario un buen funcionamiento del sistema Ciencia – Tecnología – Empresa (sistema de innovación), en el que el mercado es sólo una parte y al que han de sumarse las organizaciones y las redes.

De esta forma, el éxito final del proceso de innovación no depende sólo de los agentes innovadores individualmente considerados, sino que en general es resultado de la interacción eficaz del conjunto de agentes que integran el sistema de innovación: desde las universidades y los organismos de investigación hasta las propias empresas y las entidades de financiamiento, pasando por las instituciones y centros responsables de los procesos de transferencia de tecnología.

1.3 El Triángulo de Sábado

La relación universidad – empresa es un tema que cobro importancia especialmente en los años 80's, básicamente por las implicaciones que tiene en la producción de conocimiento que puede ser transformado en innovación. El fomento a la innovación ha sido un tema constantemente estudiado y discutido, las propuestas han tomado diferentes vertientes. Uno de los primeros modelos surge en 1968, conocido como el "Triángulo de Sábado" gracias al nombre de uno de sus creadores Jorge Sábado y Natalio Botana. Este planteamiento tiene como eje articulador a una serie de estrategias políticas, en donde se reconoce que la investigación científica y tecnológica es uno de los motores fundamentales para el desarrollo de un país. La estrategia que se plantea aquí es primero, identificar a los actores que pueden lograr la integración de la ciencia y la tecnología de manera adecuada. Así, uno de los actores fundamentales es el Gobierno ya que es el encargado de la dirección de la estructura productiva (segundo actor) y parte de la infraestructura científica y tecnológica (tercer actor). De manera que el punto central versa alrededor del establecimiento de un sistema de relaciones que involucra aspectos tales como condiciones iniciales y condiciones de desarrollo del sistema. El Gobierno es el encargado de estructurar este sistema de relaciones (Sábado & Botana, 1978) y fue un planteamiento muy importante para América Latina, sobre todo por su intención de superar el subdesarrollo.

Figura 4. Triángulo de Sábato



Tomado de SÁBATO, J & Natalio Botana (1978). La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina. *Revista de Integración*, No. 3 Argentina.

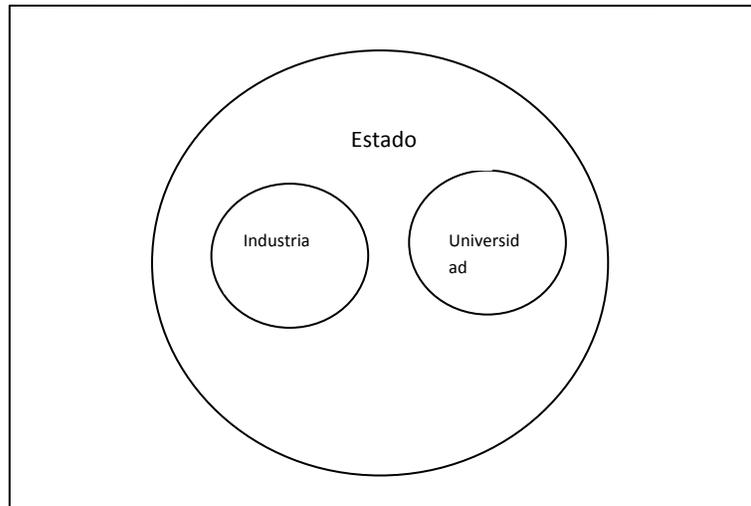
1.4 El modelo de la Triple Hélice

La Triple Hélice es un modelo de innovación desarrollado por Etzkowitz y Leydesdorff (2000) se integra en forma de espiral, esto es así ya que se busca capturar las diferentes relaciones que existen en el proceso de creación del conocimiento; este esquema involucra al Estado, la Universidad y la Industria. Se rige bajo la idea de que las relaciones entre estos tres actores son interdependientes y puede existir un traslapamiento de las esferas institucionales en el que actúa cada uno benéfico para la sociedad.

Este modelo brinda un marco metodológico para explicar distintos tipos de relaciones entre estos tres actores. Los autores han desarrollado hasta ahora tres versiones de la triple hélice:

En esta primera versión el Estado abarca a la Industria y a la Universidad y es el encargado de la dirección de las relaciones que se efectúen entre ellos. Todas las iniciativas que surgen son de arriba hacia abajo, ya que es el Estado el actor principal, por lo tanto no hay cabida a las propuestas *bottom up*. En este modelo, existe una nula relación con el entorno por parte de la Industria y de la Universidad.

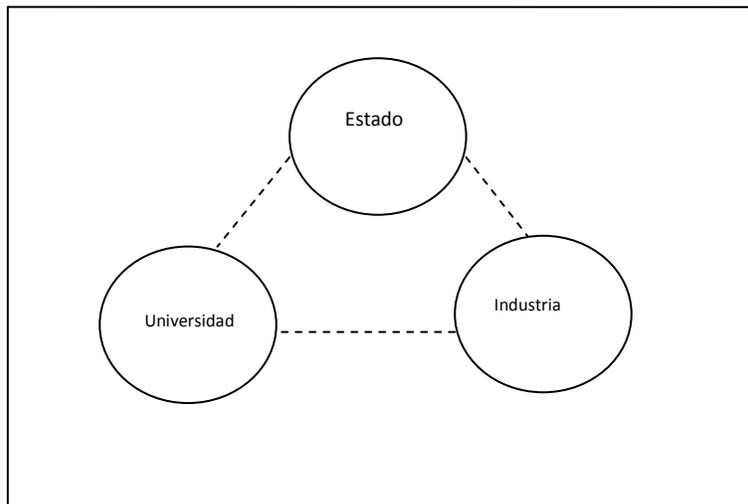
Figura 5. Primer modelo de la Triple Hélice



Tomado de ETZKOWITZ H. The Triple Helix of University-Industry-Government. Implications for Policy and Evaluation. Working Paper 2002-11 *Sister*. Stockholm

La segunda versión de este modelo plantea un esquema institucional separado, cada actor forma una propia esfera y las relaciones son bilaterales, el Estado maneja una serie de políticas que permean a la Universidad por un lado y a la Industria por otro ya que existen políticas orientadas para cada uno de estos actores; la relación entre la Universidad y la Industria no está comandada por una iniciativa estatal, sino que responde a propuestas de alguno de estos actores.

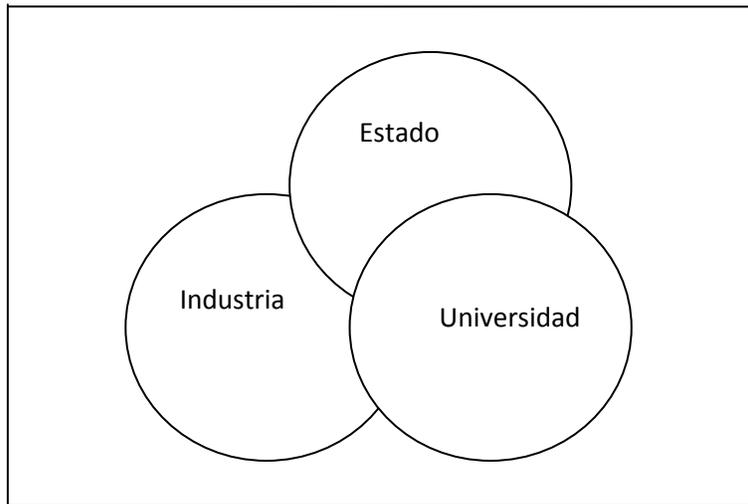
Figura 6. Segundo modelo de la Triple Hélice



Tomado de ETZKOWITZ H. The Triple Helix of University-Industry-Government. Implications for Policy and Evaluation. Working Paper 2002-11 *Sister*. Stockholm

La tercera versión de la triple hélice marca una serie de intersecciones de cada una de las esferas, la meta es formar una serie de relaciones que surjan desde cualquiera de tres actores. La búsqueda implica la generación de nuevos actores.

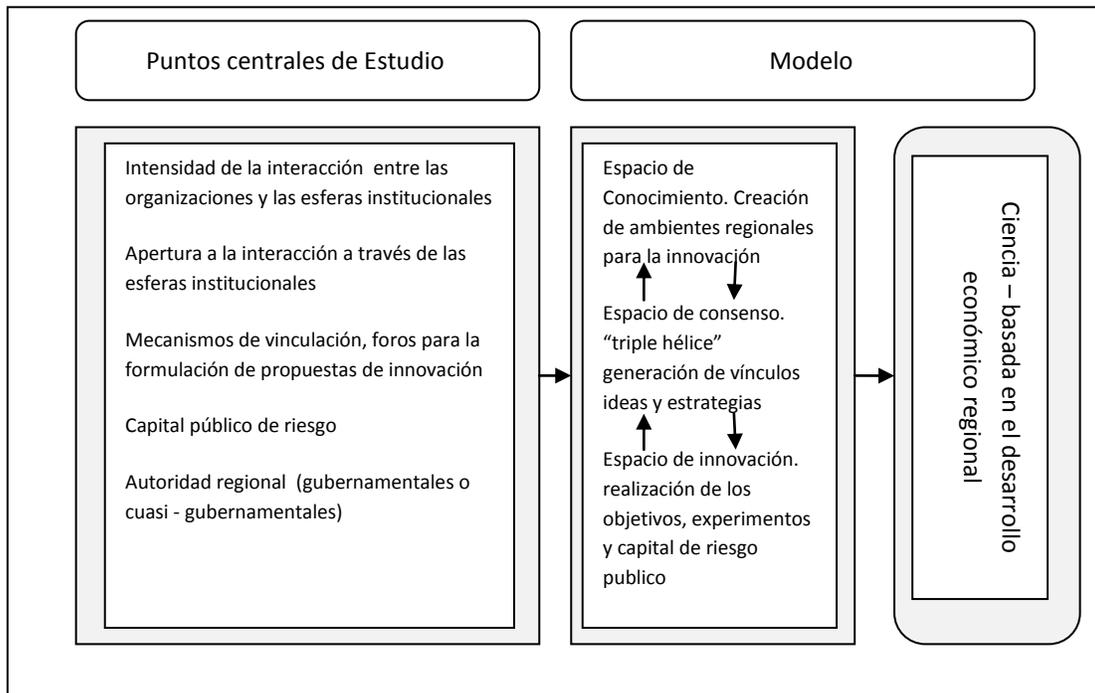
Figura 7. Tercer modelo de la Triple Hélice



Tomado de ETZKOWITZ H. The Triple Helix of University-Industry-Government. Implications for Policy and Evaluation. Working Paper 2002-11 *Sister*. Stockholm

Esta última versión implica la creación de espacios de conocimiento (Casas,2000), lugares y comunidades que se dedique a la creación de R&D, lo que obliga a reconceptualizar los espacios comunes en donde se desarrolla el conocimiento. La intención puede ir desde nuevos espacios geográficos, hasta nuevos actores. También es necesario formar una estructura organizacional que soporte la producción de nuevas estrategias e ideas, y finalmente pugnar por un espacio para la innovación, que es un mecanismo organizacional que integra los esfuerzos en la producción de conocimiento y su aterrizaje a procesos y productos. Pero además, este espacio incluye a firmas de capital de riesgo, asistencia técnica y financiamiento a los *spin-off* (Etzkowitz,2002).

Figura 8. Relaciones entre el espacio de conocimiento, espacio de consenso y espacio de innovación.



Tomado de ETZKOWITZ H. The Triple Helix of University-Industry-Government. Implications for Policy and Evaluation. Working Paper 2002-11 Sister. Stockholm

1.5 La Tercera Misión

La Universidad es uno de los centros de producción y difusión de conocimiento más importantes en la sociedad; desde su creación ha mantenido una serie de principios que las ha llevado a relacionarse con su entorno de muy distintas maneras. A lo largo de la historia han existido diversos enfoques acerca del rol que juega este actor dentro de la sociedad. La universidad como institución nació en la edad media evolucionando desde el modelo de las corporaciones artesanales como un logro del largo proceso de reorganización social y cultural de la Europa de dicha época, una vez que finalizó el ciclo de las invasiones bárbaras (Ávila, 1997). En la época medieval se concebía a la Universidad como una corporación libres e integrada en el sistema de la cristiandad, las universidades no eran solamente centros del saber, también tomaban partido en las discusiones, sobre todo políticas, de la época.

Así, a lo largo del tiempo surgieron nuevas formas de organización y concepción de ésta Institución, desde la Universidad Napoleónica, el modelo de Universidad Alemán, el modelo Francés y más tarde el modelo Norteamericano. Las diferencias se han situado no sólo en la

estructura organizacional, sino en la manera que se concibe el propio quehacer científico. En algunos casos, se ha considerado a la Universidad sólo como un centro de formación de profesionales que den respuesta a los diversos problemas de la sociedad y el mundo natural, ésta misión ha sido ampliamente aceptada desde el inicio de la actividad universitaria. La educación y la formación de profesionales ha implicado una estrecha relación con el proceso de investigación; esto ha sido generalmente bien aceptado por la comunidad en tanto que sigue a la par con el proceso de formación de recursos humanos, comúnmente se ha denominado a esto la “segunda misión” de la Universidad.

La Universidad ha sido un agente activo participe de la construcción social, política, económica, científica y cultural del mundo, el conocimiento siempre ha sido el factor clave dentro de esta institución, lo que ha cambiado en el mundo es el potencial de desarrollo de ciertos tipos de conocimiento, sobre todo aquel que puede transformarse en una innovación. Como se ha argumentado ya, el conocimiento es uno de los factores más importantes de desarrollo de una sociedad, en tanto que le brinda oportunidades de mejorar y obtener nuevos procesos y productos. El conocimiento siempre ha existido, lo que se ha modificado son los patrones de producción, difusión, apropiabilidad, y valorización de este. Al ser la Universidad uno de los centros más importantes de creación del conocimiento entra una nueva etapa de discusión en torno al papel que desempeña en la sociedad. De esta manera la propuesta de una tercera misión para la Universidad ha causado revuelo entre sus integrantes, posiciones en contra y posiciones a favor han permeado el ambiente; tiempo atrás se discutió la diferencia entre ciencia básica y ciencia aplicada. En términos someros la primera de ellas se preocupa por conocer cómo funcionan las cosas; mientras que la ciencia aplicada está dirigida a obtener resultados científicos con aplicaciones prácticas que mejoren la calidad de vida. La distinción es clara, sin embargo la línea que las separa puede ser casi invisible; para algunos investigadores no se puede hacer ciencia aplicada sin ciencia básica y viceversa.

El problema no está en la definición de una y de otra sino en el propósito que persiguen, la motivación puede ser por el hecho mismo de investigar, o bien puede ser por resolver un problema específico; la segunda parte del conflicto se encuentra en quién es el que se apropia de la investigación, quién la financia y a quién le dará beneficios, a la sociedad en general o a aquel que haya pagado por el desarrollo de ese conocimiento. Este es un tema que se encuentra en el centro del debate y que se relaciona directamente con la llamada “tercera misión” de la Universidad.

Existen aportaciones importantes en torno al tema, como las de Martin y Etzkowitz 2000, Clark 1998, Gibbons et al. 1997, Slaughter y Leslie 1997 y Ziman 1994. Así, se han configurado tres ejes de lo que puede ser considerada como la tercera misión de la Universidad:

- La extensión de sus actividades y el desarrollo económico y social de su comunidad o entorno de referencia, es decir, más allá de la misión de la enseñanza e investigación científica.
- La transferencia del conocimiento para que, en colaboración con los otros agentes del sistema de ciencia y tecnología (empresas e instituciones públicas) además de la sociedad, pueda concretarse en innovación para el crecimiento y desarrollo sostenible de su entorno económico. La Universidad como un espacio y agente de innovación.
- La función de emprendimiento, basada en dicha transferencia de conocimiento técnico y científico a la sociedad, como creadora de valor, riqueza y empleo a través de la comercialización tecnológica y la creación de *spin-offs*, entre otras acciones generadoras de nuevas relaciones entre estos agentes, a la vez que provean de ingresos adicionales para el presupuesto universitario.

Estos ejes de la llamada tercera misión implican una forma diferente de organización del proceso de I&D, la directriz del proceso depende de las redes de colaboración que se construyan además del diseño de nuevos espacios de transferencia y creación de conocimiento, orientados a la innovación en cualquiera de sus categorías o dimensiones, la propuesta de la tercera misión va de la mano del modelo de la triple hélice, ya que parte de la aceptación de facto del nuevo rol de la Universidad en el proceso económico, científico y tecnológico.

1.6 Conclusiones

Este primer capítulo es una introducción al tema de la vinculación Universidad- Empresa; el objetivo ha sido fundamentar la importancia en la actualidad de la generación de éste tipo de vínculos y en qué consisten. La vinculación es relevante en el contexto del proceso de innovación, dado que, cuando no se cuenta con las capacidades y los recursos necesarios para desarrollarlos por la empresa, es necesario recurrir a las universidades que son grandes productoras de conocimiento. Si esta relación no fluye más o menos de manera natural, o bien no existe el conocimiento y la iniciativa para llevarla a cabo, es importante el papel del Gobierno como promotor de esto.

El proceso de innovación es un acto dinámico que necesita de la actuación de varios actores para que finalmente sea benéfico para la sociedad en general; por eso es que estudiar las interacciones que puedan surgir entre éstos tiene especial importancia.

La vinculación Universidad – Empresa suele estudiarse desde el enfoque de la Triple Hélice ya que brinda una serie de herramientas para comprender, definir y establecer patrones de comportamiento entre la Universidad, la Empresa o Industria y el Gobierno. Al ser una de las metodologías más usadas es importante revisar sus planteamientos y exponer algunos de los puntos básicos y tópicos que en la actualidad se encuentran en el centro de la discusión.

El enfoque de este trabajo se sitúa en un nivel anterior al proceso en sí mismo de vinculación; los marcos de referencia que nos brinda la Triple Hélice ajusta bien sobre todo en países desarrollados, sin embargo, en países como México es fundamental investigar alrededor de los casos exitosos y hasta ahora contados, qué factores son los que han desempeñado un papel importante para que se logre la colaboración. La relación en un círculo virtuoso tal y como lo establece la Triple Hélice en muchos casos no se logra establecer en nuestro país.

Entonces, nos preguntamos ¿cuáles son los incentivos que alientan a los casos excepcionales?, ¿cuáles son las motivaciones de los agentes que interactúan y que deciden colaborar?

El marco desde el cual se partirá en esta tesis es el de la cooperación a diferencia de lo habitual que es la vinculación, ya que se considera a la cooperación como un cuerpo teórico capaz de explicar ciertas reglas y planteamiento de objetivos comunes; además de retomar la teoría de incentivos, fundamental para tratar el tema de motivaciones en agentes y organizaciones.

Capítulo 2 La Teoría de los Incentivos y el Problema de la Cooperación

Los procesos de vinculación entre la Universidad y la Empresa han sido estudiados desde muy distintas perspectivas. En la literatura existente, hay aportaciones que explican cuáles son las formas en las que éste proceso sucede, así se puede categorizar una serie de interacciones que van desde los licenciamientos por parte de las Universidades, las incubadoras, la movilidad de personal e investigadores, entre algunos otros. De manera que, la vinculación es vista como un proceso que genera redes de cooperación en diferentes niveles de los procesos de investigación. Por otro lado, existen una serie de aportaciones teóricas que discuten cómo es esta nueva forma de producción del conocimiento⁴ y cuál es el papel que puede jugar los actores involucrados en este proceso⁵. Indiscutiblemente éstas concepciones brindan un marco de reflexión a manera general de la nueva producción de conocimiento, sin embargo, es necesario explorar aún más a profundidad y no sólo categorizar las interacciones o bien definir el papel de los actores. El análisis debe complementarse con una búsqueda del tipo de reglas formales e informales que motivan a la cooperación. Y dado el caso, si la cooperación existe ya, cuáles fueron los motivos que la generaron. Hasta ahora los estudios sobre la colaboración universidad-empresa se han enfocado primordialmente a la exploración de tres importantes temas:

- i) La transferencia de conocimientos por medio de patentes, licenciamientos, formación de Start-ups y movilidad de recursos humanos Amalya (2004); Bozeman and Corley (2004); Corolleur *et al* (2004); Araundel and Geuma (2004); D'Este and Patel (2007).
- ii) La variedad de las colaboraciones universidad-empresa, por ejemplo, investigación básica en universidades apoyada por empresas; apoyo de a la formación de estudiantes, servicios de consultaría por parte de las empresas, asociaciones universidad-empresa para la creación de Start-ups; intercambio de investigadores Mowery and Sampat (2005); Cohen, et al (2002); Nacional Academies (1999); LERU (2006).

⁴ En este tema es ampliamente conocido el libro de Michael Gibbons et al. *La nueva producción del conocimiento. La dinámica de la ciencia y las investigaciones en las sociedades contemporáneas*. Ed. Pomares-Corredor S.A. Barcelona 1997 en donde se desarrolla ampliamente el Modo 1 y Modo 2 situando en el centro de la discusión el contexto transdisciplinar de la ciencia moderna y la heterogeneidad que se requiere en esta nueva forma de producirlo, lo que necesariamente implica la generación de redes entre diferentes instituciones.

⁵ Las aportaciones de Etzkowitz y Leydesdorff en torno a la llamada "Triple Hélice" son muy importantes en este sentido, ya que brindan un espectro de opciones posibles de interfaces entre las Universidades, las Empresas y el Estado como formas virtuosas de producción del conocimiento.

iii) Otros tema de especial relevancia es el diseño y la implementación de políticas orientadas a la promoción de la colaboración entre la universidad y la industria.

Sin embargo, un tema que ha recibido muy poca atención, tanto por parte de los académicos como de los “policy-makers”, es el del sistema de incentivos y penalizaciones internos y externos que orientan la conducta colaboracionista de los agentes pertenecientes a las universidades y las empresas. En efecto, no se cuenta con suficientes estudios sobre los factores subyacentes a los sistemas de incentivos individuales, organizacionales e institucionales que podrían estar actuando como promotores o inhibidores en el establecimiento de lazos de colaboración entre la universidad y la industria.

Así, toma relevancia el estudio de los procesos cooperativos *per se*, pero más importante aún es la búsqueda de aquellos incentivos que impulsan el acto cooperativo entre la Universidad y la Empresa. Finalmente, esto es relevante en la medida que se busque favorecer la cooperación en sectores del país que por su importancia requieran de una serie de reglas claras que alienten el proceso.

Esta investigación indaga en torno a los incentivos –entendidos como motivaciones- que influyen en los procesos de cooperación entre la Universidad y la Empresa en el área de Biotecnología en México. De manera que en este segundo capítulo se hace una exploración acerca de que son los incentivos, qué tipo de incentivos existen y qué relación existe con los procesos de cooperación entre éstas Instituciones. Así pues, es necesario definir dos tópicos fundamentales: Incentivos y Cooperación.

2.1 Teoría de los Incentivos

Las motivaciones o incentivos es un tema que ha sido ampliamente estudiado desde distintas perspectivas científicas; las motivaciones cambian de acuerdo a la organización y al ambiente en el que nos encontremos. Son distintos los incentivos en una empresa y en una universidad. En una empresa el salario es un incentivo y un factor de permanencia. Pero en una universidad la motivación aparece como una mezcla de distintos factores remunerados y no remunerados ya que las recompensas, en ocasiones no son fácilmente identificables (Pearce, 1983). De acuerdo a la organización que se analice, se debe tener en cuenta que no son los mismos tipos de motivos los que llevan a incorporarse o a mantener cierto tipo de desempeño dentro de una organización (Winniford, Carpenter & Stanley, 1995). Además las motivaciones e

incentivos de los agentes cambian a lo largo del tiempo y con la edad (Schram, 1985). Todos estos elementos hacen que el análisis de los incentivos sea un tema complicado de explorar por su mezcla de distintos factores.

La motivación puede ser definida como el proceso por el cual una necesidad insatisfecha mueve a una persona en una cierta dirección para lograr un objetivo que satisface dicha necesidad. Es un impulso que inicia, guía y mantiene el comportamiento, hasta alcanzar la meta u objetivo deseado. Así, de acuerdo a las anteriores definiciones, se distinguen tres elementos en la motivación: en el interior un deseo o necesidad; en el exterior una meta u objetivo que debe ser logrado y una estrategia para lograr el objetivo.

De manera general, el comportamiento de los seres humanos obedece a sus motivaciones, es decir, estas actúan como causa del comportamiento. La motivación es un concepto muy discutido, ya que sucede en el interior de la persona, por lo que no es observable, lo que sí es posible observar es la conducta que se desencadena.

Los incentivos son motivaciones que dirigen el comportamiento de los agentes y de las instituciones. Un incentivo es un estímulo, una recompensa que ofrece un tercero para conducir las acciones de otro. Esto, mediante un sistema de penalización o sanciones, que serían el peligro de ser ineficaz, ofreciendo recompensas por un comportamiento deseado (Smith, 2004). Así, se puede pensar en un sistema de incentivos o castigos ante la búsqueda de ciertos comportamientos a nivel individual o colectivo. De esta manera, los incentivos pueden ser una alternativa eficaz para la gestión de conflictos o para la promoción de ciertas actividades.

Una serie de estímulos adecuados puede ser la manera eficiente de generar cooperación. El término incentivo se utiliza como fuerza propulsora de un medio para alcanzar un fin. Un incentivo aumenta la actividad en la dirección de dicho fin.

Los agentes y las Instituciones tienen muchos estímulos y es necesario reconocer la parte que desempeña cada uno de ellos, para entender su conducta. Los estudios sobre estímulos y motivaciones se han centrado en estudiar al individuo con respecto a la condición psicológica cambiante y una multitud de experiencias previas. Así, el comportamiento se ve influido por los factores externos e internos; los impulsos o motivos varían en intensidad no solo de un individuo a otro, sino también dentro del mismo individuo en diferentes ocasiones.

Existen incentivos naturales que subyacen a los individuos, son un tipo de estímulos psicológicos o sociales que no se imponen por el ambiente o por un agente externo; mientras que hay otro tipo de incentivos que deliberadamente buscan actuar de manera que se logre un fin determinado.

En los estudios donde se examinan los motivos o incentivos para la cooperación, se distinguen los siguientes; acceso al *expertise* desarrollado por alguna de las dos partes, acceso al equipo o recursos, alentar el trabajo entre disciplinas, para aumentar sus fondos, para obtener prestigio y visibilidad, para aprender y desarrollar conocimiento tácito acerca de alguna técnica, para aumentar el *pool* de conocimiento y resolver problemas complejos, buscando el aumento de la productividad (empresa), incrementar la especialización de la ciencia, para completar la educación de los estudiantes (universidad) o bien por simple placer (Bozeman, 2004).

2.1.1 Taxonomías y criterios de determinación de Incentivos

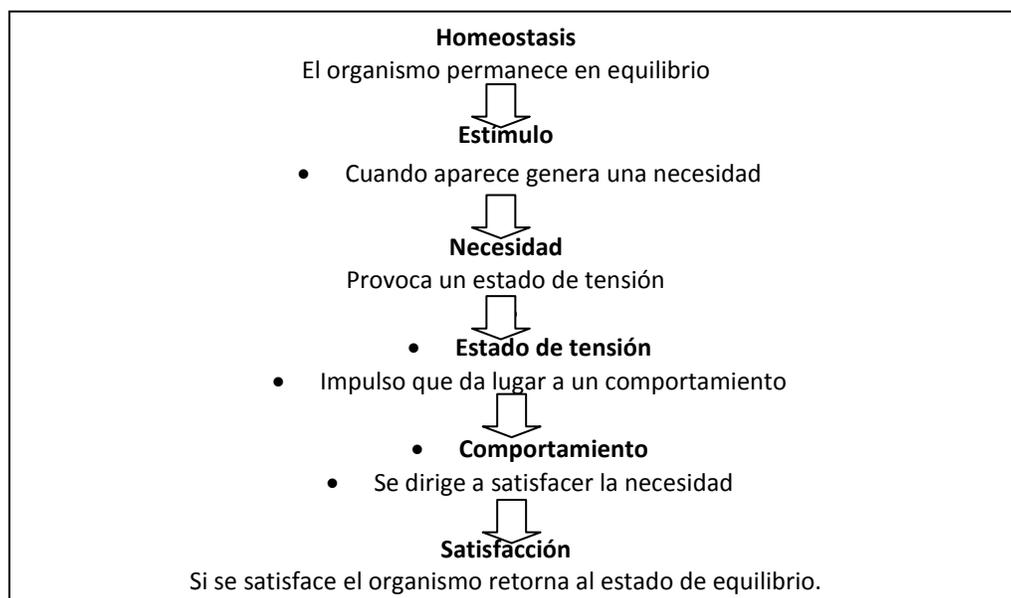
Existen una serie de taxonomías en relación con las motivaciones o incentivos; generalmente se basan en criterios diferentes, de acuerdo al área que se pretende estudiar, pero en términos generales se distinguen los siguientes:

- Motivos Fisiológicos o primarios: Son motivos no aprendidos que responden a necesidades y desequilibrios que se producen en el organismo (por ejemplo, hambre, sed, etc.) básicamente tratan de recuperar el equilibrio perdido en el organismo (Homeostasis).
- Motivos generales no aprendidos: No responden directamente a necesidades fisiológicas, aunque si son mecanismos de supervivencia y adaptación al medio (por ejemplo: curiosidad, manipulación, exploración, etc.).
- Motivos sociales: Son motivos aprendidos como la necesidad de poder, prestigio, status, etc.

Otro criterio para determinar las motivaciones versa alrededor de los factores que determinan la conducta del sujeto (Pérez, 1979):

- Motivación Intrínseca: El sujeto se mueve por las consecuencias que espera se produzcan en él.
- Motivación Extrínseca: El sujeto se mueve por las consecuencias que espera alcanzar
- Motivación Trascendente: El sujeto se mueve por las consecuencias que espera que produzca su acción en otro u otros sujetos presentes en el entorno.

Si la motivación es vista como un proceso se puede distinguir la siguiente secuencia:



Para los fines de esta tesis, se toma en cuenta la siguiente clasificación general:

1. Pecuniarios y no pecuniarios (Este, 2007). Se distinguen aquí incentivos de tipo económico que pueden ser vistos como “premios” o “recompensas” dentro de una organización de manera que al alcanzar ciertos objetivos, los agentes o grupos adquieren una remuneración monetaria. Los no pecuniarios incluyen reconocimiento de tipo “simbólico” o de “prestigio y reputación”.
2. Competitivos y cooperativo. La competencia y la cooperación puede considerar como incentivos, la primera requiere que cada individuo realice un mejor trabajo que el de a lado; mientras que la segunda requiere que las personas contribuyan con esfuerzos iguales y máximos hacia la obtención de una meta común.
3. Normativos, racionales y afiliativos (Puffer, 1992). Los primeros se basan en los sentimientos de altruismo, como el deseo de ayudar a los otros o a la organización sin tomar en cuenta los beneficios personales que se puedan obtener. El segundo caso se refiere a aquellos motivos que se basan en la búsqueda del interés individual tal como la promoción profesional y existen recompensas materiales. Finalmente los afiliativos reflejan el deseo de identificarse con un grupo y formar vínculos afectivos con otros.

4. Relajación de penas, Condicionantes, Incentivos Políticos y de seguridad e Inclusivos (Smit: 2004). Los primeros se refieren a la eliminación de las sanciones existentes, como los embargos, la prohibición de ciertas inversiones o altos aranceles, para obtener cambios políticos o económicos específicos. Los condicionantes son otro tipo de incentivo que se utiliza para mejorar la situación económica del beneficiario. Esto puede incluir asistencia financiera, el acceso a la tecnología, préstamos, inversiones o iniciativas, a cambio de determinadas concesiones; Un tercer tipo de incentivo es de tipo político o de cooperación en materia de seguridad. Se trata de reuniones entre los líderes políticos o militares y de la aplicación de la ley de intercambios, lo que puede reforzar la legitimidad del gobierno receptor, y finalmente los inclusivos que se refieren básicamente a permitir la entrada a ciertos grupos u organizaciones.

2.1.2 Modelos Motivacionales

Existen diversas aportaciones en torno a las motivaciones a nivel agente y organización. La siguiente clasificación se retoma de Pinillos (1980) para entender el contexto general del tema, desde la perspectiva psicológica:

a) Las llamadas teorías Homeostáticas plantean que la raíz de la conducta motivada es algún tipo de desequilibrio fisiológico. Así. La homeostasis es un mecanismo que logra mantener el equilibrio del organismo, cada vez que surge una alteración el organismo regula y equilibra la situación.

Dentro de este tipo de teorías destacan:

- Teoría de la reducción del impulso; en donde la raíz de la conducta motivada emerge de algún tipo de desequilibrio que perturba la estabilidad del medio interior del sujeto. Este desequilibrio provoca una exigencia de reequilibrio que no cesa hasta que la carencia o el exceso, ha sido eliminado y substituido por otro.
- Teoría de la motivación por emociones en donde las emociones cumplen una función biológica, preparando al individuo para su defensa a través de importantes cambios en la fisiología del organismo, desencadenando los comportamientos adecuados que sirven para restablecer el equilibrio.

- Teoría psicoanalítica de la motivación; este es un modelo de tensión-reducción que implica que la meta principal de todo individuo es la obtención del placer por medio de la reducción o extinción de la tensión que producen las necesidades corporales innatas.

b) La segunda corriente es conocida como la “teoría del incentivo”. Como se ha mencionado ya, un incentivo es un elemento importante en el comportamiento motivado. Este consiste en premiar y reforzar la conducta mediante una recompensa, aquí son muy importantes los estímulos externos ya que poseen un alto valor motivacional, optimizan el placer y reducen el dolor. Los incentivos más comunes son el dinero, el reconocimiento social, la alabanza, el aplauso, etc. Estas teorías explican el valor motivador de los incentivos independientemente de su valor homeostático para reducir una necesidad fisiológica o un impulso.

c) Las llamadas teorías cognoscitivas se basan en la forma en que el individuo percibe o representa una situación que tiene ante sí. Los determinantes que juegan un papel relevante es la conducta motivada, la percepción de la fuerza de las necesidades psicológicas, las expectativas sobre la consecución de una meta, y el grado en el que se valora un resultado concreto. Dentro de este tipo de teorías destacan las:

- Teoría de la disonancia cognoscitiva (Festinger, 1957). Un concepto disonante, psicológicamente hablando, es aquel que resulta incompatible con otro, de tal forma que la aceptación de uno implica el rechazo del otro, o lo que es más frecuente lleva a un intento de justificar una eventual reconciliación de ambos. Bajo estas circunstancias se origina frecuentemente una falta de armonía entre lo que uno hace y lo que uno cree, y por tanto existe una presión para cambiar ya sea la propia conducta o la creencia.
- Teorías de esperanza valor; donde el individuo asigna valor o utilidad a posibles incentivos, y toma su decisión de acuerdo con el riesgo supuesto, estando dispuesto a asumir mayor riesgo por algo que valora.
- Teorías de las expectativas; aquí se hace referencia a una serie de determinantes mentales que operan como estructuras orientadoras de la acción. El sujeto anticipa los acontecimientos por procesos de pensamiento y la expectativa de alcanzar la meta. Lo que permite predecir las posibilidades de que suceda cierto acontecimiento (Reeve, 1996).

d) Las llamadas Teorías Humanistas se sitúan alrededor de descripciones e interpretaciones de los motivos humanos, vinculadas a diferentes supuestos filosóficos, existencialistas, etc.

2.1.3 Propuestas sociológicas relevantes sobre las motivaciones

A. Teoría del factor dual de Herzberg (Herzberg, Mausner y Snyderman, 1967)

Esta teoría se basa en una serie de investigaciones centradas en el campo laboral; el mecanismo de análisis fue a través de una encuesta que buscaba definir qué factores intervenían en los trabajadores cuándo estos declaraban sentirse cómodos con su trabajo y viceversa. Así, se observó que cuando un trabajador expresaba conformidad y satisfacción en su trabajo, esto se atribuía a ellos mismos (sentimiento individual), se hablaba de características o factores intrínsecos como: los logros, el reconocimiento, el trabajo mismo, la responsabilidad, los ascensos, etc. Mientras que cuando declaraban insatisfacción esta se relacionaba con una serie de factores externos tales como las condiciones de trabajo, la política de la organización, las relaciones personales, etc. La conclusión es esta investigación fue que existe una diferencia entre los factores que motivan y los que desmotivan a un trabajador en su área de desenvolvimiento laboral. Se caracterizaron los factores en dos grandes grupos:

- Los factores Higiénicos que son factores externos a la tarea, su satisfacción elimina la insatisfacción, pero no garantiza una motivación que se traduzca en esfuerzo y energía hacia el logro de resultados. Pero si no se encuentran satisfechos provocan insatisfacción.
- Los factores motivadores que hacen referencia al trabajo en sí y son aquellos cuya presencia o ausencia determina el hecho de que los individuos se sientan o no motivados.

Esquema 1. Factores Higiénicos y Motivadores

Factores Higiénicos	Factores motivadores
Factores económicos: Sueldos, salarios, prestaciones Condiciones físicas del trabajo: Iluminación y temperatura adecuadas, entorno físico seguro. Seguridad: Privilegios de antigüedad, procedimientos sobre quejas, reglas de trabajo justas, políticas y procedimientos de la organización. Factores Sociales: Oportunidades para relacionarse con los demás compañeros. Status: Títulos de los puestos, oficinas propias, privilegios. Control técnico.	Tareas estimulantes: Posibilidad de manifestar la propia personalidad y de desarrollarse plenamente. Sentimiento de autorrealización: Certeza de contribuir en la realización de algo de valor. Reconocimiento de una labor bien hecha: La confirmación de que se ha realizado un trabajo importante. Logro o cumplimiento: La oportunidad de realizar cosas interesantes. Mayor responsabilidad: El logro de nuevas tareas y labores que amplíen el puesto y brinden un mayor control del mismo.

Tomado de Keith Davis, "Human Behavior of Work: Human Relations and Organizational Behavior", New York, McGraw Hill, 1979

B. Teoría de la jerarquía de necesidades

Maslow (1954) identificó cinco niveles de necesidades, los estructuró jerárquicamente donde las necesidades básicas se encuentran en la parte inferior de la pirámide y las superiores o racionales arriba (Fisiológicas, seguridad, sociales, estima, autorrealización). Estas categorías de relaciones se sitúan de forma jerárquica, de tal modo que una de las necesidades sólo se activa después que el nivel inferior está satisfecho. Únicamente cuando la persona logra satisfacer las necesidades inferiores, entran gradualmente las necesidades superiores, y con esto la motivación para poder satisfacerlas.

Esquema 2. Jerarquía de las Necesidades

Estima	Reconocimiento, responsabilidad, sentimiento de cumplimiento, prestigio.
Sociales	Compañerismo, aceptación, pertenencia, trabajo en equipo.
Seguridad	Seguridad, estabilidad, evitar los daños físicos, evitar los riesgos.
Fisiológicas	Alimento, vestido, confort, instinto de conservación.

C. Teoría del Logro-Poder y Afiliación

En esta propuesta se establecen tres tipos de incentivos o motivaciones:

- “Logro” es aquel impulso de sobresalir, de tener éxito; este lleva a los individuos a imponerse a ellos mismos metas elevadas que alcanzar. Estas personas tienen una gran necesidad de desarrollar actividades, pero muy poca de afiliarse o relacionarse con otras personas. Las personas movidas por este motivo tienen deseo de la excelencia, apuestan por el trabajo bien realizado, aceptan responsabilidades y necesitan retroalimentación constante sobre su actuación
- “Poder” es todo lo referente a la necesidad de influir y controlar a otras personas y grupos, y obtener reconocimiento por parte de ellas. Los agentes localizados en esta categoría desean adquirir progresivamente prestigio y status.
- La tercera categoría es definida como de “Afiliación” y expresa el deseo de tener relaciones interpersonales amistosas y cercanas, formar parte de un grupo, etc., los agentes identificados en esta área se reconocen por ser habitualmente populares, el

contacto con los demás, no se sienten cómodos con el trabajo individual y le agrada trabajar en grupo y ayudar a otra gente.

D. Teoría de las Expectativas.

Esta teoría sostiene que los agentes individuales tienen creencias y mantienen esperanzas y expectativas respecto a los sucesos futuros de sus vidas; de manera que su conducta es resultado de elecciones entre alternativas y estas elecciones están basadas en creencias y actitudes. Lo que buscan en sus elecciones es maximizar las recompensas y minimizar las pérdidas (Pinder, 1985). De manera que las personas altamente motivadas son aquellas que perciben ciertas metas e incentivos como valiosos para ellos y, a la vez, reconocen subjetivamente que la probabilidad de alcanzarlos es alta. Para poder reconocer esto, es necesario analizar el ambiente de manera que se conozcan los objetivos de la organización a la que se pertenece y las expectativas de lo que se puede lograr. Las proposiciones básicas de este enfoque son las siguientes (Galbraith, 1977):

- Todo esfuerzo humano se realiza con la expectativa de tener cierto nivel de éxito
- El agente confía en que si se consigue el rendimiento esperado obtenga ciertos beneficios. La expectativa de que el logro de los objetivos vaya seguida de consecuencias deseadas se denomina *instrumentalidad*
- Cada resultado obtenido tiene para el sujeto un valor determinado que se denomina *valencia*.
- La motivación del agente para realizar una acción es mayor cuanto mayor sea el producto de las expectativas, por la instrumentalidad y la valencia
- La relación entre el esfuerzo y el rendimiento depende de dos factores, de las habilidades del agente y de su percepción del puesto
- Cada uno de los agentes tiene una cierta idea del nivel de rendimiento que es capaz de alcanzar en la tarea asignada y los agentes esperan que quienes realicen los mejores trabajos obtengan las mejores recompensas.

De manera que la relación entre el valor de la recompensa y la expectativa de lograr sus objetivos es lo que se llama como fuerza de la motivación del agente. En este esquema es necesario que las personas estén convencidas que las recompensas que reciben son justas y que existe algún mecanismo de castigo para aquellos agentes que no tengan un desempeño similar.

Esquema 3. Relación entre recompensa y expectativa

INCENTIVO	DEFINICIÓN	CONSECUENCIAS
Normas	Normas que regulan la conducta de los miembros de la organización	Contribuyen a que se cumpla estrictamente con la tarea
Incentivos Generales	Sueldos y Salarios	Son aliciente para la incorporación y permanencia
Incentivos individuales y de grupo		Fomentar el esfuerzo por encima del mínimo.
Liderazgo	“Iniciación a la estructura” (orientar	Puede influir en la permanencia

	definir y organizar el trabajo). "Consideración" (Apreciar el trabajo, relaciones personales, etc.)	en la organización
Aceptación del grupo	Se deben tener en cuenta: La cohesión. Coincidencia con las normas del grupo. Valoración del grupo	Influye en el cumplimiento estricto, en el esfuerzo por encima del mínimo
Implicación en la tarea e identificación con los objetivos	Implicación: Identificación con el trabajo. Identificación: Grado en que la persona a interiorizado los objetivos de la organización.	Influye en la permanencia, esfuerzo por encima del mínimo

E. Teoría de Fijación de Metas

En este enfoque se plantea que la intención de alcanzar una meta es el principal incentivo para los agentes dentro de una organización. Se define una meta como aquello que una persona se esfuerza por lograr (Locke, 1985). Consideran que las metas son lo más importante en cualquier actividad, ya que motivan y guían la actuación del agente e impulsan a dar el mejor rendimiento. Las metas pueden tener varias funciones (Locke y Latham, 1985)

- Centran la atención y la acción estando más atentos a la tarea
- Movilizan la energía y el esfuerzo
- Aumentan la persistencia
- Ayuda a la elaboración de estrategias

La fijación de metas debe ser en torno a metas específicas, difíciles y desafiantes, pero posibles de lograr para que sean eficientes en el desempeño del agente. Un elemento extra que debe considerarse es la retroalimentación para poder potenciar al máximo los logros (Becker, 1978).

F. Teoría de la Equidad

En esta propuesta Stancey y Adams hablan de un proceso en el cuál los agentes comparan sus recompensas y el producto de su trabajo con los demás. De esta manera realizan una evaluación acerca de si son justas, reaccionando con el fin de eliminar cualquier injusticia. En caso de que exista un estado de inequidad que se considera injusto, se busca la equidad; mientras que si el individuo evalúa que está recibiendo lo mismo que los demás se alcanza un grado de satisfacción y motivación tal que se mantiene la actividad que se desempeña; en caso contrario surge la desmotivación o incentivos negativos para mantenerse en la organización o bien para remolonear.

2.1.4 Estructuras de la motivación y los incentivos

Uno de los temas que se suele analizar junto con los distintos tipos de incentivos que existen, es lo referente a cómo integrar equipos de trabajo para realizar una meta común en caso de que se hable sobre trabajo organizacional o institucional. La pregunta que guía estas propuestas versa en torno a qué factores pueden influir como estructura de incentivos, se trata de que la tarea en sí produzca más motivación. Existen una serie de factores que se consideran importantes (Scheier, 1985):

- El equipamiento o infraestructura del lugar de trabajo. En ciertas ocasiones un incentivo importante es el material facilitado para desarrollar las actividades programadas. Por ejemplo, un laboratorio que cuenta con el material y equipo necesario para llevar a cabo cierto tipo de investigación puede ser un atractor para estudiantes e investigadores interesados en temas que requieran de equipamiento especializado.
- La arquitectura del trabajo; es necesario plantear un esquema en dónde quede claro cómo es que se pueden realizar las tareas que se plantean y cuál es el objetivo final. Esto implicará tener cierta variedad y abre la oportunidad de poder realizar trabajos complementarios más motivadores que la tarea principal. Cuando los objetivos son a largo plazo se deben tener previstas la consecución de objetivos parciales que puedan dar la sensación de que se avanza progresivamente al objetivo, además de información constante y permanente sobre la calidad del trabajo realizado y sobre la consecución de los objetivos parciales.
- Las recompensas y el adecuado reconocimiento también son un importante elemento motivador, el sistema de incentivos debe establecerse de manera equitativa y concreta.
- La retroalimentación sobre el trabajo desarrollado es un factor que debe tomarse en cuenta ya que se configura como otro elemento motivador.

Esquema 4. Factores de la motivación

Factores que favorecen la motivación	Factores que dificultan la motivación
Clara comprensión y conocimiento del trabajo a desarrollar. Proporcionar recompensas y alabanzas. Facilitar tareas que incrementan el desafío, la responsabilidad y la libertad. Animar y favorecer la creatividad. Involucrar a los voluntarios en la solución de los	Fuerte crítica hacia el trabajo. Escasa definición del trabajo a desarrollar y de sus objetivos. Supervisión de las tareas no adecuada. No dar respuesta sincera a las cuestiones planteadas.

problemas.	Adoptar decisiones unilaterales.
Ayudar al desarrollo de habilidades personales.	No estar dispuesto a aceptar nuevas ideas.
Indicar como el trabajo de los voluntarios contribuye al logro de los objetivos de la organización.	Ocultar la verdad.
Mediar en los conflictos que dificultan el desarrollo del trabajo.	No dar elogios por el trabajo bien realizado.
Tener los medios adecuados para desarrollar las tareas eficazmente.	Asignar trabajos aburridos o tediosos.
	Falta explícita de reconocimientos.
	Ausencia de comunicación entre los diferentes niveles.
	Sentimiento de no formar parte del equipo..

Adaptado de Oldham, G: "The motivational strategies used by supervisors: Relationships to effectiveness indicators". *Organizational Behaviour and Human Performance*, nº 15, 1976

2.1.5 Niveles de Incentivos

Los incentivos pueden ser definidos también de acuerdo al nivel de cobertura que puedan tener, tomando en cuenta a quien están dirigidos. Dependiendo de esto, será el tipo de incentivo que se maneje. Por ejemplo, un plan de recompensas al salario es un estímulo individual, mientras que la política de subsidios es un estímulo institucional (Fölster, 1993).

1. Agente
2. Institución

El análisis de los diferentes tipos de incentivos puede llevarse a cabo de acuerdo a distintas metodologías, desde la microeconomía existen dos alternativas (Requate, 2005): la primera consiste en usar los llamados "modelos de equilibrio cuasidinámicos" que permiten seguir una secuencia de las decisiones adoptadas por el regulador o por el sector innovador a partir de que alguno de los agentes adopta una nueva tecnología o bien, desde la organización industrial usando la teoría de juegos con el fin de analizar el comportamiento estratégico en equilibrio. Desde una visión macroeconómica, se puede combinar parte de la teoría del crecimiento endógeno y todo lo referente a las decisiones de política.

Es difícil tener una definición clara de que son los incentivos y sobre todo una clasificación que podamos usar para esta investigación. Pero de acuerdo a los objetivos planteados, nos centraremos en la idea de incentivos como una serie de motivaciones internas y externas que influyen en el comportamiento de los agentes y de las instituciones para lograr un determinado fin. Así, la investigación indagará en dos grandes grupos de incentivos, los que podemos definir

como intrínsecos, que tienen que ver con la naturaleza de las motivaciones personales de los investigadores universitarios para participar en redes de colaboración con las empresas, retomando la separación entre pecuniarios y no pecuniarios y aquellos que podemos definir momentáneamente como extrínsecos, situándolos en el ámbito de lo institucional que tendrá que ver con los esfuerzos que se hacen desde la propia Universidad, la Empresa y el Gobierno –por ejemplo, con la política de ciencia y tecnología- para alentar la colaboración en actividades de investigación y desarrollo en el área biotecnológica en México.

Los incentivos no pecuniarios tienen una naturaleza especial, ya que se relacionan con una serie de aspectos no cuantificables ligados a valores y normas sociales en los que se desenvuelven los individuos. Este tipo de incentivos se caracterizan por su apreciación subjetiva, ya que no todos valoran cada motivación de la misma manera. Por sus características se vuelve complicado su estudio, ya que en la mayoría de las ocasiones responde a las particularidades del sujeto y su entorno. A pesar de esta serie de inconvenientes se pueden identificar algunos de ellos que serán útiles para esta investigación, ya que nos darán pistas de las motivaciones en los investigadores, cabe la aclaración que hablamos de agentes ya que estos son los componentes de la organización que se estudia (IBT), y será pertinente hacer la diferencia entre los incentivos personales y los de la organización, además de los de la empresa.

2.2 Teoría de la Cooperación

Este apartado busca ubicar y definir ¿qué es la cooperación?, ¿cómo funciona?, ¿para qué sirve? y ¿cómo se explica desde distintas perspectivas teóricas?. En este apartado se retoman algunas de las propuestas teóricas que existen para tratar el tema, cabe destacar que aquí se expondrán a grandes rasgos las características de cada una de ellas, sin embargo, en el caso de estudio sólo se retomará parte de los planteamientos aquí discutidos, ya que existen variables que no se pueden analizar por la carencia de cierta información.

2.2.1 Cooperación y organizaciones

La cooperación es definida aquí como una serie acciones conjuntas que involucra a dos o más agentes u organizaciones para lograr una meta o fin común. La vida económica de manera similar que la vida biológica y la social necesitan diferentes formas de coordinación para mejorar su desempeño y para asegurar su supervivencia, una de ellas es la cooperación.

Una organización implica la creación de una estructura, que determine jerarquías y agrupación de actividades, con el fin de simplificar las mismas y sus funciones dentro del grupo. La organización nació de la necesidad humana de cooperar (Chiavenato, 2002). También es vista como *un sistema de actividades o fuerzas conscientemente coordinadas de dos o más personas* (Barnard, 1938). El sistema pues, al que se le da el nombre de organización está compuesto de las actividades de los seres humanos, lo que convierte esas actividades en un sistema, es que aquí se coordinan los esfuerzos de diferentes personas. Por esta razón sus aspectos significativos no son personales; están determinados por el sistema, ya sea cuanto a la manera, en cuanto al grado, en cuanto al tiempo (Barnard, 1938).

Así, hay agentes que se han visto obligados a cooperar para lograr fines personales, a razón de que existen limitaciones físicas, biológicas, psicológicas y sociales. Las necesidades de los individuos son diferentes y en ocasiones contradictorias, así la cooperación surge ante la necesidad de realizar ciertos procesos para alcanzar fines particulares, que de manera individual serían difíciles o imposibles de alcanzar, dada la limitante de recursos. La supervivencia, tanto a nivel biológico como social, dependerá de una serie de estrategias que los agentes tomen para hacer frente al ambiente cambiante e incierto. Una de las opciones posibles la cooperación.

Las teorías organizacionales basadas en el mercado bajo la tutela de la teoría Neoclásica, hablan de una serie de mecanismos claros de información que se difunde a través de los precios, pero es a partir del trabajo de Ronald Coase en 1937 (Reed, ¿?) que se le da importancia a las fallas de información y las diferencias entre agentes, partiendo del concepto de racionalidad limitada propuesto por Herbert Simon, así para que la cooperación se mantenga deben cumplirse dos condiciones básicas efectividad y eficiencia. La primera tiene que ver con el logro del o los propósitos para el que se coopera, el cuál es de carácter social y no personal, mientras que la eficiencia se relaciona con la satisfacción de los motivos individuales, y es de carácter personal. La prueba de efectividad es alcanzar el propósito común, es medible; la de la eficiencia es la reacción positiva de suficientes individuos con voluntad para cooperar (Barnard, 1938).

Para que la cooperación se mantenga y se fortalezca, es necesario tomar en cuenta dos procesos interrelacionados, primero los que se tienen que ver con el sistema de cooperación como un todo en relación con el medioambiente y los relacionados con la creación y distribución de satisfacción entre los individuos (Barnard, 1938). La finalidad, será pues que la cooperación sea eficiente y efectiva; que se logren los propósitos y se den por satisfechos los motivos que le

dieron origen. Según Barnard, será necesario que los agentes, sean capaces de comunicarse, estén dispuestas a contribuir y tengan un objetivo común. Así, las organizaciones son de acuerdo a Barnard, por su propia naturaleza, sistemas cooperativos y no pueden dejar de serlo: organización como sistema social. Las organizaciones no pueden dejar de tener una "finalidad moral", ha de legitimarse por sus fines, por los servicios que prestan; y esto es así por ser sistemas cooperativo; el núcleo de una organización formal son las "actividades conscientemente coordinadas o fuerzas de dos o más personas. Para Barnard, la organización es más racional que los individuos porque es impersonal o supraindividual. Los líderes inculcan el propósito moral a los miembros de la organización, pero sobretodo han de tomar las decisiones clave, existe un adoctrinamiento: "una función esencial de la dirección consiste en inculcar la creencia en la existencia real de una meta común. Existen contribuciones e incentivos de parte de cada uno de los involucrados.

La teoría de la cooperación ha centrado su atención en el agente empresa; por este motivo es que se ha expuesto el tema de las organizaciones y la cooperación, de manera que se justifique el uso del término "organización" de una manera lo suficientemente amplia para que se pueda hacer uso de los instrumentos analíticos de las teorías de la cooperación para el caso de la relación Universidad- Empresa. Lo importante a partir de la reflexión acerca de las organizaciones y la cooperación, es lo que da origen a este proceso, ya sea entre agentes individuales o colectivos; debe existir pues, una estructura de incentivos *ex ante* que promueva la cooperación mediante distintos mecanismos tanto institucionales como informales. En este caso los incentivos se ven como premios que convierten al proceso en algo atractivo o menos oneroso y deben construirse considerando, tanto aspectos objetivos como subjetivos.

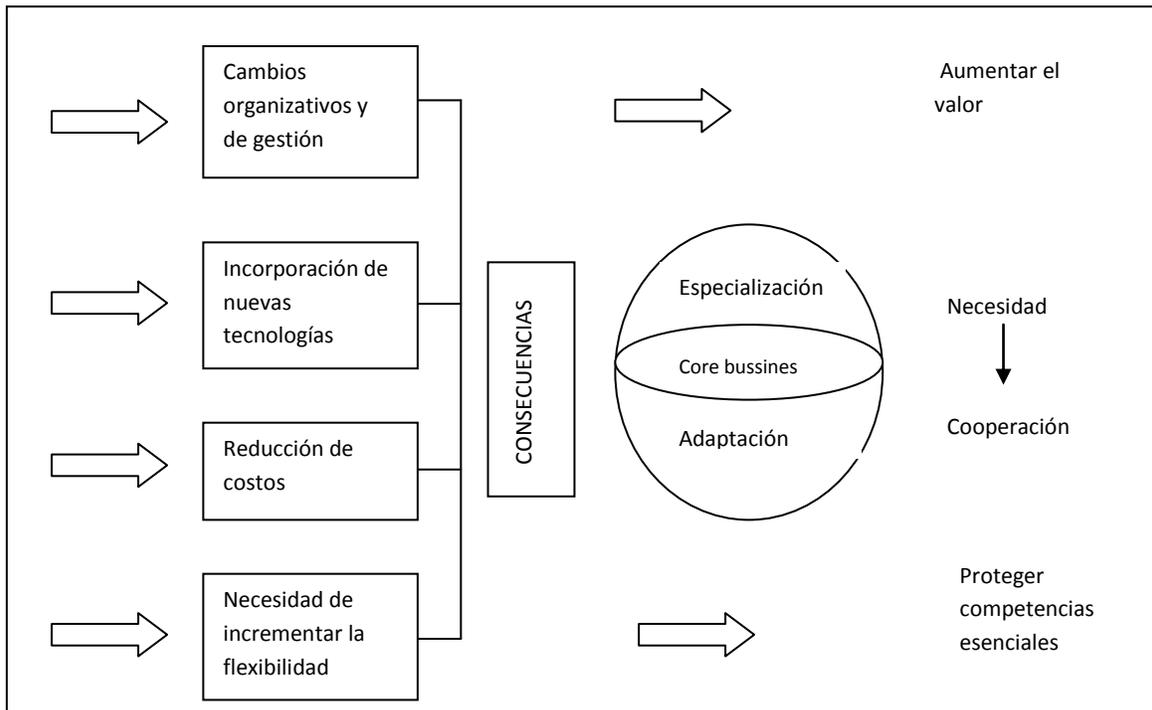
Hasta este momento, se ha argumentado a favor de la cooperación ante ciertos limitantes que enfrentan los agentes o la organización, esto a su vez, genera cierto grado de especialización por la complementariedad de los agentes y por la sinergia que se crea del actuar conjunto de una serie de factores.

La cooperación busca superar los límites individuales y colectivos de los agentes involucrados con la finalidad de alcanzar un fin común, cobra relevancia la comunicación entre las partes y la disposición a cooperar. Estos elementos se vuelven básicos para el logro de la metas particulares y del grupo, cabe mencionar que la actividad directiva en este caso, dedicada a la gestión por parte de las organizaciones involucradas tiene un papel fundamental en la medida en que da lugar a que la cooperación misma se genere y se mantenga al promover los mecanismos de

comunicación adecuados, incentivos convenientes para las partes. Pero es importante indagar qué tanto, sólo dependerá de las habilidades de cada organización o de los agentes o del propio ambiente donde se desarrollen.

La teoría organizacional de la cooperación se basa en el estudio de una serie de estrategias que desarrollan agentes e instituciones, buscando la cooperación entre estos. Dichas estrategias se relacionan con una serie de motivaciones particulares dependiendo del ambiente. La cooperación desde la perspectiva organizacional, es vista como un proceso que puede ser tanto formal como informal. Dentro de la llamada conducta estratégica, se distinguen dos orientaciones: la primera de ellas considera a la cooperación como una opción estratégica cuya finalidad es la de acceder a capacidades y conocimiento que la empresa no posee y la segunda contempla los acuerdos de cooperación como vía para organizar ciertas actividades de la cadena de valor de las empresas en mejores condiciones que otras alternativas bajo determinadas circunstancias (García,1993).

Esquema 5. La cooperación como opción estratégica



Tomado de González (2003)

2.2.2 La cooperación en los Costos de transacción

El enfoque de costos de transacción ve a la firma como un *nodo de contratos*. La firma es un conjunto de contratos de larga duración entre los propietarios de los factores de producción.

Sustituyendo al mercado de productos, por el mercado de factores donde las señales de los precios desempeñan un papel relativamente pequeño o nulo, se sustituye el intercambio de mercado por relaciones jerárquicas. La firma es una alternativa necesaria al mercado, en tanto modo de asignación de los recursos y mecanismo de coordinación de las actividades mercantiles, no elimina al mercado y de hecho surgen costos organizacionales (Coase, 1937). Citando a Williamson, el enfoque contractual intenta responder la siguiente interrogante: “(...) *qué objetivos son alcanzados cuando reemplazamos el intercambio clásico del mercado –en el que el producto es vendido a un precio uniforme a todos sin restricciones por formas de contractualización más complejas (incluidos modos de organización económicos que no son el mercado)*” (Williamson, 1981). Ante lo planteado, la unidad del análisis es la *transacción*; los problemas surgen en la coordinación, resultado de la incertidumbre que implica la transacción y por el oportunismo potencial de los agentes económicos. Para aminorar las dificultades, los agentes, caracterizados de una racionalidad limitada, crean arreglos institucionales así, las transacciones son asignadas de forma discriminada, a las organizaciones que minimizan los costos de transacción (Fransman, 1994). Ante cierto grado de incertidumbre, se demuestra que las combinaciones de ambos parámetros esenciales van a determinar las elecciones de las formas contractuales, (del mercado a la organización) la frecuencia de las transacciones y el grado de especificidad de la inversión necesaria para realizar la oferta. Así, las hipótesis de racionalidad limitada, de oportunismo y de especificidad de los activos son la base sobre la que se funda esta teoría.

Dentro de la teoría de los costos de transacción, situándose en un ambiente de incertidumbre y oportunismo, la cooperación es una opción de coordinación de recursos de manera que la empresa puede acceder a información y disminuir el ambiente incierto (Simon, 1991); por otro lado, la coordinación de la vida económica requiere de tener información precisa para que la empresa tenga coherencia y flexibilidad para responder a los cambios del entorno (Milgrom y Roberts, 1992). La cooperación puede verse también como *un amplio rango de convenios organizacionales observables* (Simon, 1991) de manera que, sin llegar a la integración vertical se puede acceder a la información especializada necesaria con calidad y cantidad requerida. En conclusión, la cooperación es una alternativa de coordinación de recursos. La pregunta, ahora es ¿por qué decide una organización cooperar con otra organización?, la respuesta involucra aspectos diversos tal como la información, la comunicación, el grado de especialización, incertidumbre, los mecanismos de autoridad e incentivos. La cooperación entre empresas aparece como un sistema intermedio de coordinación de en que las relaciones no se basan en la

jerarquía (empresa) ni en contratos puntuales (mercados) sino en reglas internas de funcionamiento, previamente negociadas, que pueden ser tácitas –derivadas de una larga relación- o expresas (Casani,1997). Los acuerdos de cooperación incorporan rasgos propios del mercado porque se realizan entre empresas o instituciones que mantienen su independencia y no se plantean relaciones de subordinación. La ventaja reside en la reducción de costos de transacción del mercado mediante la formulación de contratos más estables a largo plazo, pero sin las rigideces de la internalización de todas las actividades. La cooperación será una opción eficiente si por cualquier razón, dos empresas u organizaciones que cooperan obtienen costos más bajos que una compañía integrada.

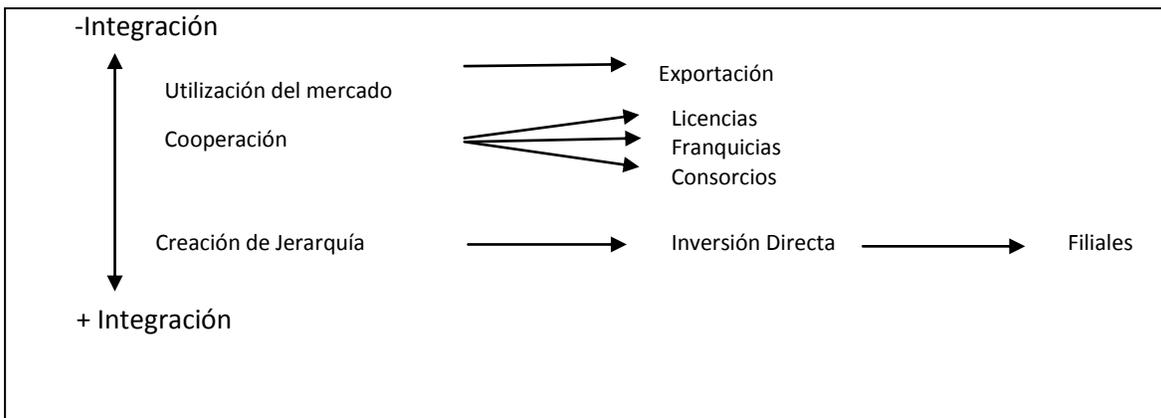
Las empresas, las familias y los mercados, incrementan su productividad a través de la especialización cooperativa (Alchian, 1972) así, se tiene la necesidad de organizaciones económicas que faciliten la cooperación, pero además se necesita la promoción de la cooperación. Con esto, se presenta el problema dentro de la organización económica de definir cómo es que los agentes y las propias organizaciones cooperan entre sí, y finalmente se vuelve necesaria la medición de la productividad de los recursos y la medición de las remuneraciones (Alchian, 1972).

Cooperar puede ser equiparable a la producción en equipo y por definición, la producción es labor de un equipo y no es la suma de las producciones individualizables de cada uno de sus miembros, de forma que se utilizan distintos tipos de recursos, el producto no es suma de producciones separables en cada recurso puesto en cooperación y no todos los recursos utilizados pertenecen a la misma persona (Alchian, 1972).

Las relaciones cooperativas plantean distintos problemas, hasta este momento sólo nos centramos en la configuración de un acercamiento al fenómeno de la cooperación en términos teóricos, lo que implica también replantear algunas de las interrogantes que surgen a partir de esto, aunque no sean aclaradas ampliamente en esta investigación, al no ser la finalidad del trabajo. En esta tradición se analiza porque puede ser viable la empresa frente al mercado, la idea es que ante la opción de disminuir costos de transacción puede tomarse la opción de integración vertical frente al mercado, sobre todo ante activos específicos; la pregunta es la misma que plantea Williamson (1991) *“si la integración vertical es la fuente de las ganancias de la adaptación y no incurre en pérdidas, ¿por qué no integrarlo todo?”*. Desde esta investigación, la pregunta se transforma en ¿por qué se decide cooperar y no integrar?, parecería que la respuesta apunta en diversas direcciones, resultado de que habrá que diferenciar entre los bienes que se busca

producir, ya que esto determina los costos de producción. Si se piensa en bienes con un alto contenido de conocimiento o altamente específicos se está tentado a decir que es mejor la integración, o bien que es necesaria la formulación de contratos ante la conducta oportunista y de los activos específicos; pero al parecer, la decisión no sólo dependerá de lo que hasta ahora se ha planteado, sino que influyen aspectos políticos, sociales, culturales e históricos del ambiente en el que se desenvuelven los agentes y las organizaciones.

Esquema 6. Mercado vs Jerarquía



2.2.3 La teoría evolutiva y la necesidad de cooperar

Para la teoría evolutiva, los principales obstáculos a la cooperación tienen que ver con la capacidad de adaptación y aprendizaje de rutinas. Desde el enfoque evolutivo se emplea la noción de conjunto, o cartera de competencias de las firmas para estudiar los fenómenos de variedad de las organizaciones y los mecanismos de selección (Nelson & Winter, 1982). La firma es vista como un depósito de conocimiento específico que genera competencias tecnológicas y organizacionales (Fransman, 1994). Las organizaciones evolucionan y se transforman para responder a las exigencias y modificaciones externas e internas; así, la noción de *competencia* constituye en efecto una de las categorías analíticas centrales de la teoría evolucionista. La organización reacciona a su entorno y se adapta gracias a sus competencias y sus capacidades de aprendizaje (Teece et al., 1997). El aprendizaje se define como un proceso fundado sobre la repetición y la experiencia acumulada, que hacen que las tareas sean realizadas cada vez mejor y con mayor rapidez. En esta perspectiva, una organización se califica y se diferencia de otra, y se vuelve más cambiante y con mayores ventajas que otra, no por la calidad intrínseca de sus factores de producción, sino por la manera

que tiene de ponerlos en marcha o sea el saber hacer y la formación de competencias organizacionales. Vemos que el valor y la calidad de una organización dependerán de su facultad de dominar sus aprendizajes y de poner en práctica procedimientos o rutinas organizacionales (R. Nelson & Winter, 1982) para mantenerlos. Se ve a la firma como una unidad adaptable con capacidades técnicas y competencias económicas limitadas en materia de toma de decisiones. Dicho de otra forma, las firmas no son capaces de hacer constantemente elecciones óptimas, por eso se piensa constante mente en el aprendizaje por ensayo y error.

La firma desde la perspectiva evolutiva es un reagrupamiento de competencias, no de individuos, y los acuerdos entre las firmas son reuniones de competencias y no de agentes económicos. La firma es considerada como un *mecanismo hereditario* que transmite sus rutinas y por lo tanto los conocimientos acumulados –aprehendidos, como sus capacidades o su aptitud para ejecutar ciertas tareas de un período a otro. Se concibe a la firma como un conjunto de rutinas técnicas, organizacionales y económicas actuando como un depósito de experiencias y de conocimientos acumulados por la firma a lo largo de su vida. Así, las empresas tienen la alternativa de vincularse con otras empresas para de esta forma responder a los cambios del entorno aprovechando las capacidades individuales y colectivas, en forma de coevolución (Lara, 2000).

La obtención de conocimiento puede darse por distintas vías, por ejemplo mediante las comunidades tecnológicas, a través de *joint ventures* y acuerdos cooperativos formales o bien por medio de vínculos informales (Nelson,1994). Interactuar tecnológicamente con otras organizaciones le permite aprovechar una base tecnológica que no posee o que no tiene lo suficientemente desarrollada, así se combina la experiencia propia con la de la otra organización. En la teoría evolutiva se ha puesto mucha atención a aquella parte del conocimiento tácito y no codificable, de manera que la capacidad organizacional juega un papel relevante dentro de este proceso. La cooperación será exitosa dependiendo de la historia tecnológica de la organización en cuestión, y de la serie de mecanismos de comunicación idiosincrásicos involucrados, que permiten o detienen el aprovechamiento del conocimiento de cada organización. La cooperación es vista así como un proceso virtuoso en el que es factible aprender de otro lo que no se sabe, acumularlo, rutinizarlo y complementarlo con lo que se ha desarrollado ya. La decisión de cooperar estará en función de distintos aspectos como, rutinas no satisfactorias que limitan el aprovechamiento de habilidades de la organización, habilidades no satisfactorias para solucionar problemas internos

referentes al desempeño de la organización o bien externos ante la insatisfacción en el mercado, o bien la búsqueda para potenciar, mejorar o diversificar habilidades y rutinas propias.

La pregunta en este enfoque es, qué se necesita evaluar para definir como probable primero, y segundo como exitosa la cooperación. Primero se debe considerar la presencia de intereses comunes y la complementariedad de capacidades de las organizaciones involucradas; para esto se requiere de la interacción de rutinas organizacionales específicas de cada una de ellas, que den lugar a la generación de rutinas comunes conformadas por el conocimiento y la experiencia propia, así como del conocimiento y experiencia del trabajo conjunto. Este proceso no es sencillo, involucra tiempo, conocimiento tácito, aprendizaje y aspectos idiosincráticos. Si la competencia más importante de una organización es aquella que la convierte en distinta a las demás y por lo tanto es la parte no codificable y tácita, se vuelve muy complicada la comunicación entre dos organizaciones ya que existen elementos que no serán equiparables, ni siquiera en términos de lenguaje.

Un postulado fundamental de la teoría evolutiva acerca de las condiciones de la firma, indica que si esta se mueve en un abanico limitado de producción, con un conjunto dado de procesos será presa fácil de la competencia y no sobrevivirá, así es fundamental la innovación. Las estrategias para este tipo de organizaciones son múltiples, pero aquí se subrayan los procesos colaborativos como una forma de enfrentar esto, sobre todo para aquellas empresas de base tecnológica donde se manifiesta una mayor necesidad por innovar constantemente.

No todas las organizaciones tienen las características necesarias para buscar la cooperación, ya que necesitan cierta infraestructura y condiciones internas y externas. Es necesario también, tomar en cuenta el ambiente en el que se desarrollan las organizaciones, si se localizan en ambientes competitivos, o con productos altamente complejos o en tiempos veloces; de alguna manera, esto será influencia positiva para la búsqueda de procesos de cooperación. La estrategia de cooperación tecnológica es una opción de la empresa para adaptarse al medio, mediante la mejora de sus capacidades fundamentales que le permiten resolver problemas tecnológicos y llevar a cabo una mayor actividad innovadora (Nelson y Winter, 1982). La decisión de cooperar ayuda a la obtención de ventaja competitiva, ya que influye directamente en la tasa de innovación de la firma, brindando certeza a las rutinas de búsqueda, por ejemplo en R&D, ya que existe acercamiento con actores importantes, por ejemplo, usuarios, proveedores o con otras organizaciones similares, lo que aumenta el conocimiento de las necesidades del mercado y de los

cambios tecnológicos que en el mismo se presentan, además de que mejora la capacidad de resolución de problemas; esto a su vez provoca una mayor actividad en la innovación ante mejores soluciones se pueden reducir costos y aumentar los beneficios de las capacidades fundamentales y las rutinas con que cuenta, logrando mayores posibilidades de supervivencia.

2.2.4 El modelo de cooperación de Axelrod

En el modelo simple de cooperación desarrollado por Axelrod, el objeto central de estudio son los individuos egoístas (Axelrod, 1984 & 2006), quienes cooperan sin la ayuda de una autoridad central. Se trata de un enfoque que hace suposiciones sobre las motivaciones individuales para luego deducir las consecuencias que ello tiene en el comportamiento del sistema como un todo. El problema central ocurre cuando la búsqueda del interés personal conduce a un resultado más pobre para todos.⁶ ¿Cómo promover y transformar el escenario estratégico para promover la cooperación entre los actores?

Mientras la interacción entre los actores no sea relativamente continua, la cooperación se dificulta (Axelrod, 1982 & 2006). Por eso, es importante que los individuos –una vez que han cooperado, se vuelvan a encontrar, para reconocer su pasado y recordar el comportamiento del otro. Entonces, la continua interacción hace posible la estabilidad de la cooperación basada en la reciprocidad entre los agentes. De acuerdo con Axelrod existen tres categorías para promover la mutua cooperación.

1) Convencer al agente de que el futuro es más importante que el presente (“sombra del futuro”), es decir, motivarlo con base en expectativas. Si el futuro es al menos tan importante como el presente la mutua cooperación es estable. Por el contrario, no es estable cuando: a) la interacción se interrumpe; b) las personas sobrestiman el aquí y el ahora en relación al futuro. Así, entre más durable y frecuente sea la interacción entre los agentes, el “futuro” resultado de la cooperación puede ser más prometedor que el presente.

2) Modificar la ganancia o el pago entre los agentes conforme las cuatro posibilidades que resultan del dilema del prisionero. Se trata de canalizar y regular el comportamiento de los agentes a través de estímulos y apoyos económicos. Bajo ciertas condiciones –la empresa privada,

⁶ Esto se ejemplifica con un juego denominado “El dilema del prisionero” (Axelrod, 1984, 2006). Son dos jugadores, cada uno con dos posibles electivas: cooperar o no hacerlo. La elección la hace cada uno por separado, sin saber ninguno lo que el otro decidirá. El dilema consiste en el proceso de toma de decisiones en un ambiente de incertidumbre, donde existen riesgos como el caso en que si los dos abandonan la colaboración, ambos estarán peor que si hubiesen cooperado.

es un sistema eficaz de promoción de la cooperación. El gobierno, por su parte, podría intervenir cambiando el sistema de incentivos y de sanciones, institucionalizado nuevas normas y reglas de comportamiento para los agentes. Grandes cambios en la estructura de incentivos pueden transformar la interacción, aunque, cambios incrementales de la estructura de incentivos promueven la estabilidad de la cooperación. Es importante hacer que el incentivo de largo plazo hacia la mutua cooperación sea mayor que un estímulo de corto plazo, el cual conduce al abandono de la colaboración.

3) Aprendizaje de los agentes sobre valores, hechos y habilidades que promueven la cooperación. Se trata de una motivación con base en aprendizaje y gestión de conocimiento. Tres son los principales objetos del aprendizaje:

a) Aprendizaje social del individuo acerca del cuidado de los otros: Las personas deben aprender a considerar el bienestar de los demás. El altruismo⁷ es una manera de nombrar al fenómeno. Sin embargo, el altruismo puede apoyar a individuos egoístas que no cooperan. Esto implica que el altruismo debe ser selectivo.

b) Aprendizaje de la Reciprocidad: Si bien el egoísmo es una estrategia efectiva, moralmente *no* es una estrategia adecuada. Lo ideal es la regla de reciprocidad: “haz a otros como harás contigo”. Sin embargo, “poner la otra mejilla”, abre la puerta a la explotación por parte de quien no coopera. Sin embargo, a la larga, se trata del aprendizaje de la reciprocidad para lograr relaciones mutuamente gananciosas.

c) Incremento de las habilidades de reconocimiento: la habilidad para reconocer al otro agente de entre las interacciones del pasado y de recordar las características relevantes de dichas interacciones es necesaria para sostener la cooperación.

2.2.5 El problema del Principal y el Agente

Este modelo corresponde a un problema de riesgo moral; formaliza situaciones en las cuales un individuo (el agente) actúa en nombre de otro (el principal) y debe perseguir los objetivos e intereses del principal. Este modelo tiene características especiales: hay dos actores, el principal y el agente. La relación entre el principal y el agente es contractual; el agente está en una posición de subordinación o dependencia del principal. El principal no puede observar la acción o esfuerzo

⁷ Refiere a cuando la utilidad de una persona afecta positivamente el bienestar de otra persona.

que el agente realiza y no puede monitorear la acción del agente perfectamente o a un costo razonable.

El comportamiento del agente determina sólo en parte los resultados. Se considera que el esfuerzo que realiza el agente en su tarea afecta los resultados o los beneficios esperados del principal pero no de forma excluyente. Los resultados deben ser observables objetivamente por las dos partes. Este modelo trata de maximizar el beneficio esperado del principal, considerando las características del caso, induciendo al agente a tomar la acción óptima a través de incentivos.

La colaboración universidad-empresa se estudia aquí desde el enfoque de la teoría económica y cognitiva de los incentivos. Suponemos que la colaboración entre agentes individuales y/o colectivos, está fuertemente influenciada por la interacción entre sistema de incentivos intrínsecos y el sistema de incentivos extrínsecos que gobiernan la conducta (conjunto de acciones) de estos. El análisis de la relación entre el sistema de incentivos y la propensión a colaborar de los agentes se basa en el modelo básico del principal y el agente.

Los incentivos intrínsecos se refieren básicamente a las motivaciones internas de los individuos tales como la búsqueda de reconocimiento social, autoestima, reputación, liderazgo, etc. Los incentivos extrínsecos (externos al individuo) son estímulos externos, que toman la forma de premios, recompensas o castigos y pueden ser económicos o no económicos. La diferencia esencial entre la teoría económica y la teoría psicológica de los incentivos radica en que la primera sostiene que la conducta de los agentes es contingente a los incentivos extrínsecos, mientras que la segunda enfatiza el papel dominante de los incentivos intrínsecos. Para entender de manera más sistémica la propensión de los investigadores en biotecnología a colaborar o no colaborar con el sector industrial, esta investigación retoma elementos de ambas teorías en un intento por reconciliar ambas visiones. Esto bajo el supuesto de que los agentes individuales toman decisiones y norman su conducta haciendo un balance de la utilidad que les reportan tanto los estímulos extrínsecos como intrínsecos.

No hay duda de que los incentivos juegan un rol central en el establecimiento y el desarrollo de la colaboración entre agentes. El ser humano es egoísta por naturaleza y necesita motivaciones individuales para desarrollar lazos de cooperación, por lo tanto, para impulsarlo a la colaboración debe ser estimulado tanto en lo económico, como en lo social y psicológico. En

alguna medida, el ser humano tiene que ser persuadido de que le conviene más cooperar, ya que en términos de los resultados obtenidos, es mejor que no cooperar.

El modelo de principal y el agente trata las dificultades que emergen en las organizaciones bajo condiciones de información incompleta y/o asimétrica entre el principal, generalmente el dueño de la empresa o el director de la institución, y el agente. Generalmente el empleado que ha sido contratado por el principal para desempeñar ciertas tareas (Kastl et al. 2008; Ellingsen & Johannesson, 2007). La existencia de información asimétrica entre los miembros de una organización o de un equipo puede derivar en la formulación de objetivos y motivaciones individuales, produciendo problemas de coordinación y posibles conflictos con los objetivos de la organización (Laffont & Martimort (2002). Arrow (1963) ha señalado que una vez que el agente ha sido contratado sobre la base de su conocimiento especializado, es muy difícil que el principal pueda realizar una supervisión exhaustiva sobre la conducta y el desempeño del agente. Por tanto, si el agente formula una función objetivo diferente, pero no posee información privada (no hay información asimétrica), el principal podría proponer un contrato (sistema de incentivos) para controlar el agente y orientar su conducta hacia el cumplimiento de los objetivos que a él le interesan, en caso contrario, se produce un conflicto de intereses que puede llevar a conductas no colaboracionistas.

El problema central en el modelo convencional del principal y el agente consiste en hacer converger o en armonizar los objetivos e intereses individuales del agente con los objetivos e intereses del principal, en otras palabras, como lograr, que las acciones (conducta) del agente se alineen con los objetivos del principal. Desde el enfoque de la teoría económica de los incentivos, la implantación de un sistema de incentivos adecuado por parte del principal generaría una conducta colaboracionista del agente tendiente a la consecución de los objetivos del principal, sin embargo, desde el punto de vista de la teoría psicológica y sociológica de los incentivos ello no necesariamente ocurriría y podría incluso producir un efecto adverso, es decir, el agente podría desarrollar una conducta adversa a la colaboración, o colaborar pero en conflicto con el sistema de incentivos informales y contractuales.

El argumento de Bénabou y Tirole (2003) sugiere que en algunas circunstancias el principal y el agente poseen información asimétrica sobre las tareas y los pagos que implica la colaboración. En esos casos, el agente tiene por lo general mejor conocimiento del tipo de *interplay* que se genera entre los agentes, así como sobre los beneficios (pagos) que resultan y se

esperan de la colaboración. Esta información, se obtiene de colaboraciones previas o de sus propias experiencias durante el proceso de colaboración. El agente también recibe privadamente otras señales (incluyendo información de terceras partes) sobre la atractividad y los riesgos de la colaboración. El principal, por su parte, también podría tener información privada sobre posibles colaboraciones, sobre los riesgos y oportunidades de la interacción, y sobre los beneficios que podrían derivarse de ella.

2.3 Conclusiones

Indagar alrededor de cuáles son los incentivos que influyen en la cooperación entre la Universidad y la Empresa, obliga primero hacer una pequeña reflexión acerca de los motivos y de la conducta del científico. *Los científicos pueden tener la meta de mejorar el bienestar cognitivo de la comunidad intelectual general a la que pertenecen (la totalidad de los científicos del pasado, presente y futuro). Y pueden también tener la meta de mejorar su propia situación cognitiva* (Kitcher, 2001). El objetivo del investigador no es simplemente obtener un estado cognitivo mayor individual y aportar a la comunidad a la que pertenece, existen una serie de características psicológicas y emocionales que le impulsan, por ejemplo, el gozo de un descubrimiento *per se*, la satisfacción de ser el primero en arribar a ciertas conclusiones, el reconocimiento de saber más que otros, mayor autoridad en el grupo, etcétera. De manera que existen varios tipos de motivaciones y satisfacciones que toman forma como: recompensas intelectuales intrínsecas, conciencia de haber completado una tarea llena de dificultades, la aprobación pública del esfuerzo (Kitcher, 2001).

Las razones por las cuales los investigadores universitarios eligen interactuar con las Empresas son varias, algunas de las que se han identificado son: acceso a nuevas investigaciones, aplicación de sus investigaciones, acceso a los *skills* desarrollados por la empresa y facilidades de infraestructura o para estar al tanto de los problemas de la industria (Este & Patel, 2007). Esta clasificación considera aspectos de actualización de los investigadores, búsqueda de aplicación y de nuevos problemas para resolver; nótese que no hay un claro beneficio pecuniario que influya, por eso es que se han considerado dentro de los incentivos no pecuniarios.

Las características institucionales juegan un rol importante en el tipo de incentivos que influyen en los procesos de cooperación entre la Universidad y la Empresa; además de la disciplina que se estudie. Una de las áreas más estudiadas es la referente a las ciencias de la vida y la física, aquí se ha encontrado que las normas culturales de los grupos de investigación juegan un papel

muy importante en las decisiones de cooperar o de no hacerlo, ya que existen una serie de percepciones y prácticas que premian algunos actos y otros los castigan de manera indirecta (Kenney & Goe, 2004).

El ambiente se vuelve un determinante de aquellos incentivos con más valor para los investigadores, la literatura menciona distintas dimensiones que influyen en los incentivos para la cooperación, en primer lugar las disciplinas científicas (Klevorick et al, 1995) ya que dependerá del área a la que se pertenezca y si existe o no una cultura cooperativa entre los investigadores; las regiones en las que se localicen los centros de investigación, ya que se manifiesta mayor disposición a cooperar si existe cercanía entre las empresas y las universidades, o si se trabaja en forma de clúster (Zucker et al, 1998) o bien los departamentos universitarios a los que pertenezcan ya que existen áreas (laboratorios o grupos de investigación) dentro de la propia universidad que cuentan con mayor disposición a la cooperación (Schartinger et al, 2001).

A lo largo de este capítulo se ha realizado una revisión de aquellas teorías acerca de los incentivos y la cooperación que pueden ser útiles para el estudio de la relación Universidad-Empresa, algunos de los aspectos aquí mencionados no serán retomados en la parte práctica del trabajo ya que no es posible por la falta de datos e información oportuna, sin embargo se ha formado un marco teórico mezcla de la economía, la psicología y la sociología de manera que se cuente con variables suficientes para brindar una explicación coherente al fenómeno de estudio.

Capítulo 3 Descripción del Sector Biotecnológico Mexicano

El objetivo principal de este capítulo es ofrecer un panorama amplio de lo que aquí se ha considerado como el Sector Biotecnológico Mexicano; al ser la Biotecnología en México parte del objeto de estudio de esta investigación, es necesario integrar un marco general con las definiciones e indicadores de los actores que conforma el sector. Así, se da respuesta a preguntas tales como; ¿qué es la Biotecnología?, ¿cuál es el estado de la Biotecnología en el mundo?, ¿qué es un sector?, ¿qué es considerado como el sector biotecnológico mexicano?, ¿quiénes lo conforman?, ¿cómo se integra? y ¿cuál es su dinámica?.

En primer lugar se explora la situación actual de la Biotecnología en el contexto internacional, a continuación se explica lo que involucra la formación de un sector, qué es lo que lo conforma y a partir de que elementos podría considerarse de esta manera. En seguida se explica qué es la Biotecnología, en qué consiste y cuál es la importancia para la vida económica de un país.

El segundo apartado de este capítulo responde a la siguiente pregunta: ¿quién conforma el sector biotecnológico mexicano? De manera que se expondrán las características de los integrantes del sector y se definirán aquellos que se localicen como parte medular del mismo.

Finalmente se integra un apartado con aquellos indicadores que se han considerado como relevantes para entender al sector biotecnológico mexicano.

3.1 La Biotecnología en el contexto internacional

3.1.1 ¿Qué es la Biotecnología?

Hablar de biotecnología en la actualidad no significa remitirse únicamente a los procesos de producción de alimentos y bebidas; la aparición de la biología molecular en los cincuentas y el desciframiento de la estructura del material genético, así como el descubrimiento de los mecanismos celulares que permiten traducir en proteínas la información genética (Zapata, 2007)

modifica la concepción de este proceso. Las técnicas de ingeniería genética⁸ y los avances que esto ha significado transforman y reconceptualizan a la ciencia; la ciencia y la tecnología no se conciben únicamente como la aplicación del conocimiento a problemas individuales de disciplinas aisladas. La ciencia es vista ahora como un proceso multidisciplinario en la que el éxito en la solución de problemas científicos y sociales complejos se podrá vislumbrar con el concurso y la convergencia de múltiples conocimientos, herramientas y estrategias (Zapata, 2007).

La biotecnología moderna es vista como una actividad multidisciplinaria sustentada en el conocimiento de frontera que se desprende de distintas disciplinas, entre ellas: la biología molecular, la ingeniería bioquímica, la microbiología, la genómica y la inmunología. Estas disciplinas permiten el estudio integral de sistemas biológicos que abarcan desde los microbios hasta las plantas y los animales.

Esquema 1. Principales eventos en la Biotecnología

Año	Evento	Actores
1866	Conceptualización del <i>gene</i>	Mendel
1910	Se realizan los primeros experimentos con la mosca de la fruta (<i>Drosophila melanogaster</i>) que permitieron desarrollar los primeros mapas genéticos	Morgan y colaboradores
1944	Demostración de que la información genética de los seres vivos residía en un tipo de macromolécula biológica llamada ácido desoxirribonucleico (DNA)	Avery, Mc Cleod y Mc Carty
1953	Descubrimiento de la estructura de la doble hélice del DNA	Watson y Crick
1966	Se descifra el código genético completo del ADN	
1972	Se crea la primera molécula de ADN recombinante en el laboratorio: genes de una especie son introducidos de otras especies y funcionan correctamente.	
1978	Se clonó el gen de la insulina humana	
1983	Se inventa la técnica PCR (reacción en cadena de la polimerasa), que permite copiar genes específicos con gran rapidez. Es una técnica muy poderosa para producir millones de copias de una región específica de	

⁸ La ingeniería genética es también llamada como “metodología del DNA recombinante” y es un conjunto de herramientas y métodos que permiten la manipulación in vitro del material genético de los organismos vivos (Zapata, 2007). Se sustenta en dos grandes tipos de herramientas celulares, la primera son las enzimas que utiliza la propia célula en sus procesos internos para el manejo de su material genético y la segunda son los vehículos moleculares de clonación de DNA que permiten aislar, caracterizar y manipular el DNA entre los que resaltan las técnicas de secuenciación del ácido desoxirribonucleico, mediante las cuales es posible determinar la secuencia nucleotídica del DNA.

	ADN, que permite analizarla tan rápido como se puede purificar una sustancia química. PCR ha sido el instrumento esencial en el desarrollo de técnicas de diagnóstico, medicina forense y la detección de genes asociados con errores innatos del metabolismo.	
2001	Publicación del mapa provisional del genoma humano	

Elaboración propia basada en Zapata 2007 y www.portaley.com

De manera que la Biotecnología agrupa a una serie de nuevas tecnologías básicas o genéricas⁹. La ventaja tiene que ver con el uso productivo de seres vivos o sus productos y partes; esto permite una extensa difusión y aplicación en muchas industrias, y particularmente en todas las actividades productivas basadas en procesos biológicos (OECD, 1989). Esto ha llevado a la discusión de si puede ser considerado como un sector en el sentido tradicional o bien como un grupo de tecnologías y conocimiento aplicable a distintos sectores. En este trabajo se ha convenido definirlo como un sector en construcción ya que al parecer aún no se han establecido las conexiones y redes necesarias para considerarlo como tal.

La biotecnología tiene una serie de efectos en el plano económico, podemos distinguir algunos aspectos como: el desarrollo de nuevos productos y en muchos casos menores costos, lo que a su vez acelera la generación de otros productos; las mayores posibilidades de manipulación de organismos y sus productos permite diseñar procesos más eficientes en cuanto al uso de energía y materias primas, bajando los costos de producción, además de que reduce los riesgos e incertidumbres al integrar la producción primaria con el procesamiento. En el largo plazo permite el florecimiento de nuevos patrones de producción sostenibles en el tiempo (Jaffé&Trigo,1993).

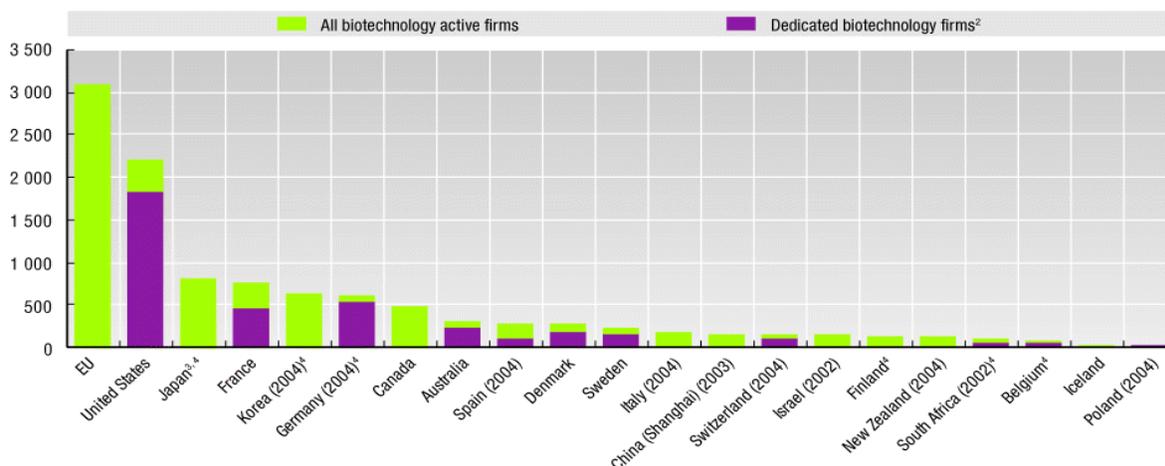
La Biotecnología podría convertirse en el siguiente paradigma económico, sin embargo, aún es precipitado pensarlo, es necesario recordar que una revolución tecnológica trastoca la mayoría de las partes de la vida económica y organizacional de la sociedad. Aún no es claro cuál podría ser ese elemento catalizador que redefina las formas de hacer ya establecidas, o cuál es esa tecnología que se difunda profundamente. Pero esto no limita reconocer la relevancia que ha cobrado.

3.1.2. Las empresas Biotecnológicas

⁹Tales como la ingeniería genética, la fusión celular, el mapeo genético, la hibridación de ácidos nucleicos, la amplificación de genes, surgidas de los avances de la biología molecular y celular.

El número de empresas de biotecnología es un indicador disponible, aunque no es la mejor forma de medir el esfuerzo de un país en torno a la biotecnología, debido a que existen grandes diferencias entre las empresas y los países. La OCDE ha implementado una categorización sobre las empresas biotecnológicas; así ha denominado a un grupo de ellas como firmas dedicadas a biotecnología y las empresas de biotecnología-activa. En el primer grupo se definen aquellas empresas que mantienen dentro de distintas actividades la aplicación de técnicas de la biotecnología para producir bienes o servicios. La segunda categoría se refiere a aquellas empresas que participan en las actividades de biotecnología clave, tales como la aplicación de por lo menos una técnica de la biotecnología la producción de bienes o servicios. Las estadísticas aún no son lo suficientemente confiables, ya que en algunos casos se subestiman los datos sobre todo porque algunos países no consideran a las empresas que retoman alguna técnica biotecnológica sin que desarrollen R&D propiamente.

Gráfica 1. Number of firms active in biotechnology, 2003



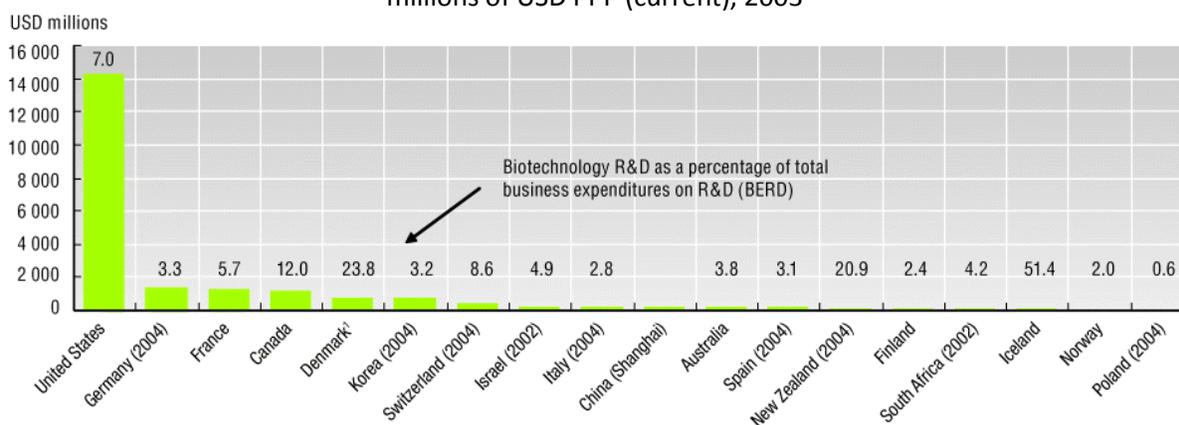
OECD SCIENCE, TECHNOLOGY AND INDUSTRY SCOREBOARD 2007 – ISBN 978-92-64-03788-5 – © OECD 2007

Los Estados Unidos tiene el mayor número de las empresas de biotecnología (2 196), seguido por Japón (804) y Francia (755). La Unión Europea, tiene un total estimado de 3 154 empresas de biotecnología. Los datos comparables sobre el número de la biotecnología empresas con menos de 50 empleados están disponibles para diez países, en todos los cuales la mayoría de la biotecnología las empresas tienen menos de 50 empleados. El porcentaje es más del 85% en el sur de África, Israel y Alemania y finalmente la cuota de las grandes empresas de biotecnología en todos los activos de empresas es de 1% en Alemania, el 6% en los Estados Unidos, el 7% en Bélgica y Francia, y el 11% en Corea.

3.1.3 R&D en Biotecnología

Las empresas activas en biotecnología puede llevar a cabo R&D en biotecnología y en otras áreas. Existen pocos datos acerca del tema, pero destaca el hecho de que las empresas que comparten el gasto en R&D biotecnológica con otro tipo de investigación fue del 65% en Canadá, el 38% en Finlandia y 36% en España. Estos resultados muestran que una gran proporción del total de gastos en R&D de las empresas de biotecnología puede ser para investigación no biotecnológica. Los gastos del sector de biotecnología De R&D son más altos en los Estados Unidos (USD 14,232 millones), lo que representa el 66,3% de todos los negocios en biotecnología de R&D. La proporción de la biotecnología en todas las empresas del sector de R&D es un indicador del nivel de atención a la investigación biotecnológica. En Islandia, la investigación en biotecnología representa el 51.4% de todas las empresas del sector de R&D. El porcentaje supera el 10% en Canadá (12.0%), Nueva Zelandia (20.9%) y Dinamarca (23.8%). En los Estados Unidos, el porcentaje es del 7.0%.

Gráfica 2. Total expenditures on biotechnology R&D by biotechnology-active firms, millions of USD PPP (current), 2003



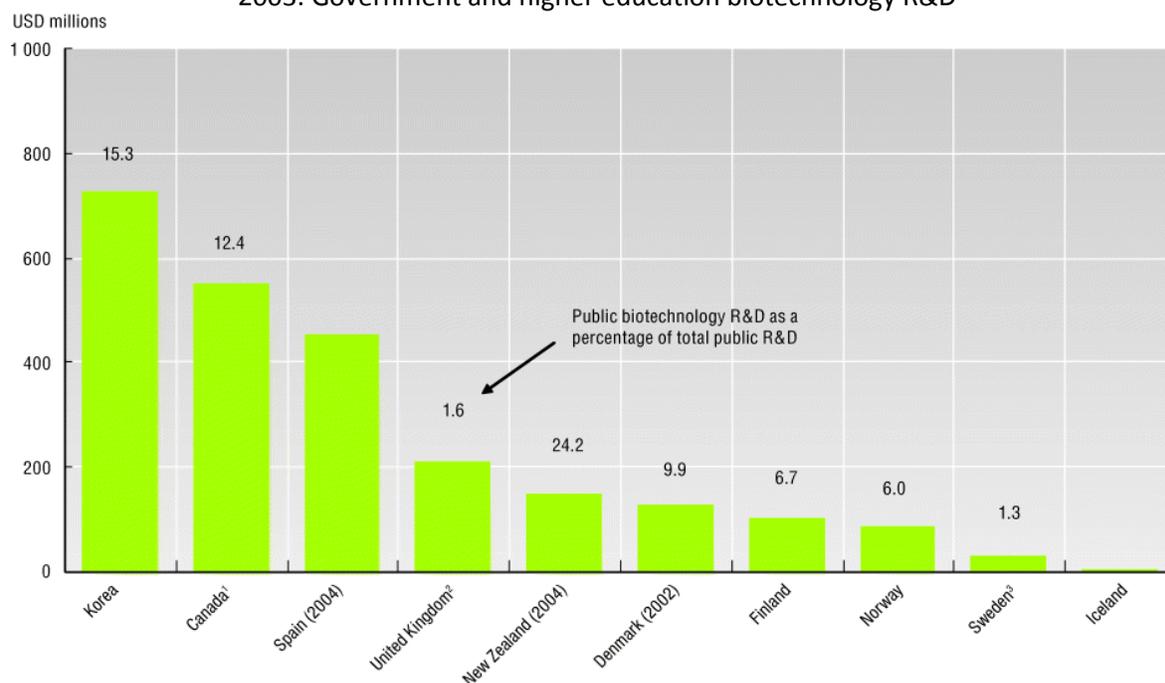
OECD SCIENCE, TECHNOLOGY AND INDUSTRY SCOREBOARD 2007 – ISBN 978-92-64-03788-5 – © OECD 2007

3.1.4 Gastos de R&D del Sector Público en Biotecnología

La gráfica que se muestra a continuación se refiere a todos los gastos por el gobierno institutos de investigación e instituciones de educación superior. Los resultados de Canadá son gasto en R&D hechos por el sector público sector son financiados por el gobierno federal. Los datos para el Reino Unido se limitan a aquellos gastos del gobierno que tienen que ver con las instituciones públicas de investigación, y para Suecia, los resultados se limitan a los gastos del gobierno en las instituciones de educación superior. Entre los diez países, Corea tiene el mayor nivel de gastos del gobierno en materia de R&D biotecnológica, en USD 727,4 millones (actual

PPP), seguido por Canadá y España. Los gastos de Corea aumentaron en un 63.1% en dos años, llegando USD 1 186,6 millones (actual PPP) en 2005. Nueva Zelanda tiene la más alta participación del gobierno con 24.2%, seguido por Corea (15.3%) y Canadá(12.4%). El porcentaje es inferior al 2% para el Reino Unido y Suecia, pero en ambos países los datos sólo capturan una parte del total del gasto en R&D. A pesar de que el sector público noruego del sector gasta comparativamente poco en la investigación biotecnológica, las cifras que se presentan aquí son combinados entre el sector público y el privado 75.5%.La mayoría de los gastos en biotecnología de R&D se realizan por el sector público en España (69.5%), Nueva Zelanda (61.0%), Corea (58.0%) y Finlandia (54.2%). Por el contrario, sólo el 7.1% del total de la R&D biotecnológica en Islandia se lleva a cabo en el sector público y el 15.3% en Dinamarca.

Gráfica 3. Biotechnology R&D expenditures by the public sector, millions of USD PPP (current) 2003. Government and higher education biotechnology R&D



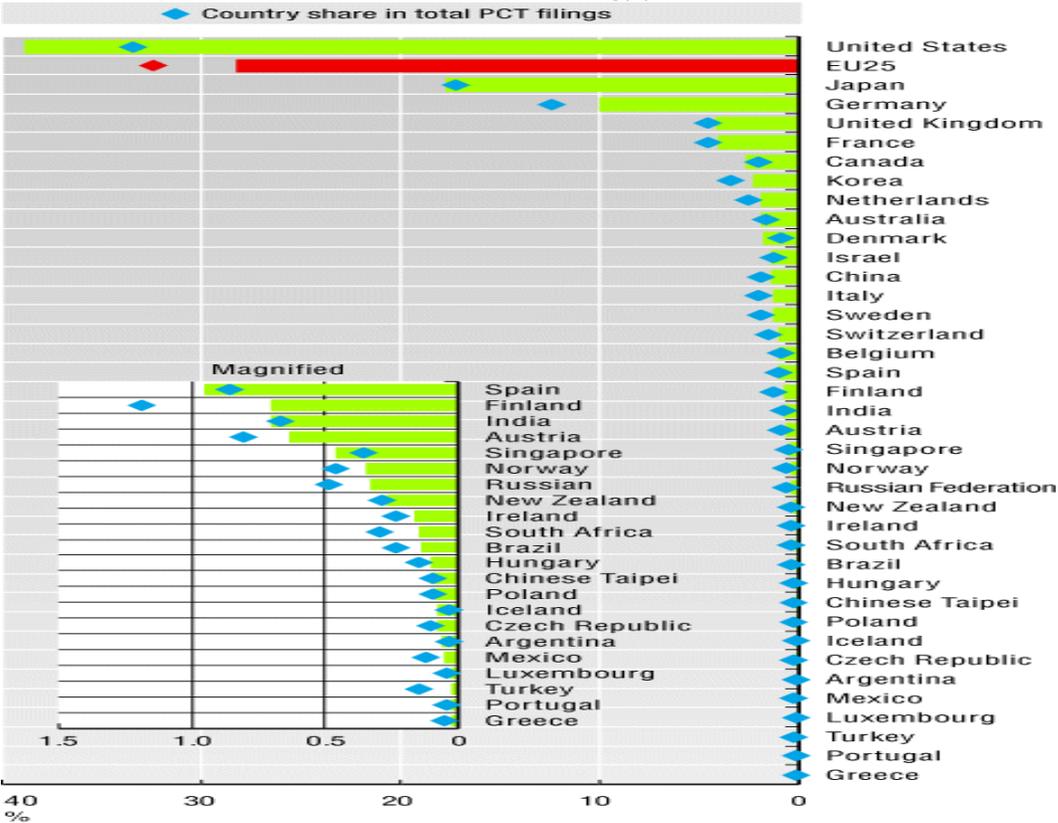
OECD SCIENCE, TECHNOLOGY AND INDUSTRY SCOREBOARD 2007 – ISBN 978-92-64-03788-5 – © OECD 2007

3.1.5 Patentes Biotecnológicas

A continuación se presenta una gráfica que muestra el comportamiento de las solicitudes internacionales de patentes de biotecnología, presentada en virtud del Tratado de Cooperación (PCT). Se puede ver que crecieron un 7% al año entre 1995 y 2004. No obstante, las solicitudes empezaron a disminuir a partir del año 2000 a casi 6 700 en 2004 (-8,6% en promedio durante 2000-2004, en comparación con el 21.4% en promedio entre 1995 y 2000). Sin embargo, a partir

del año 2000 el total de solicitudes PCT de patentes sigue aumentando en un promedio de 4.6%. El aumento de finales del decenio de 1990 se debió en parte a la corriente de las solicitudes de patentes sobre el genoma humano, mientras que la reducción en el 2000 se explica a menudo por las oficinas de patentes “criterios más estrictos para la concesión de patentes en el material genético”. En 2004, los Estados Unidos tuvieron el mayor porcentaje de patentes biotecnológicas presentadas en el marco del procedimiento del PCT (38.9%) Japón Alemania 17.7% y 10.0%, respectivamente. Los Estados Unidos, Japón, Australia, Bélgica, Canadá, Dinamarca, Israel, India y España presentan más patentes en biotecnología que en cualquier otro campo técnico. La biotecnología representa más del 10% de todas las patentes presentadas en virtud del PCT en Dinamarca, Bélgica y Canadá sigue con más del 9% de las patentes relacionadas con la biotecnología. El peso relativo de la biotecnología en todas las solicitudes de patentes internacionales disminuyeron entre mediados de los 1990 y comienzos del decenio de 2000 en muchos países, en particular en Bélgica, Canadá, China, Irlanda, Corea, México, el Reino Unido y los Estados Unidos.

Gráfica 4. Share of countries in biotechnology patents filed under PCT1 2004



3.2 El sector biotecnológico mexicano

Un sector se conforma por un conjunto de actividades que están unificadas por una serie de relaciones con un grupo de productos para una determinada demanda y que comparten algunos conocimientos básicos (Malerba,2004). Un sistema sectorial de innovación está compuesto por un grupo de agentes tanto de mercado y no mercado, de interacciones para la creación, producción y venta de productos sectoriales; en un sistema sectorial se comparte una base de conocimientos, tecnologías, insumos potenciales o existentes de la demanda. Este se conforma por agentes que incluye tanto a individuos como a organizaciones en diversos niveles de agregación. Uno de los elementos más importantes son los procesos de aprendizaje, la estructura orgánica, las creencias, los comportamientos y objetivos (Malerba,2004). Todos estos actores interactúan a través de los procesos de comunicación, intercambio, cooperación, competencia y mando, y su interacción está determinada por las instituciones. Un sistema sectorial se somete a procesos de cambio y transformación a través de la coevolución de sus diversos elementos, conocimiento y tecnología, actores y redes e instituciones (Malerba,2004).

3.2.1 ¿Quién lo conforma?

La competitividad de la tecnología de punta depende de la originalidad y la excelencia de la ciencia que la genera; los conocimientos nuevos tienen un gran valor comercial ya que sirven de base para el desarrollo de nuevos productos o procesos. Esto siempre se ha manifestado en la ciencia y en la producción sin embargo, a partir del desarrollo de la biología molecular contemporánea esto ha cobrado mayor importancia. Los científicos involucrados en la generación de conocimiento de punta son consientes del valor potencial de los descubrimientos de igual manera que los directores de I&D de las empresas. Las grandes empresas participan activamente en el financiamiento de centros de investigación universitarios, claros ejemplos de esto son Du Pont de Nemours y su relación con Harvard, Monsanto con la Universidad de Washington y 3M con la Universidad de Rutgers.

Las empresas biotecnológicas se caracterizan generalmente por ser pequeñas y con escaso capital financiero, pero en contraposición cuentan con mucho capital intelectual y su capacidad de innovación excede a la de las grandes empresas de la industria química o farmacéutica (Goldstein, 1989); por esta razón es natural que se surjan *join ventures* ya que hay algún socio capaz de aportar el elemento que otro no tiene. Las compañías biotecnológicas controlan la

explotación de procedimientos nuevos o ideas originales, pero –sobre todo cuando inician- no tienen la capacidad financiera ni la experiencia productiva y comercial de una gran empresa.

La política de colaboración científica sistemática es una característica propia de las empresas biotecnológicas; la importancia de una empresa en biotecnología se evalúa de acuerdo a dos elementos, el volumen de ventas (tal y como en una compañía tradicional) y la cantidad y calidad de talento científico que reclutan ya sea como asesores, como colaboradores o como alumnos que desarrollan parte de su investigación en la empresa. Así el capital de la empresa biotecnológica se compone de la gente que contrata, la gente que consulta y la gente con la que se asocia.

El desarrollo de la biotecnología no es posible si no existen universidades a su alrededor generando conocimientos relevantes e innovadores. Claro ejemplo de esto es la distribución geográfica de las empresas que manejan tecnología de punta en Estados Unidos ya que se sitúan precisamente en California y en Massachusetts donde se encuentran profesores y estudiantes de pregrado y posgrado del MIT de Harvard, del Massachusetts General Hospital, del Dana Farber Institute of Technology, de la Universidad de California, del Salk Institute, de la Scripps Clinics y de la Universidad de Stanford.

La biotecnología nace en los laboratorios universitarios y esto obliga a las empresas a acercarse continuamente a ellas; la relación surge de manera tal que la industria no puede condicionar los temas de investigación, generalmente no se obliga ni se coopta a los investigadores para que dediquen su tiempo para investigaciones convencionales, al contrario, se ha desarrollado una nueva forma de colaborar que implica la libertad de los investigadores con respecto a las líneas y al espacio en que se investiga. Así, una empresa biotecnológica aspira a tener entre sus asesores a aquellos investigadores distinguidos en su área de especialización. De manera que las empresas biotecnológicas tienen que mantenerse cerca de los laboratorios universitarios de punta para poder participar en los procesos que se desarrollan cotidianamente en ellos. En la actualidad un número importante de empresas en los países desarrollados compiten por financiar institutos de investigación ya que es precisamente de allí de dónde pueden adquirir conocimientos valiosos que pueden convertir en innovaciones redituables.

En la biotecnología es muy importante el papel de los consultores o gestores de la tecnología. Éstos desempeñan un constante papel de monitoreo para detectar los avances que

ocurren en el mundo académico y son los expertos que aconsejan cómo enfrentar problemas experimentales concretos (Goldstein, 1989).

Como se ha podido observar los actores que componen el sector biotecnológico se encuentran en una constante comunicación lo que implica a su vez que no sólo se habla de empresas o laboratorios universitarios tradicionales; se habla de organizaciones que manifiestan una naturaleza especial que los obliga a estar en constante interacción y colaboración. Las características de la biotecnología en los países desarrollados es distinta a las de los países en vías de desarrollo; las grandes empresas en países como México no financian investigaciones a granel, por el contrario, son selectivas en cuanto al tema. Tampoco se cuenta con una amplia infraestructura que dote de los recursos necesarios a los centros universitarios de investigación para que se localicen en la frontera de la investigación científica, son pocos los que cuentan con reconocimiento a nivel internacional. El proceso es un tanto diferente en cuanto a lo que obliga a las empresas nacionales y extranjeras a relacionarse con las universidades en I&D. Algunas empresas extranjeras reconocen el potencial de ciertas áreas de investigación y las financian, sin embargo para las empresas nacionales aún no existe una cultura que involucre el trabajo colaborativo.

En el caso de México el sector biotecnológico aún no es un sector consolidado; existen ciertas áreas que cuentan con un potencial claro de expansión y con la calidad necesaria para competir a nivel internacional. Pero aún es insuficiente la cantidad de personas, organizaciones e instituciones involucradas. A pesar de esto, es posible localizar ya algunos actores importantes en el sector biotecnológico mexicano.

Los agentes que pueden ser considerados como integrantes de este sistema sectorial son(Corona,¿?):

1. *Universidades y centros públicos de investigación* dedicados a la producción de conocimiento básico, desarrollo de técnicas biotecnológicas y formación de recursos humanos relacionados con las actividades biotecnológicas. Las facultades e institutos de Biología, Medicina, Química, Ciencias Genómicas, y Ciencias son los principales lugares donde se desarrolla este tipo de investigación. A grandes rasgos las universidades financiadas por el estado que desarrollan algún tipo de investigación biotecnológica son: UNAM, CINVESTAV, UAM e IPN. (Ver anexo)

2. *Bio-industria* integrada por empresas que se dedican a la biotecnología. Son firmas, que sus actividades involucran la aplicación de técnicas biotecnológicas para producir bienes y servicios. Se ha elaborado un cuadro donde se muestra sólo una parte de las industrias que han declarado usar algún tipo de técnica o desarrollo biotecnológico, es pertinente hacer la aclaración que gran parte de estas empresas no son empresas biotecnológicas, solamente han mencionado usar alguna expresión o técnica biotecnológica, lo que en términos estrictos podría dejar a la gran mayoría de estas fuera de esta categoría. (Ver anexo)

3. *Industrias domésticas de soporte*, en ésta área de incluyen a grupos especializados de proveedores de bienes intermedios y bienes de capital además de todas aquellas instituciones que de alguna manera mantengan relación con el desarrollo de la biotecnología CONACYT, Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Guanajuato (CONCYTEG), Sociedad Mexicana de Toxicología (SMT), Unidad de Transferencia de Tecnología (UTT), CANACINTRA, Universidad Autónoma de Nuevo León - Dirección General de Investigación (DGI-UANL).

Es importante recalcar el papel de algunas organizaciones que brindan algún tipo de apoyo al desarrollo de la biotecnología en el país. La Academia Mexicana de Ciencias es una asociación civil que agrupa a académicos destacados de todo el país involucrados en actividades científicas. Busca ser una red de científicos de diversas áreas con una serie de objetivos primordiales:

- Promoción del diálogo entre la comunidad científica nacional e internacional
- Orientación al Estado Mexicano y a la sociedad civil en los ámbitos de la ciencia y la tecnología
- La producción de conocimiento y su orientación hacia la solución de los problemas que atañen al país.
- Fomento del desarrollo de la investigación científica en diferentes sectores de la población
- Búsqueda el reconocimiento nacional e internacional de los científicos mexicanos
- Contribución a la construcción de una sociedad moderna, equitativa y justa.

La Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería es una asociación de científicos e investigadores que realiza actividades en torno a la biotecnología como conferencias, cursos cortos y edita una revista informativa. Sus principales objetivos son¹⁰:

- Asociar y representar a los profesionistas y estudiantes interesados en el desarrollo de la biotecnología y bioingeniería en México

¹⁰ www.smbb.com.mx

- Promover la biotecnología y bioingeniería en México, así como dar a conocer las actividades de esta índole en el país
- Promover la vinculación y la transferencia de tecnología entre el sector productivo del país tanto público como privado, y los centros de investigación y desarrollo de biotecnología
- Impulsar y orientar de acuerdo con las realidades académicas e industriales del país, la formación de biotecnólogos y bioingenieros a través de los planes de enseñanza
- Fomentar las relaciones con otras sociedades y asociaciones de índole semejante en el país y el extranjero
- Realizar congresos y seminarios para dar a conocer las actividades científicas y tecnológicas de sus asociados
- Difundir las actividades referidas en instituciones académicas, centros de investigación e industria, a través de la publicación de los resúmenes de los trabajos presentados
- Promover la expedición de leyes, reglamentos y reformas relativas al ejercicio de la profesión de biotecnólogos y bioingenieros.

Otra red que reúne a las organizaciones interesadas en biotecnología especialmente agrícola en México es AgroBio México A.C. y busca crear un ambiente favorable para el desarrollo de la tecnología en México. Sus objetivos centrales son:

- Sensibilizar a la sociedad sobre los beneficios de la aplicación responsable de la biotecnología en la agricultura, mediante el flujo de información relevante con bases científicas sólidas
- Representar a la industria relacionada con la biotecnología agrícola para colaborar en el desarrollo de políticas y regulaciones nacionales que fomenten el cuidado del ambiente y la salud, además de la inversión y la transferencia de tecnología.
- Promover el vínculo entre el sector académico y la industria biotecnológica, con el fin de reforzar la capacitación e investigación estratégica en biotecnología agrícola.

Esta organización busca la colaboración estrecha con centros de investigación y desarrollo en biotecnología vegetal del país; busca organizar y coordinar seminarios sobre cultivos modificados genéticamente y todos los aspectos relacionados; promueven el desarrollo de materiales informativos para fomentar el conocimiento de sus aplicaciones actuales y potenciales. Esta organización está conformada por Bayer, Du Pont, Monsanto, Doe Agro Sciences y Syngenta¹¹.

Finalmente existe la Sociedad Mexicana de Ciencias Genómicas cuya finalidad es la promoción de la ciencia y para esto han formado el Nodo Nacional de Bioinformática EMBnet México¹².

¹¹ www.agrobiomexico.org.mx

¹² <http://smcg.cifn.unam.mx>

4. El desarrollo de *start-up* requiere de un *sistema financiero* que provea del capital necesario para este tipo de empresas emergentes, es básica la presencia de capital de riesgo. En México no se ha detectado empresas de este tipo, sin embargo, el financiamiento público puede entrar en esta categoría: CONACYT y Secretaría de Economía.

5. Finalmente, es necesaria la instrumentación de una *política de gobierno* que provea de canales adecuados de comunicación y conexión entre los distintos actores, además de la generación de instancias específicas que promuevan al desarrollo del sector, mediante programas, incentivos, instrumentos, etcétera.

La Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM) es un órgano creado por el poder Ejecutivo para proponer y establecer las políticas inherentes al manejo de los organismos vivos modificados por medios biotecnológicos y es un actor importante que junto a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) han integrado un directorio de expertos sobre los temas de biotecnología y biodiversidad.

Dentro de la política que ha formulado el gobierno federal en México, el Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual es el encargado del marco legislativo aplicable, procedimientos, formularios, tarifas y gestión del proceso de patentes y marcas en el país. Así, es importante su papel dentro de la política ya que puede promover la cultura de la propiedad intelectual a distintos niveles en la biotecnología.

La biotecnología ha sido considerada una de las cinco áreas estratégicas del conocimiento señaladas por el Consejo Nacional para la Ciencia y la Tecnología (CONACYT), dentro del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECiTI) 2001-2006. Y dentro del PECyT 2007-2012 se estableció como uno de los Programas de importancia nacional para el desarrollo del país, así surgió la iniciativa del Programa para el desarrollo de la Bioseguridad y la Biotecnología. Al revisar los objetivos y estrategias a seguir, se encontró que se establecen varias líneas de acción reconociendo que la biotecnología ha sido desarrollada principalmente en centros e instituciones de investigación pública; por lo que es necesario fomentar la *articulación y la vinculación* entre estos centros de investigación y las empresas, para lograr el desarrollo de tecnología competitiva a nivel internacional, al menos en algunos campos (PECiTI 2001-2006), además de fortalecer y ampliar la red de laboratorios de detección de organismos genéticamente modificados de las

diferentes instancias gubernamentales y *extender los lazos* con los laboratorios de las instituciones educativas y de investigación (PECyT 2007-2012).

Las principales líneas de acción que se plantean tanto en el PECITI como en el PECyT hacen referencia a lo siguiente¹³:

- Elaboración del Programa para el Desarrollo de la Bioseguridad y la Biotecnología, con énfasis en las políticas, estrategias y acciones generales y sectoriales con proyección al 2012.
- Fortalecimiento de las instituciones de investigación en aspectos de biotecnología y bioseguridad para que ofrezcan las mejores opciones relacionadas con los organismos genéticamente modificados en beneficio para los productores agropecuarios, forestales y acuícola del país.
- Fortalecimiento y ampliación de la red de laboratorios de detección de organismos genéticamente modificados de las diferentes instancias gubernamentales y extender los lazos con los laboratorios de las instituciones educativas y de investigación.
- Extensión y mejoramiento de los canales de comunicación con el público en general y contar con una estrategia de información permanente para la sociedad sobre el uso y beneficios de los organismos genéticamente modificados.
- Elaboración de un Régimen Especial de Protección al Maíz para proteger las variedades de maíz de zonas específicas del país y en los centros de diversidad, este Régimen también proporcionará a los innovadores reglas claras con las cuales podrán planear la experimentación y posible comercialización de sus productos.
- Determinación de los centros de origen de maíz en el país, con el objeto de considerar la posible siembra de maíz genéticamente modificado en áreas específicas.
- Fortalecimiento del proceso de enseñanza y el desarrollo de habilidades en el uso de tecnologías de la información y la comunicación, desde el nivel de educación básica, para conocer las experiencias en las liberaciones de cultivos genéticamente modificados, y su importación.

¹³ Recopilación elaborada a partir del PECiT (2001-2006) y PECyT (2007-2012)

- Fomento de la investigación biotecnológica y de bioseguridad que permita afrontar los retos de los productos de la segunda generación derivados de esta tecnología.
- Realización de los estudios y las consideraciones socioeconómicas resultantes de los efectos de los organismos genéticamente modificados que se liberen al ambiente en el territorio nacional.
- Recopilación de informes y documentos relevantes que resulten de las actividades científicas, académicas, trabajos técnicos o de cualquier otra índole en materia de bioseguridad, incluyendo la inocuidad de organismos genéticamente modificados, que serán remitidos y organizados por el Sistema Nacional de Información sobre Bioseguridad.
- Búsqueda y agrupamiento de información completa y veraz en el Registro Nacional de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados con el objeto de mantener al día a los gobiernos de las Entidades Federativas donde se siembren estos organismos.
- Fomento a la integración del capital natural de nuestro país con el desarrollo social y económico que permita conocer nuestra biodiversidad y fomentar proyectos genómicos y biotecnológicos que permitan generar productos de alto valor agregado, de uso médico, industrial o agrícola, basados en el conocimiento de nuestra biodiversidad.
- Establecimiento de una política de Estado que determine el rumbo de la producción de bioenergéticos, sin afectar la producción de alimentos.

Destaca que el énfasis es adecuado a lo largo de los documentos, ya que se reconocen fortalezas en la generación de capital humano de calidad internacional, se localizan las empresas que desarrollan procesos biotecnológicos y al encontrar las debilidades se ve como necesaria la implementación de cooperación entre los actores fundamentales del proceso, el Estado se convierte en el encargado de la promoción de estas conductas, sin embargo, no se establecen criterios adecuados de premios y castigos que alienten la acción. Se nota una serie de avances, sobre todo en lo referente al diagnóstico, presentándose claramente las debilidades y fortalezas, se logra el establecimiento de objetivos y estrategias; pero estas no son claras reglas para los jugadores. En términos generales, se puede decir que es incompleta la propuesta del Estado en la promoción de conductas a favor de la vinculación en el desarrollo de la Biotecnología en México

3.3 Indicadores Relevantes

Ahora se hará referencia a una serie de indicadores que dan una idea general del estado de la ciencia y la tecnología en el país de manera que se pueda hacer una serie de inferencias para lo que se ha considerado como el sector biotecnológico mexicano. Es importante hacer una revisión a nivel macroeconómico de los principales indicadores en torno al gasto en I&D que pueden tener impacto en la biotecnología, en aquellos en torno a la formación de capital humano que puede ser considerado como abastecedor del área de biotecnología potencialmente. Aún se adolece de información específica sobre el desarrollo de la biotecnología en el país, existen muy pocas fuentes que brindan algunos datos acerca del tema, por eso es necesario un trabajo de construcción de algunos indicadores y la inferencia a partir de ciertos datos con los que se cuenta.

INVERSIÓN NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA, 2008 e/
Por sector de financiamiento

Millones de pesos corrientes

Actividad	Sector Público					IES	Sector Privado				Total	% del GNCYT	% del PIB
	Inversión Federal			Estados ^{1/}	Total ^{2/}		Inversión de las familias	Sector Productivo	Sector externo	Total			
	Sectores	CONACYT	Total										
IDE	18,912.7	4,522.6	23,435.3	250.0	23,685.3	3,602.8	26,771.9	971.9	27,743.7	55,031.8	62.0%	0.52%	
Posgrado	5,159.5	3,450.7	8,610.2	740.0	9,350.2	1,425.5	789.4		2,729.8	13,505.5	15.2%	0.13%	
Servicios CyT	6,374.4	662.9	7,037.3		7,037.3	1,708.6	11,444.0		11,444.0	20,189.9	22.8%	0.19%	
Total	30,446.6	8,636.2	39,082.8	990.0	40,072.8	6,736.9	1,940.4	39,005.2	971.9	41,917.5	88,727.2	100%	0.84%
% del GNCYT	34.3%	9.7%	44.0%	1.1%	45.2%	7.6%	2.2%	44.0%	1.1%	47.2%	100.0%		
% del PIB			0.37%		0.38%	0.06%				0.40%	0.84%		

e/ Cifras estimadas.

1/ Aportaciones de los Gobiernos Estatales a los Fondos Mixtos y Educación de Posgrado.

2/ La inversión en IDE pública no incluye el monto del estímulo fiscal a la investigación y desarrollo tecnológico por 4,500 millones de pesos. En el Manual Frascati de la OCDE se establece que los estímulos fiscales pueden ser identificados separadamente, pero no se deben contabilizar como apoyo directo a la IDE.

FUENTE: CONACYT.

PIB 2008=10,524,300 millones de pesos. Criterios Generales de Política Económica, 2008.

Como se puede observar en el cuadro anterior, aún es muy baja la Inversión en Ciencia y Tecnología que realiza el sector público mientras que el sector privado ha aumentado su participación. Como porcentaje del PIB aún no es ni el 1% del total lo que habla de una serie de contradicciones entre lo que se plantea en los lineamientos de los Programas de Ciencia y tecnología y lo que realmente se hace para el fomento de recursos humanos y actividades científicas y tecnológicas.

La estructura del Gasto Federal en Ciencia y Tecnología se compone por tres grandes rubros, en primer lugar la Investigación y Desarrollo Experimental (IDE) que en el 2007 destino alrededor del 61% del total del Gasto Federal en Ciencia y Tecnología, este a su vez se divide en distintos sectores: Ciencia y Tecnología integrado por CONACYT y los Centros CONACYT, SEP, Energía, Agricultura, Salud y otros. La SEP representa el mayor número de proyectos y el mayor monto destinado para actividades científicas y tecnológicas. El segundo componente son los

Servicios Científicos Tecnológicos a los cuales se les destino el 16.6% del total dividiéndose a su vez en seis áreas: Laboratorio, Metrología, Patentes, Exploración de minerales, Control de calidad y Asesoría técnica. Finalmente esta el rubro de Educación de Posgrado al cual se le destino el 22.4% del total. La estructura es la misma que en IDE, pero el mayor monto se destino a Ciencia y tecnología mediante CONACYT al ser el concentrador de las becas para estudios de este nivel. (Ver anexo)

CONACYT es el principal organismo público de apoyo a la ciencia y a la tecnología en México; esta institución busca impulsar y fortalecer el desarrollo científico y la modernización tecnológica de México, mediante la formación de recursos humanos de alto nivel, la promoción y el sostenimiento de proyectos específicos de investigación y la difusión de la información científica y tecnológica.¹⁴ CONACYT se encarga de fomentar y coordinar las actividades científicas y tecnológicas nacionales con el objeto de que se promueva el desarrollo de la ciencia, asociado a la formación de capital humano y al aumento de la calidad científica y tecnológica. Se promueve la investigación básica y la investigación aplicada con una serie de programas.

Algunos de los programas que se consideran dentro de los apoyos al sector biotecnológico son los Fondos CONACYT; estos permiten financiar a través de los fondos sectoriales mixtos programas conjuntos entre distintos agentes y organizaciones. A este tipo de fondos pueden aplicar tanto los investigadores, las universidades, los centros de investigación y las empresas interesadas en desarrollar soluciones para problemas específicos que expandan además, el conocimiento en ciertos campos. Los fondos mixtos tienen los siguientes propósitos¹⁵:

- a. Coadyuvar el desarrollo integral de las entidades federativas
- b. Fomentar el desarrollo y la consolidación de las capacidades científicas y tecnológicas de los estados
- c. Promover la descentralización de las actividades científicas y tecnológicas

Además cuentan con las siguientes modalidades:

- Investigación científica y tecnológica que:
 - Genere conocimiento de punta para el desarrollo del sector
 - Resuelva problemas concretos del sector

¹⁴ www.conacyt.gob.mx

¹⁵ Op. Cit

- Atienda necesidades específicas
- Permita el aprovechamiento de oportunidades
- Innovación y desarrollo tecnológico para:
 - Nuevos productos, procesos y servicios
 - Atender las necesidades, oportunidades y/o problemas del sector
 - Promover la creación y fortalecimiento de empresas y nuevos negocios de alto valor agregado de carácter estratégico
- Creación y fortalecimiento de grupos de investigación científica y tecnológica en las instituciones de educación superior, centros de investigación y empresas en el sector a través de
 - Formación de recursos humanos de alto nivel
 - Incorporación de científicos y tecnólogos
- Creación y fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica
- Divulgación y difusión de la ciencia y la tecnología relevante

Otro de los programas dentro de CONACYT es el llamado AVANCE; este es un programa de fomento a la innovación y al desarrollo tecnológico. Es un programa creado para impulsar la creación de negocios basados en la explotación de desarrollos científicos y/o desarrollos tecnológicos. Cuenta con cuatro instrumentos fundamentales:

- “Última milla”, otorga apoyos económicos para lograr que desarrollos científicos y tecnológicos maduros puedan convertirse en prospectos de inversión que originen negocios de alto valor agregado o nuevas líneas de negocios
- Programa de Emprendedores CONACYT-NAFIN, ofrece aportaciones de capital a empresas que desean iniciar o consolidar negocios basados en la explotación de descubrimientos científicos y/o desarrollos tecnológicos
- Fondo de Garantías CONACYT-NAFIN el cual facilita el acceso a líneas de crédito a las empresas que desarrollan nuevos productos o nuevas líneas de negocio y desean invertir en sus capacidades de producción o contar con capital de trabajo. Este programa otorga garantías y condiciones de financiamiento preferentes a través de la banca comercial.

El programa de Estímulos Fiscales es un apoyo del Gobierno Federal que está destinado para los contribuyentes del Impuesto Sobre la Renta, que hayan invertido en proyectos de investigación y desarrollo de tecnología dirigidos al desarrollo de nuevos productos, materiales o procesos. Así se busca incentivar y promover el crecimiento y la competitividad de las empresas, el propósito del programa es potenciar los gastos y la inversión anual realizada en I&D. Este programa se dirige a todos los contribuyentes del Impuesto Sobre la Renta, personas morales o físicas con actividad empresarial que inviertan en el desarrollo de nuevos productos, procesos y servicios¹⁶.

Uno de los programas de reciente creación que pretende promover la cooperación entre empresas e instituciones de educación superior es el de Alianzas Estratégicas y Redes de innovación para la Competitividad; este es un instrumento que tiene la finalidad de promover la articulación entre instituciones de Investigación y empresas que al utilizar su sinergia incrementen la competitividad del Sector Productivo que les compete. Busca incentivar la creación de Alianza Estratégicas y Redes de Innovación (AERI's) que contribuyan a elevar la competitividad de sectores productivos en el país, así como los proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+i), que presenten las AERI's que se encuentren debidamente conformadas¹⁷; el programa se dirige a Empresas, Instituciones de Educación Superior, Centros de investigación públicos o privados y demás personas morales, inscritas en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT), dispuestos a integrar Alianzas Estratégicas y Redes de Innovación (AERI's) o que ya conformen alguna de éstas¹⁸.

A continuación se muestra un cuadro con la conformación del Gasto del sector educativo para actividades científicas para el 2007; en primer lugar aparece la UNAM seguido del CINVESTAV, el IPN, la UAM y el COLMEX. Es claro que la UNAM al ser la universidad más grande del país es la que tiene un mayor gasto para este tipo de actividades sobre todo en IDE seguido de la formación de capital humano mediante los posgrados.

Cuadro 6.
Gasto del sector educativo para actividades científicas, tecnológicas y de innovación
Millones de pesos

¹⁶ www.conacyt.gob.mx

¹⁷ www.conacyt.gob.mx

¹⁸ Entrevista realizada el día 17 de julio 2008 a la subdirectora del programa REDES

Entidad	2006				2007
	IDE	Posgrado	Servicios CyT	Total	
UNAM	3,318.0	1,555.9		4,873.9	4,499.0
CINVESTAV	1,681.8	142.5	23.0	1,847.3	1,737.5
IPN	944.0	836.0		1,780.0	1,761.4
UAM	828.9	471.6		1,300.5	1,188.2
COLMEX	306.1	55.2	58.0	419.3	391.0
Otros	349.4	1,302.1		1,651.5	1,554.6
Total	7,428.2	4,363.3	81.0	11,872.5	11,131.7
Gasto del sector para Actividades Científicas y Tecnológicas/GFCyT				36.2%	31.9%

Fuente: SHCP, Cuenta de la Hacienda Pública Federal 2006.SHCP, Presupuesto de Egresos de la Federación 2007.

Todos los datos anteriores sirven para tener una idea general de cómo está compuesta la Inversión en Ciencia y Tecnología, como se integran los Programas y Subprogramas relacionados con las actividades científicas, tecnológicas y de innovación en México. De manera que se pueden ver en términos generales las instituciones beneficiadas, la integración de los presupuestos y la participación pública y privada en estas actividades. Ahora se expondrán una serie de indicadores acerca del sector biotecnológico en México, cabe resaltar que no existen bases de datos acerca del tema, de manera que sólo se cuenta con algunos datos aislados que representan intentos de algunas organizaciones y de este propio trabajo de investigación.

Se han identificado 133 entidades que potencialmente realizan actividades en el campo de la biotecnología, 110 de ellas reportan al menos algunos de los siguientes elementos: un investigador/profesor, un grupo de trabajo, algún proyecto, colaboración y/o programa de licenciatura en el campo de la biotecnología. De acuerdo a lo anterior la Academia Mexicana de Ciencias ha realizado una clasificación en tres grupos, de acuerdo a la cantidad de recursos que destinan al desarrollo de la biotecnología basada en los siguientes criterios:

GRUPOS DE INVESTIGACIÓN	Al menos 10	Al menos 3.	Al menos un grupo
INVESTIGADORES EN EL S.N.I.	Más de 10	9-6	5 o menos

GENERACION DE CONOCIMIENTO / PUBLICACIONES	Nuevo conocimiento. Proyectos conjuntos (incluso con entidades en el extranjero). Publican principalmente en revistas de circulación internacional.	Algunas de estas entidades y/o investigadores/profesores son reconocidos a nivel internacional, por sus investigaciones en otras disciplinas. Cuentan con colaboraciones con entidades del primer nivel y con algunos en extranjero. Publican en revistas de circulación internacional y nacional.	Pocos investigadores publican en revistas de circulación internacional. Tienen elementos para la solución de problemáticas regionales.
DESARROLLO TECNOLÓGICO	Tecnología y patentes incluso a nivel internacional. Apoyo institucional en la gestión de tecnología (políticas para la distribución de ingresos extraordinarios, Dptos. de apoyo para la gestión de tecnología, políticas de difusión, entre otros). Colaboraciones con empresas mexicanas y extranjeras.	Solución de problemas al menos nacionales. Oficina de apoyo para la gestión de tecnología, y mecanismos que les permiten administración de sus ingresos extraordinarios. Patentan al menos a nivel nacional.	Participan en la generación de soluciones tecnológicas a problemas locales, Colaboración con empresas locales (al menos a través de la realización de estancias de alumnos en las empresas.) No tienen oficinas para apoyo a la gestión de tecnología. Ingresos por prestación de servicios para contratación de personal y/o para apoyar a sus estudiantes.
FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS	Excepto el CIMMYT, INIFAP y el IMSS (cuyo personal participa como tutores y/o profesores en programas de otras entidades), cuentan con programas de posgrado (52% de las maestrías; y 44% de los doctorados en PNP) reconocidos por el CONACYT. Algunas de ellas o sus investigadores / profesores participan en más de un programa de posgrado.	Programas de posgrado reconocidos por el CONACYT (al menos en el PIFOP). Por lo general sólo ofrecen un programa de posgrado y sólo algunos investigadores/profesores reportan participación en posgrados de otras entidades. Algunas cuentan con programas de licenciatura.	Solo 35, de las 73 entidades de este grupo, ofrecen programas de maestría (el 36% reconocidas por el CONACYT), y 28 programas de doctorado, 7 de los cuales comparten entre ellas y con entidades de otros grupos, menos de la mitad están en el padrón del CONACYT. Algunas ofrecen sólo programas a nivel licenciatura, y pocos profesores reportan su participación en programas de posgrado.
INFRAESTRUCTURA	Cuentan con más de 10 laboratorios y/o unidades de apoyo; equipos mayores (en algunos casos más de uno, como secuenciadores, RMN, microscopios electrónicos, PCR en tiempo real, etc.) Algunas cuentan o están en proceso de concentrar sus equipos mayores en unidades de servicio a su comunidad y/o al exterior (incluso en trámite de certificación y/o acreditación); algunas de estas unidades están relacionadas con la biología molecular.	Entre 5 y 10 laboratorios y/o unidades de apoyo; equipos mayores (secuenciadores, RMN, microscopios electrónicos, PCR en tiempo real, etc.) Comparten equipo mayor, para apoyarse en los gastos de mantenimiento, algunas tienen unidades de apoyo donde concentran este equipo (Unidades de secuenciación, microscopía, pero mayormente son unidades de fermentación, alimentos, etc.)	Menos de 5 laboratorios y/o unidades dedicados a la investigación en biotecnología; algunas cuentan con equipos mayores que dan servicio a otros departamentos de las entidades e incluso al exterior: Sólo algunas de estas entidades (IB/UNAM, IN/UNAM, IQ/UNAM, etc.) que son reconocidas por investigaciones en otros campos cuentan con equipos mayores (RMN, microscopios electrónicos, etc.) que comparten entre varios departamentos.

Tomado de <http://www.amc.unam.mx/>

a) Tendencias comerciales

De acuerdo con los últimos datos del Departamento de Comercio de Estados Unidos (US), el comercio entre US y México en biotecnología y las ciencias de la vida ha aumentado, en 2006 el comercio en este tipo de bienes implicaba un total de \$3 billones de dólares, y entre 2003 y 2006 se ha registrado un incremento del 15% anual¹⁹. Los productos considerados dentro de la biotecnología incluyen a todas aquellas aplicaciones médicas e industriales o avances científicos en genética para la creación de nuevas drogas, hormonas y otros bienes terapéuticos de uso agrícola y humano.

b) Formación de capital humano

La formación de recursos humanos también muestra un incremento notable en el número de graduados a nivel doctoral y en especialidades en el área de ciencias de la vida, incluidas las ciencias agrícolas, ciencias naturales y exactas, ciencias de la salud, ingenierías y tecnología. Esto puede ser positivo para el desarrollo de la biotecnología, dado que la investigación en esta área requiere de especialistas de diversas áreas. En la actualidad, los grupos de trabajo son multidisciplinarios inclusive, en algunos laboratorios es necesario contar con matemáticos y especialistas del área de ciencias sociales, ya que esto permite una retroalimentación completa que cubre distintas áreas del desarrollo de la ciencia.

Cuadro 7. Primeros ingresos y egresos de maestría, 1995-2006

Año	Ciencias Agropecuarias		Ciencias Naturales y Exactas		Ciencias de la salud		Ingeniería y Tecnología		Ciencias Sociales y Administrativas		Educación y Humanidades		Total	
	Ingresos	Egresos	Ingresos	Egresos	Ingresos	Egresos	Ingresos	Egresos	Ingresos	Egresos	Ingresos	Egresos	Ingresos	Egresos
1995	349	373	975	633	674	533	2,940	1,614	7,261	4,824	3,994	2,031	16,193	10,008
1996	517	431	958	616	882	536	3,009	2,025	8,165	4,505	4,593	3,051	18,124	11,164
1997	455	530	1,163	810	855	639	3,599	2,172	10,674	6,778	6,018	3,580	22,764	14,509
1998	614	539	1,165	691	1,086	585	4,253	2,146	12,117	7,627	8,160	4,370	27,395	15,958
1999	623	471	1,139	676	954	558	3,700	2,711	14,011	8,613	6,205	5,848	26,632	18,877
2000	638	582	1,036	661	854	721	4,422	2,919	14,817	9,661	7,036	4,829	28,803	19,373
2001	618	602	1,088	694	1,271	802	4,510	3,136	15,293	12,084	8,222	6,314	31,002	23,632
2002	619	533	1,407	731	1,351	811	4,821	3,476	16,879	13,005	6,638	7,697	31,715	26,253
2003	705	556	1,408	696	1,330	968	5,609	4,025	16,969	14,260	8,506	6,335	34,527	26,840
2004	721	576	1,563	731	1,283	1,013	5,395	4,304	18,337	15,932	8,833	7,769	36,132	30,325
2005	765	585	1,711	741	1,488	1,088	5,865	4,670	19,095	17,404	9,010	8,359	37,934	32,847
2006	804	593	1,849	759	1,548	1,163	6,169	5,036	19,959	18,876	9,598	8,949	39,927	35,376
Total	7,428	6,371	15,462	8,439	13,576	9,417	54,292	38,234	173,577	133,569	86,813	69,132	351,148	265,162

(*) Los egresos de 2004 y los ingresos y egresos del 2005 y 2006 son estimaciones.

Fuente: CONACYT Indicadores Científicos y Tecnológicos

¹⁹ *Borderless Biotech & Mexico's Emerging Life Sciences Industry*. Crossborder Group Inc. Junio 2007

Es importante recalcar que a nivel doctorado, las ciencias exactas y naturales muestran el mayor incremento de graduados seguido por las ciencias sociales y administrativas, sin embargo esto acarrea otro tipo de problemas, por ejemplo, si en el país no existe la capacidad de absorción de este tipo de recursos humanos especializados, probablemente crezca la fuga de cerebros, lo que en términos de resultados para el gobierno implica perder parte del dinero que se ha invertido en estos recursos. Pero es claro que en México no existen suficientes empresas o centros de investigación que puedan albergar a estos recursos. A pesar de la cantidad de graduados de doctorado en ciencias exactas y naturales, los graduados en ingeniería y tecnología aún son pocos al igual que los del área de ciencias de la salud, lo que demuestra la importancia de fomentar la especialización de estos recursos. Una política adecuada de ciencia y tecnología se encargaría de promover aquellas áreas de interés para la economía nacional, sin embargo, no existen criterios que fomenten a ciertos posgrados por encima de otros.

Cuadro 8. Graduados de programas de doctorado por área de la ciencia, 1990-2005

Año	Ciencias exactas y naturales	Ingeniería y tecnología	Ciencias agropecuarias	Ciencias de la salud	Ciencias sociales y administrativas	Educación y humanidades	Total
1986	53	7	5	8	46	13	132
1987	45	12	3	11	53	13	137
1988	54	13	4	21	63	26	181
1989	71	17	4	35	51	12	190
1990	66	9	3	36	55	32	201
1991	75	15	8	45	68	14	225
1992	85	27	11	39	81	21	264
1993	79	36	10	37	75	14	251
1994	98	44	22	44	82	34	324
1990	66	9	3	36	55	32	201
1991	75	15	8	45	68	14	225
1992	85	27	11	39	81	21	264
1993	79	36	10	37	75	14	251
1994	98	44	22	44	82	34	324
1995	125	37	32	61	113	35	403
1996	143	52	44	71	125	75	510
1997	170	96	36	99	172	128	701
1998	201	99	64	107	186	176	833
1999	217	143	82	102	165	117	826
2000	290	159	100	122	230	172	1,073
2001	346	160	92	116	223	142	1,079
2002	357	222	91	140	304	141	1,255
2003	345	293	110	145	396	159	1,448
2004	472	282	110	228	391	234	1,717

2005p/	451	360	90	246	421	221	1,789
Total	3,520	2,034	905	1,638	3,087	1,715	12,899

(*) Se refiere al número de personas que han obtenido el título de Doctor.

p/ Cifras preliminares

Otro de los indicadores relevantes en la formación de capital humano es el referente a los miembros del Sistema Nacional de Investigadores, ya que brinda idea de que parte de los investigadores en México realizan o potencialmente pueden realizar investigación biotecnológica y se mantienen como sujetos activos en la formación de capital humano en biotecnología. En el área de Biología y Química, Medicina y Ciencias de la Salud e Ingeniería pueden considerarse como áreas potenciales. En el área de Biotecnología y Ciencias Agropecuarias el número de investigadores ha aumentado sostenidamente, lo que nos habla de un proceso constante e importante de investigación en esta área.

Cuadro 9. Miembros del SNI por área de la ciencia, 1997-2006p

Año	Ciencias Físico Matemáticas y de la Tierra	Biología y Química	Medicina y Ciencias de la Salud	Humanidades y Ciencias de la Conducta	Ciencias Sociales	Biotecnología y Ciencias Agropecuarias	Ingeniería	TOTAL
1997	1,436	1,314	650	1,118	673	463	624	6,278
1998	1,571	1,406	703	1,172	675	530	685	6,742
1999	1,621	1,435	721	1,266	738	642	829	7,252
2000	1,569	1,435	765	1,269	810	700	918	7,466
2001	1,612	1,436	846	1,362	920	856	986	8,018
2002	1,771	1,661	927	1,552	1,096	1,011	1,182	9,200
2003	1,878	1,767	1,043	1,700	1,233	1,131	1,437	10,189
2004	1,968	1,776	1,168	1,798	1,369	1,257	1,568	10,904
2005	2,074	1,891	1,343	1,964	1,608	1,441	1,775	12,096
2006p/	2,278	2,179	1,427	2,170	1,854	1,588	1,989	13,485
p/ Cifras preliminares.								
El total puede no coincidir debido a que el reporte se generó después de los resultados de reconsideración.								
Fuente: Conacyt, Base de datos del SNI, 1997-2006.								

Conclusiones

El desarrollo de la biotecnología en el país implica la creación de una serie de capacidades en distintas organizaciones. El estado desempeña un papel muy importante en la promoción, orientación y consolidación del proceso. Es necesaria la formulación de una serie de políticas gubernamentales que estimulen y posibiliten esta acción, involucrando al sector público con el privado.

La infraestructura tecnológica, está integrada por las organizaciones de I&D, por la formación de recursos humanos especializados, de financiamiento de ciencia y desarrollo tecnológico y comercial, de información técnica y comercial, y de propiedad intelectual. Estas organizaciones requieren articularse y coordinarse, lo que se logra mediante políticas y estrategias compartidas y conjuntas, de leyes y normativas y de mecanismos específicos para ello. Así, que al reconocerse la prioridad del desarrollo de la Biotecnología en el país, y de las fortalezas y debilidades con las que se cuenta, es necesario avanzar de la etapa de diagnóstico a la de implementación de manera que las propuestas no se queden sólo en el papel y puedan escalar en la verdadera acción de la política pública no sólo de fomento, sino de ejecución. Parece que las acciones cooperativas hasta ahora han respondido más a la acción individual de los agentes que a las estrategias planteadas por los Programas de Ciencia y Tecnología, a pesar de situarlo dentro de sus objetivos; pero al no haber reglas claras de acción y monitoreo, esto se convierte en retórica.

Al sondear de manera general la conformación del ambiente, se ve claramente la presencia de los distintos actores que podrían conformar un Sistema Sectorial de Innovación en Biotecnología. Existen universidades y centros públicos de investigación con un alto nivel de desarrollo de la biotecnología en distintas áreas, a pesar de que a nivel de otros países aún son pocos. También existe la generación de recursos humanos altamente calificados a nivel nacional. Las empresas que utilizan algún tipo de técnica o recurso biotecnológico tanto de origen nacional que generan sus propios desarrollos o aprovechan espacios en los mercados de biogénicos, y empresas internacionales que llevan a cabo algunos de sus procesos de investigación en México o bien la llamada “biomanufactura”, pero que demandan desarrollos biotecnológicos. Sin embargo, es notoria la falta de capital de riesgo e instrumentos financieros que promuevan la generación de *start ups*, además de que no existe una estructura financiera que apoye y soporte este sector. La política ha tratado de integrar a los actores, ha hecho un diagnóstico sobre el sector y sus condiciones, sin embargo no se ha establecido una verdadera red que genere procesos virtuosos que no sean sólo un caso excepcional, sino la generalidad.

En este capítulo, se ha planteado cuales son los principales actores de lo que podría ser un sistema, y bajo el contexto de los sistemas sectoriales de innovación queda claro que no existen los nodos firmemente establecidos para considerar que el sector biotecnológico en México cuente con esta serie de elementos.

Capítulo 4. Metodología

El propósito de este capítulo es presentar la metodología utilizada en esta investigación; se hará una descripción de las técnicas y método utilizado en el proceso de investigación de manera que sea claro cuál ha sido el procedimiento y la forma de validación de la información presentada aquí.

En la primera parte del capítulo se explica en qué consiste la metodología usada en la investigación, para posteriormente exponer la estrategia de la investigación, el diseño, el objetivo, la pregunta de investigación y la hipótesis que da sustento a la investigación. Finalmente se explica de manera detallada como fue la recopilación de datos y la búsqueda estadística que se realizó.

4.1 Metodología

Una metodología define como se abordará el estudio de cualquier fenómeno. En la investigación social las metodologías pueden ser definidas de manera muy general en cualitativa o cuantitativa (Silverman, 2000). La metodología cuantitativa es aquella en la que se recogen y analizan datos cuantitativos sobre variables, mientras que la metodología cualitativa no usa particularmente la cuantificación. Los investigadores cualitativos hacen registros narrativos de los fenómenos que son estudiados mediante técnicas como la observación participante y las entrevistas no estructuradas. La diferencia fundamental entre ambas metodologías es que la cuantitativa estudia la asociación o relación entre variables cuantificadas y la cualitativa lo hace en contextos estructurales y situacionales. La investigación cualitativa trata de identificar la naturaleza profunda de las realidades, su sistema de relaciones, su estructura dinámica. La investigación cuantitativa trata de determinar la fuerza de asociación o correlación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer inferencia a una población de la cual toda muestra procede.

La primera parte de esta investigación consiste en el uso de *metodología cuantitativa*, necesaria para la descripción del sector biotecnológico en México, de manera que se recurrió a fuentes especializadas, bases de datos y estadísticas buscando indicadores acerca de número de empresas en el sector, número de trabajadores y algunos datos relevantes sobre valor agregado, número de investigadores en el área, centros que realizan investigación biotecnológica, estímulos

fiscales a empresas de éste sector, etcétera, con la finalidad de extraer algunas características de cómo se ha comportado el sector y delimitar algunas tendencias. Aunque cabe mencionar que la recopilación de este tipo de información se vio limitado por la falta de datos acerca de la biotecnología en México, en muchos casos se tuvo que recurrir a información general para dar una visión más amplia y que complementara la falta de datos.

El uso de la metodología cuantitativa es relevante en esta investigación dado que es necesario tener un panorama general o sea, una descripción macro estadística generalmente usada en la economía para tener un marco de análisis que será como una guía en el uso de la metodología cualitativa.

Este trabajo se desarrolla principalmente, usando herramientas pertenecientes a la *metodología cualitativa*, realizando un *estudio de caso* que implica un estudio a profundidad, detallado de un individuo, o un grupo específico compuesto de mucha gente, o una organización compuesta de muchos subgrupos; definido por su enfoque en un caso único específico (Silverman,2000) los métodos que se usaran comprenden la observación, la entrevista y la audio grabación. Esto se decidió así sobre todo por el objeto de análisis y las pretensiones de la investigación; al ser importante la conducta de los agentes era necesario llevar a cabo entrevistas para conocer parte de su historia de vida, motivaciones y resultados.

La metodología utilizada en esta investigación es de tipo cualitativo. Se usaron técnicas de cuestionarios semi-estructurados y entrevistas a profundidad.

La investigación acerca del rol de los incentivos en la colaboración universidad-empresa se realiza a través de un estudio de caso en el sector biotecnológico mexicano. El estudio de caso está integrado por el principal instituto de desarrollo en biotecnología (IBt) y la empresa Instituto Bioclon.

El diseño del plan general de investigación involucro diferentes etapas. En la primera de ellas se realizaron entrevistas exploratorias a los líderes de los proyectos de investigación del IBt, éstas entrevistas se realizaron bajo un formato libre, abarcando dos grandes temas: los tipos colaboración y el sistema de incentivos para cada uno de los agentes (ver anexo).

En la segunda etapa se realizaron entrevistas en profundidad a varios actores relevantes: el responsable de la oficina de transferencia tecnológica del IBt, la encargada de vinculación de la

universidad, cuatro líderes de proyecto, una investigadora asociada, el director de R&D de Instituto Bioclon y la encargada de vinculación y transferencia de tecnología de la misma empresa. El objetivo central de las entrevistas consistió en explorar el tema de los incentivos intrínsecos y extrínsecos; el origen y la valoración del proceso de colaboración; los problemas que emergieron de la colaboración y grado de satisfacción generado por los resultados de la relación.

Finalmente, en una tercera etapa se entrevistará a funcionarios de CONACYT relacionados con la promoción del desarrollo tecnológico, los programas de incentivos. Es esta etapa se entrevistó a la encargada del proyecto REDES y al Subdirector del programa de Estímulos Fiscales.

Además de la información de primera mano que ha sido colectada a través de las entrevistas, se han utilizado fuentes secundarias de información como son estudios especializados sobre la biotecnología mexicana y diversos documentos, gacetas e informes que circulan al interior del IBt y de las empresas investigadas. La información ha sido confirmada al realizar una serie de preguntas sobre el mismo tema a distintos agentes de manera que pueda triangularse y en otros casos se ha confirmado con documentación oficial.

Es necesario realizar un estudio de este tipo ya que la bibliografía referente al tema de vinculación Universidad-Empresa se ha centrado en analizar el proceso en sí mismo, de manera que sólo tenemos revisiones acerca de las estrategias y los modelos que se han aplicado en diferentes países, dejando de lado un poco los antecedentes o bien lo que genera que efectivamente se logre la vinculación, poniendo poco énfasis en los incentivos involucrados para ambas instituciones. Así, es necesario estudiar el proceso en México ya que aunque existen algunos casos exitosos en el tema, la generalidad nos dice que esto no ocurre frecuentemente en nuestro país, así que es oportuno delimitar que es lo que motiva la vinculación para proponer un sistema de incentivos que aliente a más Universidades y a más Empresas en el país.

4.1.1 Selección de la estrategia de investigación

Elegir la metodología es parte del mismo proceso de investigación; aquí se decidió el uso principalmente de técnicas cualitativas ya que el estudio implica indagar en torno a motivaciones e incentivos en los distintos agentes que actúan en el proceso de cooperación. Al ser relevante el estudio de la conducta y el desempeño de nuestros actores, era necesario realizar entrevistas a profundidad buscando respuestas a nuestra pregunta de investigación. Las características del caso de estudio lo refieren como un hecho único o poco común, de manera que pueden analizarse

aquellos factores que provocan éxito o bien fracaso. En este caso, era necesario buscar a nivel individual, organizacional e institucional aquellos incentivos que favorecieron el proceso cooperativo, pero también era básico encontrar factores que interfieren o crean contradicciones.

Así, se optó por la metodología cualitativa ya que nos da las técnicas necesarias para encontrar esta información y sistematizar la misma.

4.1.2 Diseño de la investigación

La elección de la estrategia de investigación es muy importante, ya que dirige el proceso de la misma, además de que permite el establecimiento de objetivos y tareas de una manera congruente con una meta en común. Generalmente se enfatiza en la necesidad de establecer correspondencia entre la pregunta (s) y la estrategia de investigación (Yin, 1994).

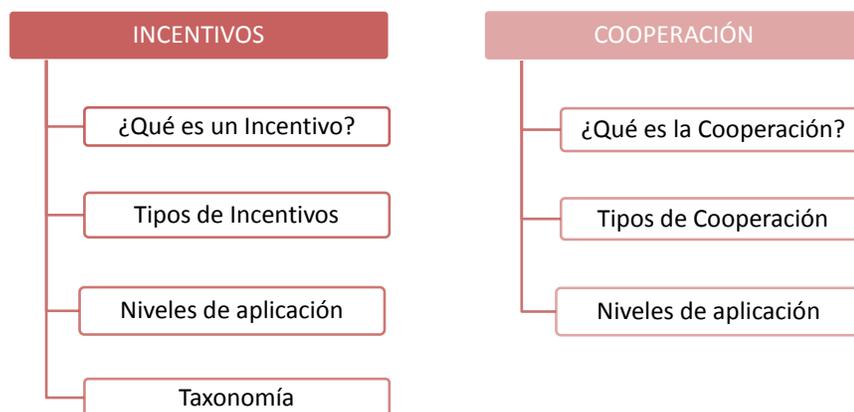
Como se ha planteado ya, para lograr los objetivos que se han planteado en esta investigación recurrir al “estudio de caso” como estrategia metodológica, y seguir la propuesta de ésta estrategia desde su diseño hasta la presentación de los resultados. Esto se decidió sobre todo, basados en que esta estrategia brinda la suficiente flexibilidad y grados de movilidad dentro de las diferentes fuentes de información y además permite obtener datos suficientes para validar la hipótesis de investigación. A continuación, retomamos algunos elementos que respaldan el uso del estudio de caso como estrategia de investigación (Yin, 1994):

- En el estudio de caso el investigador suele adquirir una percepción más completa del objeto, cuyos atributos se entienden en su totalidad cuando se examinan simultáneamente, en otras palabras: el objeto se ve como un todo, además permite analizar con mayor profundidad que los estudios estadísticos.
- Al ser un objeto de estudio complicado ya que generalmente nos basamos en conductas sociales y agentes individuales en donde el investigador debe centrarse en una situación para identificar múltiples atributos y relaciones complejas con el contexto. El estudio de caso permite concentrarse en una situación concreta para identificar los diversos procesos interactivos que intervienen en esa situación (Bell, 2002).
- Su ámbito de aplicación está bien definido, estudia temas y variables sobre los cuales el investigador no tiene control y responde a preguntas de tipo ¿cómo? y ¿por qué?, ya que se enfocan a eventos especiales y tales preguntas tratan con eventos cambiantes en el tiempo, es decir, capturan las características del fenómeno que interesa responder.
- También se caracteriza por permitir el descubrimiento de nuevas relaciones y conceptos que facilitan la comprensión del fenómeno que se está estudiando.

- La fortaleza de esta estrategia sobre otras es su flexibilidad para tratar con una gran diversidad de fuentes de información y evidencia tales como: documentos, artefactos, entrevistas y observaciones.

Al planear un estudio empírico es recomendable basar el trabajo sobre un modelo teórico existente, ya que un modelo preliminar ayuda al análisis de la evidencia que se va encontrando. En el estudio exploratorio, es común comenzar con una búsqueda cuidadosa de la literatura para encontrar modelos teóricos usables y que den una explicación lógica a la información que se va obteniendo. Las categorías de las cuales se hará uso en esta investigación son las siguientes: motivaciones, incentivos del agente y de la organización, cooperación multinivel, agente y principal (ver capítulo 2).

Estructura Marco Teórico



En esta investigación se retoma el planteamiento de Yin (1994) donde formula que existen cinco puntos importantes que deben considerarse para todo diseño de investigación,

1. Pregunta de investigación
2. Propositiones teóricas
3. Unidad de análisis
4. Unión lógica de los datos con las proposiciones
5. El criterio para interpretar los hallazgos

Existen otras series de recomendaciones acerca del proceso de diseño y estrategia de investigación en los estudios de caso (Landsberger, 2002):

- Definir el objetivo del Estudio de Caso
- Identificar los actores importantes dentro de la organización
- Identificar otros grupos de la organización que puedan brindar información relevante
- Establecer la misión oficial de la organización estudiada
- Establecer la misión histórica de la organización
- Establecer la misión de los interesados en la organización
- Escalar la importancia de los interesados, ya sea en la toma de decisiones o en los efectos de las consecuencias
- Diagramar el proceso formal de la toma de decisiones
- Notar el proceso informal de la toma de decisiones
- Identificar el proceso de producción
- Identificar conflictos
- Problemas subsecuentes e implicaciones

4.1.3 Objetivos

i) Objetivo General

Esta investigación se propone estudiar el sistema de incentivos que ha influido en el proceso de cooperación Universidad-Empresa en México específicamente en el área de Biotecnología

ii) Objetivo Particular

La investigación busca indagar acerca de cuál es el sistema de incentivos que subyace tanto en las empresas como en las universidades y que podrían estar jugando un papel relevante, facilitando u obstaculizando el establecimiento de colaboración tecnológica entre estas instituciones.

4.1.4 Pregunta de investigación

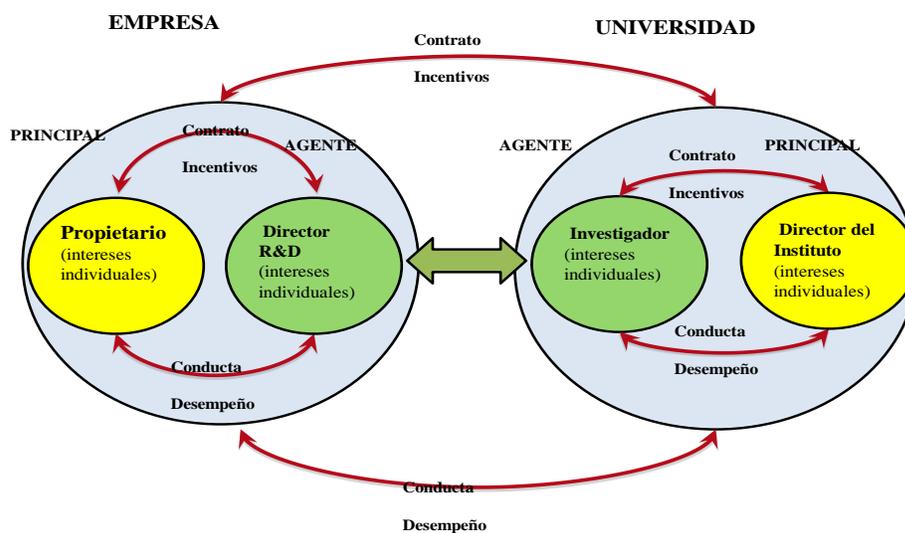
- a) *¿Cuál es el sistema de incentivos económicos y no económicos subyacente a la cooperación entre la Universidad y la Empresa en la industria biotecnológica mexicana?*

4.1.5 Hipótesis de investigación

“La cooperación tecnológica en la industria biotecnológica en México responde a una estructura institucional específica de promoción, más que a los incentivos individuales”

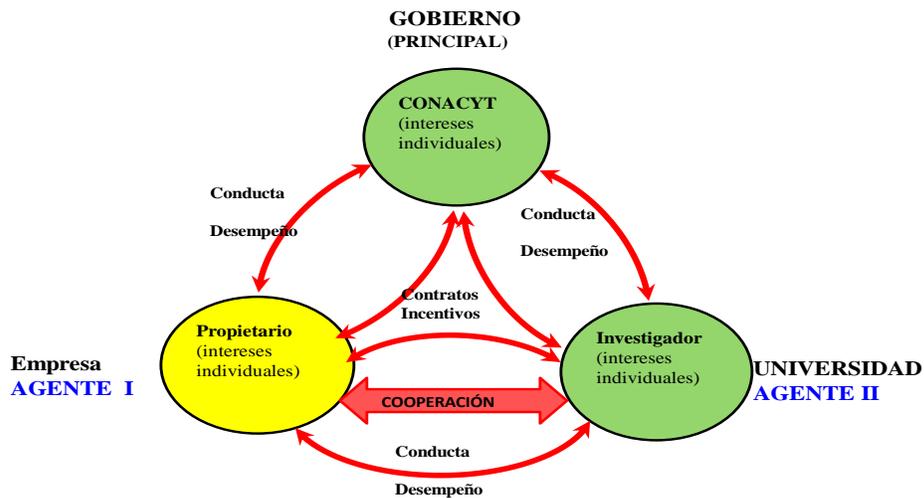
4.2 Unidad de análisis

La unidad de análisis esta asociada con el diseño de investigación y la estrategia para la recolección de información (Yin, 1994). En necesario tener desde el principio un claro acercamiento o en su caso, la definición clara de lo que se busca investigar; así la unidad está vinculada con la exactitud de la pregunta de investigación, es decir, la pregunta de investigación conduce a definir la unidad de análisis y ésta a delimitar nuestras variables de estudio. A continuación se muestra un esquema que retoma dos de los agentes a investigar.



En esta investigación se buscan respuestas en torno al tema de los incentivos para la cooperación en la relación universidad – empresa en el área de biotecnología en México. Esta situación sugiere que para este caso en particular la unidad de análisis es “la relación o interacción entre el IBt y el Instituto Bioclon”. A dichas interacciones bajo ciertos criterios se les analizará, asignará una categoría y concluirá en términos de incentivos a distintos niveles y sobre todo,

aquellos que facilitan u obstaculizan la cooperación.



4.3 Protocolo para el estudio de caso

El protocolo se establece como una guía de investigación, en donde se establecen una serie de procedimientos generales con el propósito de sistematizar el proceso de obtención de información y evidencia para el caso de estudio. Así, el protocolo para este estudio de caso, se estructuró de la siguiente manera:

1. Preparación para la visita inicial
 - i. Previa revisión del estado del arte
 - ii. Confirmación de la cita y acceso al instituto universitario
 - iii. Presentación personal y del proyecto de investigación
 - iv. Propuesta del esquema del trabajo
2. Formalización del proyecto
 - i. Breve presentación del proyecto
 - ii. Ajuste del proyecto en acuerdo de ambas partes
 - iii. Formalización del proyecto
3. Planeación de la recolección de información
 - i. Definición de la unidad de análisis
 - ii. Definición de temas clave

- iii. Preparación de las entrevistas para personal con funciones:
 - De investigación
 - Administrativas
 - De gestión tecnológica
 - iv. Realización de las entrevistas
4. Análisis de la evidencia
- i. Revisión de otras fuentes de información
 - ii. Valoración de la información obtenida
 - iii. Interpretación de datos
 - iv. Redefinición de variables

4.4 Recopilación de datos y fuentes de información para el estudio de caso

La obtención de los datos e información usada en esta investigación, se basó en distintas fuentes de evidencia con la finalidad de encontrar y realizar conexiones pertinentes para la explicación de este fenómeno. Las principales fuentes que se consideraron fueron:

- La información macroestadística presentada en el PECIT y el PECyT
- Información de la *Web* de la página de CONACYT, la Academia Mexicana de Ciencias y diferentes asociaciones de Biotecnología.
- Diferentes *journals*, revistas internacionales y publicaciones acerca de la Biotecnología en México
- Revisión de las convocatorias y estadísticas del programa REDES, Estímulos Fiscales y SNI
- Revisión del programa de estímulos para el personal de la UNAM y el contrato colectivo
- Libros especializados sobre la Biotecnología y la cooperación en México
- Observación directa, en las instalaciones del instituto y la empresa
- Realización de entrevistas a las siguientes personas (para ver el formato de las entrevistas, revítese el anexo de esta tesis):

INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA DE LA UNAM	INSTITUTO BIOCLÓN	CONACYT y Otros
Dr. Tonatiuh Ramírez (1)	Director de I&D Dr. Paniagua (1)	Sub director de Desarrollo Tecnológico Leonardo Ríos
Dr. Alejandro Alagón (1)	Responsable del departamento de Vinculación (1)	Mtra. Alejandra Zarco (1)
Dr. Lourival Possani (1)	Dueño de la empresa Juan López de Silanes	Ing. Jenaro Nosedal (1)
Mtro. Mario Trejo Loyo (1)		Dr. Mauricio Trujillo
Dra. Laura Palomares (1)		
Dra. Adriana Vélez (1)		
Dra. Lucie Burgaud (1)		

Capítulo 5 Caracterización del Instituto de Biotecnología de la UNAM y del Instituto Bioclon S.A. de C.V.

El propósito de este capítulo es describir las características de los dos actores centrales que integran el estudio sobre los procesos de cooperación universidad-empresa. Se presenta una caracterización general del Instituto de Biotecnología de la UNAM (IBt) y del Instituto Bioclon S.A. de C.V., resaltando aquellos rasgos fundamentales relacionados con los procesos de colaboración.

Este capítulo se guía en las siguientes preguntas: ¿Cuál es el objetivo, misión y funciones de los institutos?, ¿Cómo están estructurados?, ¿Cuáles son los principales servicios que ofrece el instituto de Biotecnología de la UNAM, ¿Cuáles son las actividades del Instituto Bioclon S.A. de C.V.?, ¿Cuáles han sido hasta ahora las prácticas exitosas del IBT y de Bioclon?. En términos generales se presenta una descripción de ambas organizaciones que permite un acercamiento que más adelante será útil contraponer con la exploración que se realizó en campo.

El capítulo se estructura de la siguiente manera, en el primer apartado se exponen los orígenes del Instituto de Biotecnología de la UNAM, a continuación la estructura organizativa, en el siguiente apartado todo lo relacionado con los recursos humanos y para concluir la descripción del IBt se presentan aquellas características que se relacionan directamente con la promoción a la colaboración (reglas e infraestructura). En los siguientes apartados se exponen las características del Instituto Bioclon S.A. de C.V.; de igual manera se expone el origen de la empresa, la estructura organizativa, los recursos humanos, la gestión tecnológica y finalmente la organización que promueve la colaboración con las universidades.

5. 1 Orígenes del Instituto de Biotecnología de la UNAM

El Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México es resultado de un proceso que inició con la formación del Centro de Investigaciones sobre Ingeniería Genética y Biotecnología (CEINGEBi), este centro fue creado en abril de 1982 y comenzó su funcionamiento, dentro de las instalaciones del Instituto de Investigaciones Biomédicas²⁰. Es a partir de la aparición de las técnicas de ADN recombinante y la ingeniería genética en los años 80's que surgió la necesidad de armar un grupo de investigación que pudiese usar y potenciar el conocimiento generado en el mundo a partir de las investigaciones de los sistemas biológicos.

²⁰ <http://www.ibt.unam.mx>

Durante la administración del rector Dr. Guillermo Soberón y junto con el Coordinador de la Investigación Científica Dr. Jaime Martuscelli, el Dr. Francisco Bolívar emprendió la formación de un centro de investigación en el área biotecnológica. Así, en abril de 1982 el CEINGEBi comenzó a funcionar con 9 investigadores y 8 técnicos; después de algunos años, se lograron consolidar líneas fuertes de investigación que abrieron paso al actual Instituto de Biotecnología en septiembre de 1991. El Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología (CIIGB) fue transformado en el Instituto de Biotecnología (IBt) de la UNAM²¹. La consolidación del Instituto se vio alentada con la dirección del Dr. Xavier Soberón en el año de 1997, logrando aumentar la cantidad y calidad de la investigación realizada, además de promover constantemente la interacción con el sector productivo y social del país.

Los cambios han sido importantes, no sólo en referencia al factor cuantitativo sino también al cualitativo; el CIIGB inició sus actividades sólo con nueve investigadores, para fines de 1990 contaban con 38 investigadores que conformaron 14 grupos de trabajo, actualmente el Instituto de Biotecnología tiene 93 investigadores, 70 técnicos académicos y más de 180 estudiantes entre maestría y doctorado y alrededor de 120 personas de personal administrativo²².

En 1994 el Consejo Interno del Instituto propuso al Consejo Técnico de la Investigación Científica (CTIC) una reestructuración académica del Instituto, buscando delimitar áreas claras de la investigación que desempeñan; así propusieron la conformación de 5 departamentos; Bioingeniería, Biología Molecular de Plantas, Genética y Fisiología Molecular, Microbiología Molecular, y Reconocimiento Molecular y Bioestructura.

El instituto de Biotecnología tiene como objetivos centrales la investigación básica, el desarrollo de biotecnología, la formación de recursos humanos y la divulgación del conocimiento producido en la sociedad; esto lo expresan en cuatro puntos básicos²³

1. Realizar investigación y generar conocimiento en las áreas y disciplinas que se cultivan en el Instituto: biología molecular, biología celular, microbiología, bioquímica, ingeniería bioquímica, inmunología, biología estructural, biología del desarrollo, genómica, ecología microbiana, bioinformática, entre las más importantes.

²¹ *Ibíd*em

²² *Ibíd*em

²³ Información tomada del *Informe 2006*. Instituto de Biotecnología-UNAM

2. Utilizar el conocimiento en biología para desarrollar tecnología biológica competitiva, de preferencia en colaboración con el sector industrial, orientada a la solución de problemas en el área de la salud, agropecuaria, industrial, energética y ambiental.
3. Participar en la formación de recursos humanos, preferentemente a través de su incorporación en proyectos de investigación multidisciplinarios y en colaboración con otras dependencias de la UNAM, en particular las facultades afines, y de otras universidades.
4. Contribuir a la divulgación del conocimiento en la sociedad.

La infraestructura con la que cuenta el IBt es un factor clave en la promoción de colaboraciones, al contar con equipo altamente especializado y con el personal adecuado para su uso, esto se convierte en un atractor de aquellas empresas que usan o desarrollan técnicas biotecnológicas, ya que el equipamiento se convierte en un incentivo positivo para las empresas, para otras universidades e institutos públicos.

5.2 Estructura Organizativa

Dentro del Instituto, existen tres unidades que brindan diferentes tipos de servicios abiertos para todo aquel que lo requiera, la Unidad de Síntesis y secuenciación de ADN se encarga de los Oligonucleótidos y todo lo referente a la secuenciación de ADN, ofrecen servicios como²⁴:

- Síntesis misma de oligonucleótidos específicos, análisis y purificación
- Marcajes No Radioactivos con Fluoresceína o Biotina
- Oligonucleótidos Modificados (amino terminal, fosforotioatos, bases degeneradas, etc).

También se cuenta con la Unidad de escalamiento y planta piloto que lleva a cabo una extensiva investigación y desarrollo tecnológico en las áreas de producción de biomasa y proteína. Esta unidad cuenta con experiencia en la optimización y el escalamiento de procesos de fermentación, separación y purificación de producto. Esta unidad ofrece sus servicios de colaboración en las siguientes actividades:

²⁴ <http://www.ibt.unam.mx>

- Proyectos de investigación, adaptación y desarrollo de tecnologías
- Desarrollo de nuevos productos a partir de fermentaciones
- Optimización de condiciones de operación en procesos de fermentación, centrifugación, secado, filtración, destilación y liofilización.
- Demostración de la factibilidad técnico-económica de bioprocesos
- Transferencia de tecnología
- Entrenamiento especializado en la operación de equipos piloto
- Maquilado de productos alimenticios, farmacéuticos o de fermentación

Y finalmente la Unidad de Proteómica que ofrece servicios como:

- Determinación de masas moleculares, de puentes de disulfuro, de N-terminales bloqueados y de C-terminales amidados
- Secuenciación parcial de proteínas
- Identificación de proteínas a través de *Peptide Mass Fingerprint*
- Identificación de proteínas a través de *LC-MS/MS*
- Determinación de modificaciones post-traduccionales.

La existencia de estas unidades que fundamentalmente brindan servicios a las empresas y a diversas instituciones universitarias ha sido catalizador de importantes conexiones con otras instituciones, ya que en muchas ocasiones esto ayuda a la difusión de otras actividades que desempeñan o bien de los recursos humanos altamente calificados con los que cuenta, convirtiéndose en un atractivo del instituto por la calidad que mantienen. Así, la infraestructura se ha convertido en un incentivo positivo para las empresas ya que se ven atraídas hacia la universidad y a su vez, esto ha promovido la interacción, la comunicación y en algunos casos el establecimiento de cooperación en distintas áreas, ya sea en el desarrollo de un programa de investigación, en la respuesta a un problema tecnológico o de producción o bien para el desarrollo de nuevos procesos o productos.

5.3 Recursos Humanos, stock y flujos

El Instituto de Biotecnología agrupa al personal académico en cinco departamentos: Biología Molecular y de Plantas, Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular, Ingeniería Celular y Biocatálisis, Medicina Molecular y Bioprocesos y Microbiología Molecular.

Cada uno de estos departamentos está integrado por un Grupo de Investigación y por Unidades de Apoyo Técnico y Desarrollo Metodológico. Por cada grupo de Investigación se tienen uno o dos jefes o líderes académicos, quienes son los encargados de definir las líneas de investigación y son los responsables del Grupo ante el Consejo Interno²⁵, bajo su mando se encuentran los investigadores asociados, los técnicos académicos y estudiantes; mientras que las Unidades de Apoyo Técnico y Desarrollo Metodológico están integradas por técnicos académicos y un investigador en jefe que define evalúa y planea sus labores.

Dentro de las Unidades de Apoyo Académico se encuentran la Biblioteca, el centro de Cómputo, Docencia y Formación de Recursos Humanos, además de la unidad de Vinculación e Intercambio Académico, y para cubrir otras necesidades se han integrado las Secretarías Técnicas de Mantenimiento y la de Gestión y Transferencia Académica.

A continuación se presenta la composición de los cinco Departamentos del Instituto y de las Unidades adscritas, además de una pequeña descripción de las líneas fundamentales de investigación:

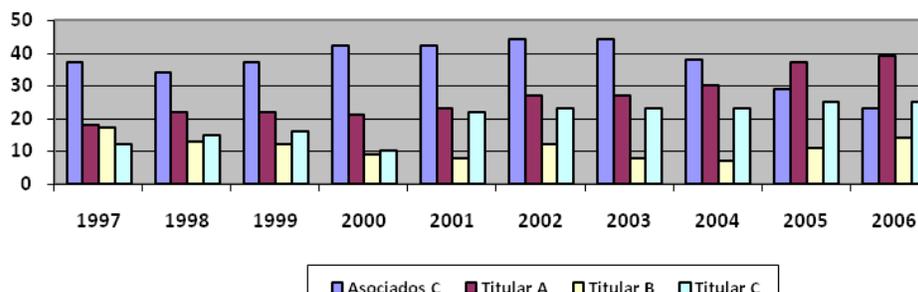
- a) *Departamento de Biología Molecular de Plantas*. Formado por 9 líderes académicos que integran 9 grupos y 1 unidad
- b) *Departamento de Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular*. Integrado por 9 líderes académicos que integran 7 grupos y 4 unidades
- c) *Departamento de Ingeniería Celular y Biocatálisis*. Formado por 8 líderes académicos que integran 7 grupos y 2 unidades
- d) *Departamento de Microbiología Molecular*. Integrada por 6 líderes académicos que integran 5 grupos
- e) Y finalmente el área donde se localizan los agentes de este estudio; el *Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos*. Conformada por 7 líderes académicos que integran 7 grupos: A. Alagón, B. Becerril, E. Horjales, L. Possani, T. Ramírez (jefe de departamento), Y. Rosenstein y R. Stock.
 - Toxicología y tecnologías con anticuerpos

²⁵ El Consejo Interno está conformado por todos los líderes de proyecto y su función básica es definir criterios y elementos en torno a la organización del Instituto, además de valorar las líneas de investigación buscando desarrollar proyectos que sean relevantes para el desarrollo de la ciencia biológica y el país en general.

- Anticuerpos desplegados en fagos para usos diagnósticos y terapéuticos
- Biología estructural y cristalografía de macromoléculas
- Eventos moleculares involucrados en la intoxicación por el veneno de alacranes
- Bioingeniería de cultivo de células de eucariotes superiores. Ingeniería de bioprocesos para la producción de proteínas recombinantes de uso terapéutico
- Activación y regulación de la respuesta inmune
- Biología molecular y celular de *Entamoeba histolytica* toxicología aplicada

A continuación se presenta la composición del capital humano que conforma el IBt, es notorio que hay un dominio de la categoría “asociados C²⁶” hasta el año 2004, lo que indica que en 2005 algunos de ellos pudieron avanzar al nivel “titular A” gracias a una mejora en su desempeño como investigadores, de acuerdo a los criterios usados por la UNAM, siendo el grupo dominante de investigadores, a la par se nota que el nivel de investigadores “titular C” aumento significativamente lo que también habla de avances de categoría dentro de los investigadores que conforman en instituto, lo que se puede traducir en una mejor calidad o por lo menos en una evaluación que muestra avances en el desempeño de los investigadores.

Gráfica 5-a. Investigadores

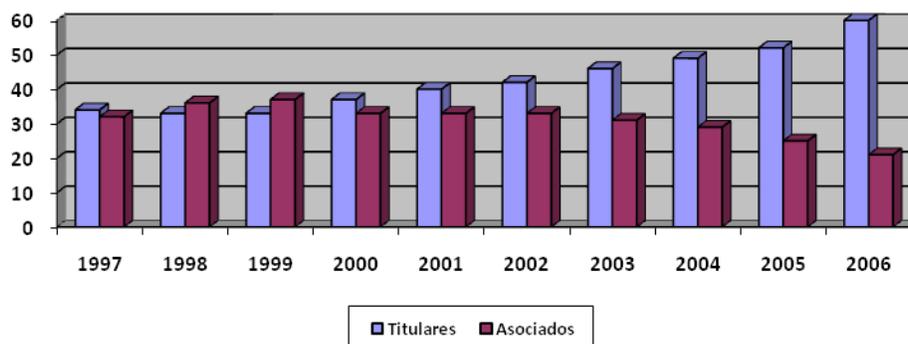


Elaboración propia con datos del *Informe 2006*. Instituto de Biotecnología-UNAM

La categoría de “técnicos” es usada para aquellos académicos que son auxiliares dentro del instituto en el proceso de investigación y forman parte de los grupos de trabajo del mismo. La gráfica 5-b muestra la evolución en este nivel académico. Se distingue un avance en el escalafón de puestos, ya que han logrado convertirse en “titulares” gran parte de los técnicos “asociados” y la cantidad que se registraba en 1997 se ha duplicado en el 2006.

²⁶ Estas categorías se definen de acuerdo al tabular de la Universidad Nacional Autónoma de México

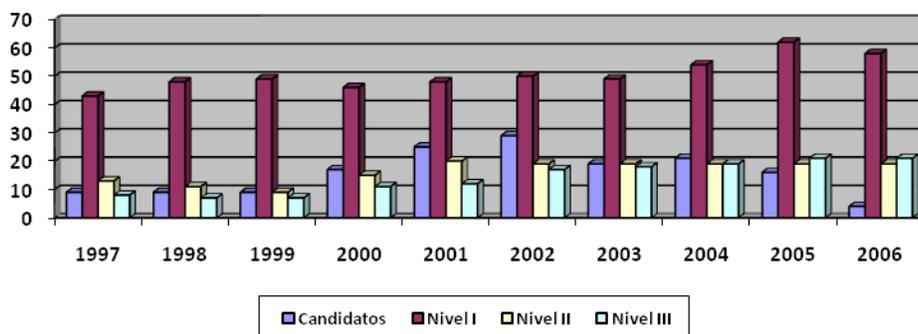
Gráfica 5-b. Técnicos



Elaboración propia con datos del *Informe 2006*. Instituto de Biotecnología-UNAM

El Sistema Nacional de Investigadores fue creado para reconocer la labor de las personas dedicadas a producir conocimiento científico y tecnología²⁷; el reconocimiento consiste en dar el nombramiento de investigador nacional, como símbolo de calidad y prestigio y por su aporte a la creación de recursos científicos y tecnológicos. Junto, con esto se otorgan incentivos económicos a través de becas cuyo monto varía con el nivel asignado. El SNI manifiesta por objeto “promover y fortalecer, a través de la evaluación, la calidad de la investigación científica y tecnológica, y la innovación que se produce en el país”²⁸. A partir de este criterio, se evalúa a los investigadores en México, de manera que se puede ver en la estructura de los investigadores del instituto un predominio de la categoría “nivel I” y un avance en las categorías “nivel II” y “nivel III”.

Gráfica 5-c. Sistema Nacional de Investigadores



Elaboración propia con datos del *Informe 2006*. Instituto de Biotecnología-UNAM

Cabe destacar, que desde 1999 cuentan con un Investigador Emérito y desde el 2003 con dos investigadores de excelencia del SIN.

²⁷ <http://www.conacyt.mx/>

²⁸ *Ibíd*em

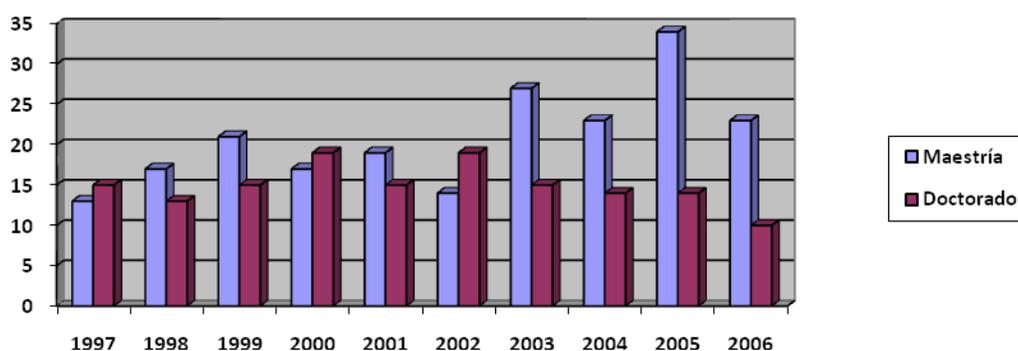
5.4 Formación de capital humano, publicaciones y patentes

El Instituto de Biotecnología de la UNAM es un activo formador de estudiantes tanto a nivel licenciatura como a nivel posgrado, los investigadores están involucrados en proyectos conjuntos con la Facultad de Química y el Instituto de Fisiología Celular de la UNAM, así entre estas tres entidades se coordina el posgrado en Ciencias Bioquímicas que incluye maestría y doctorado. A nivel licenciatura participan junto con el Centro de Ciencias Genómicas en la impartición de materias en la carrera de Ciencias Genómicas.

Otra de las actividades relacionadas con la formación de capital humano se lleva a cabo junto con la Facultad de Ciencias de la UNAM; se imparten talleres de investigación para los últimos dos años de la carrera de Biólogo en el área de biología molecular de plantas, de la ingeniería genética y sus aplicaciones y de la comprensión de la biología a partir de las macromoléculas.

Algunos de los investigadores del IBt también forman parte del personal académico de otras carreras tales como, Medicina, Ciencias Biológicas, Ciencias y Farmacia de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Gráfica 5-d. Graduados en el Instituto de Biotecnología, Posgrados varios (1997-2006)



Elaboración propia con datos del *Informe 2006*. Instituto de Biotecnología-UNAM

Cuadro 5-a. Alumnos Graduados en el Instituto (1994-2006)

Año	Número de Investigadores	Licenciatura	Maestría	Doctorado	Totales	Tesis/Inv/Año
-----	--------------------------	--------------	----------	-----------	---------	---------------

1994	70	16	29	6	51	0.73
1995	74	14	14	8	36	0.49
1996	83	13	13	7	33	0.4
1997	84	22	13	15	50	0.6
1998	92	13	17	13	43	0.47
1999	85	26	21	14	61	0.72
2000	90	14	17	19	50	0.56
2001	95	17	19	15	46	0.48
2002	98	25	14	19	58	0.59
2003	98	28	27	15	70	0.71
2004	102	27	23	14	64	0.62
2005	102	27	29	14	64	0.62
2006	100	25	21	10	56	0.56

Elaboración propia con datos del *Informe 2006*. Instituto de Biotecnología-UNAM

Las áreas en las que se han generado mayores avances en la investigación y en las hay capacidades desarrolladas son entre otras; la genética y fisiología molecular de sistemas y organismos modelo (ratón y erizo de mar), de organismos relevantes por su relación con el ser humano (amiba, rotavirus, salmonella, frijol, maíz, alacranes), microorganismos fijadores de nitrógeno y microorganismos de interés industrial. En el área de biología estructural se ha logrado el reconocimiento molecular y la biocatálisis, en sistemas modelo y en sistemas relacionados con procesos patológicos o con moléculas de utilidad industrial, esto ha implicado no sólo el desarrollo del conocimiento sino la difusión de lo que se ha logrado a través de publicaciones en revistas especializadas y en algunos casos libros sobre temas clave. La calidad de la investigación realizada es alta y relevante; gran parte de las publicaciones se realizan en revistas internacionales especializadas y cabe destacar que junto con esto, varios investigadores del instituto pertenecen a comités editoriales internacionales y nacionales especializados o bien fungieron como evaluadores de artículos de revistas como:

Cuadro 5-b. Revistas

American Journal Physiology	Biocatalysis and Biotransformations	Gene
Anaerobe	Biochemical Journal	Journal of Biotechnology
Annals of Botany	Biochemistry	Journal of Experimental Botany
Antonie van L. International Journal	Bioinformatics	Science
Applied Microbiology and Biotechnology	Biotechnology and applied Biochemistry	Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology
Archives of Microbiology	Biotechnology and Bioengineering	Journal of Comparative Neurology
Archives of Virology	Biochnology Progress	Molecular and Cellular
BB Acta	Genome Biology	Virus Research
Bioessays	Brain Research	Current Microbiology
Biología Bratislava	Cell Motility and Cytoskeleton	Endocrinology
Biotechniques	Chemospher	Environmental Science and Tech
Evolutinary Bioinformatics Online	Infection and Inmunity	Journal of applied microbiology
FEBS Letters	Insect Molecular Biology	Journal of Bacteriology

Frontiers in Bioscience	International Journal of Plant Science	Journal of Clinical Microbiology
Functional Plant Biology	Journal Invertebrate Pathology	Journal of Economic Entomology
Journal of Experimental	Journal of Virology	Plant Cell
Journal of Immunology	Neuroendocrinology	Plant Physiology
Journal of Leukocyte Biology	Peptides	Plant Science
Planta	Proteomics	Trends in Biotechnology

Elaboración propia con datos del *Informe 2006*. Instituto de Biotecnología-UNAM

Desde la creación del Instituto, se ha publicado en 2611²⁹ ocasiones, 1653 de los artículos han aparecido en revistas, la mayoría a nivel internacional. Junto con esto, se publicaron 44 libros en las siguientes áreas: ingeniería bioquímica, química orgánica, ingeniería enzimática, termodinámica, ingeniería genética y biotecnología, ingeniería genética en medicina veterinaria, alimentos transgénicos, desarrollo de la biotecnología en México, genómica, proteómica y bioinformática.

Cuadro 5-c. Publicaciones

Año	Número de Investigadores	Revistas Internacionales	Revistas Nacionales	Contribuciones en libros y memorias in extenso de congresos y simposios internacionales	Libros	Publicaciones Internacionales/ Investigadores/ año
1995	74	81	4	23	1	1.41
1996	83	101	5	37	2	1.66
1997	84	71	3	27	2	1.17
1998	92	98	2	41	2	1.51
1999	85	93	0	19	1	1.32
2000	90	96	19	24	5	1.33
2001	95	104	1	14	6	1.24
2002	98	104	19	12	6	1.18
2003	98	96	1	15	6	1.13
2004	102	114	3	4	1	1.15
2005	102	112	5	11	1	1.21
2006	100	110	6	24	4	1.34
Totales	1103	1180	68	251	37	1.30

Información tomada del *Informe 2006*. Instituto de Biotecnología-UNAM

Una patente es un derecho subjetivo que concede el estado al titular (persona física o moral) la explotación, producción o uso en exclusiva o a través de un tercero bajo licencia de su invento con determinadas limitaciones como son la territorialidad y la temporalidad³⁰. México ha mostrado un nivel especialmente bajo en su nivel de patentamiento comparado con otros países, que mostraban hace quince o veinte años niveles similares, sin embargo, en un análisis interno el

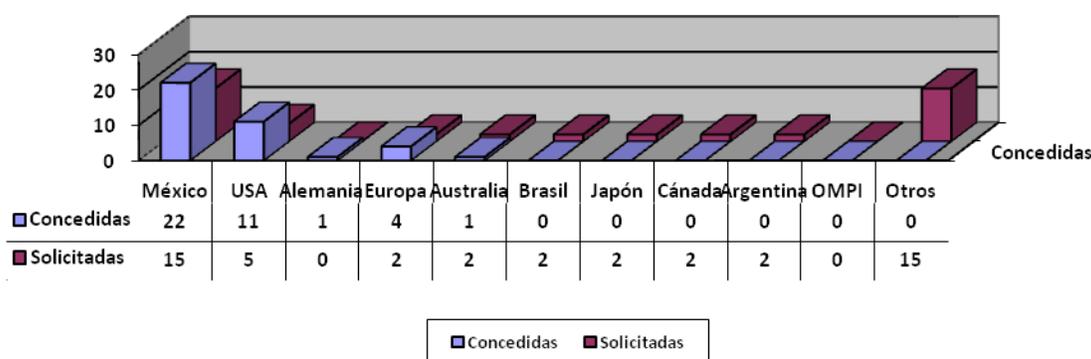
²⁹ Op. Cit.

³⁰ El IMPI y sus procesos entrono a la Protección y Explotación de las Patentes. Ing. Angélica Silis reyes. Coordinadora departamental del Centro de Información Tecnológica. Presentación 25 de abril 2007

Instituto de Biotecnología ha tenido un buen nivel en cuanto al registro y solicitud de patentes, no es comparable al de Institutos de otros países –sobre todo de países desarrollados- pero sí existe una política clara y dirigida de promoción del patentamiento dentro del Instituto, cabe destacar que es uno de los pocos institutos que cuentan con una oficina propia de Gestión y Transferencia de Tecnología, que trabaja conjuntamente con la Oficina de Vinculación encargada de los institutos de la UNAM que se localizan en el campus Morelos.

El Instituto de Biotecnología tiene registradas 40 patentes y 55 solicitudes³¹ más, registradas en México, Estados Unidos u otros países.

Gráfico 5-e. Relación de Patentes Concedidas y Solicitadas al IBT por país (1990-2006)



Elaboración propia con datos del Informe 2006. Instituto de Biotecnología-UNAM

5.5 Investigación Aplicada, Servicios de Desarrollo Tecnológico y Proyectos de Cooperación

Gran parte de la investigación que ha llevado a cabo el Instituto ha sido utilizada de diversas maneras; gracias a la cooperación con algunas empresas mexicanas se logró el desarrollo de tecnología biológica competitiva en distintas áreas, entre las que sobresalen las siguientes³²:

- Tecnología enzimática para la producción de penicilinas y cefalosporinas semisintéticas
- Proceso de fermentación para la producción de goma xantana
- Procesos de fermentación para la producción de proteína unicelular a partir de suero de leche o de metanol
- Proceso a nivel piloto para la producción de inóculo de *Saccharomyces cerevisiae* con fines de elaboración de alcohol y métodos para su caracterización bioquímica funcional y genética
- Proceso de producción de jarabes edulcorantes a partir de suero de leche

³¹ Estos datos tienen fecha de corte hasta el año 2006

³² Ibídem

- Proceso enzimático para mantener durante más tiempo la flexibilidad, textura, frescura y elasticidad de los productos de maíz elaborados con él
- Tecnología de extracción enzimática de pigmentos liposolubles de la flor de cempazúchitl
- Tecnología de extracción enzimática de aceites de coco y otras frutas
- Dos estuches diagnóstico en diferentes formatos y anticuerpos monoclonales involucrados para la detección de hipotiroidismo (detección de la hormona TSH)
- Proceso para producir insulina humana
- Procedimiento para el incremento del contenido de vitamina E en plantas transgénicas
- Puesta a punto de la producción de dos antivenenos, uno de serpientes africanas y otro basado en inmunógenos recombinantes antiloxosceles
- Desarrollo de una biblioteca de inmunógenos recombinantes antialacrán
- Desarrollo de un anticuerpo recombinante humano capaz de neutralizar el veneno total del alacrán *Centruroides noxiusaceites*.

Hasta el año 2008 se han registrado alrededor de 200³³ convenios de cooperación con los sectores industrial, paraestatal y académico y en la actualidad se encuentran 22 vigentes.

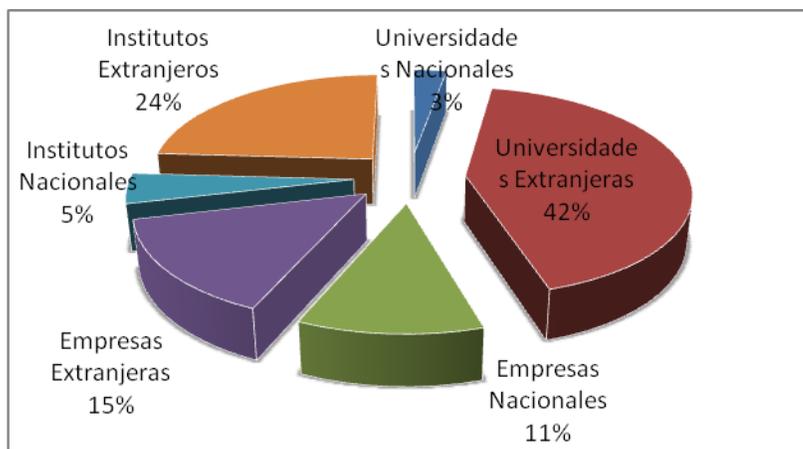
- Construcción de microorganismos que producen proteínas humanas (interferón e insulina humanos)
- Modificación de enzimas de interés industrial como penicilina amidasa
- Rediseño de microorganismos para optimizar la producción de metabolitos de interés industrial como la L-fenilalanina y melanina
- Desarrollo de procesos de producción de polímeros de interés industrial (xantanas o PHB)
- Desarrollo de cepas y procesos de producción de microorganismos para control biológico de plagas (bacterias, hongos y levaduras)
- Desarrollo de sistemas de detección de modificaciones o deficiencias hormonales (errores congénitos, embarazo) y de enfermedades infecciosas, utilizando sondas de DNA y RNA o anticuerpos monoclonales

³³<http://www.ibt.unam.mx> (revisado el 18 de abril de 2008)

- Aislamiento y caracterización de microorganismos de interés industrial
- Desarrollo y mejoramiento de antivenenos
- Mejoramiento de caracteres específicos de plantas de interés agrícola e industrial (resistencia a sequía, salinidad, metales pesados).

Los convenios en los que ha participado el IBt implican distintas formas de cooperar, desde transferencia de materiales, desarrollos conjuntos, servicios prestados, pruebas piloto, etcétera. Al analizar la estructura de los convenios firmados por el IBt, se observa que el 81% de sus relaciones se establecieron con empresas, institutos y universidades extranjeras y el 19% restante con nacionales; esto significa que la actividad que desarrolla el instituto no ha sido aprovechado por las organizaciones nacionales, al contrario, son las organizaciones extranjeras las que han obtenido mayor provecho de lo que se desarrolla o de la infraestructura. Una aproximación al tema de la poca participación nacional es precisamente la falta de empresas u laboratorios públicos como privados que desarrollen actividades biotecnológicas en México, de manera que las capacidades que el IBt ha logrado sólo son demandadas por el extranjero ya que no internamente no hay capacidad de asimilarlas. Resalta el hecho de que a pesar de que existan universidades en el país que desarrollan biotecnología, las relaciones que establecen con el IBt no se ven reflejadas en el gráfico, esto es así ya que en la mayoría de los casos cuando un investigador trabaja con otro de distinta institución no establecen un convenio formal, en ocasiones la práctica es informal y no queda registro del proceso de cooperación que realizaron, así no existe evidencia de en que trabajaron o que lograron; esta es una práctica común entre los investigadores y que puede estar modificando el dato sobre la relación IBt con otras universidades nacionales.

Gráfico 5-f. Estructura de los convenios firmados por el IBt 1982-2008



Elaboración propia con datos basados en entrevistas e información proporcionada por el departamento de Transferencia Tecnológica del IBt-UNAM

Aquí la muestra de algunos de los más exitosos y las características de cada uno de ellos.

Cuadro 5-d. Convenios (2004-2006)

Convenio	Integrantes del Convenio
Convenio de colaboración para realizar estudios de caracterización de afinidades de variantes de Cry8 en dos insectos plaga	IBT- Pioneer Hi Bred Int. Inc
Convenio de prestación de servicios para la producción de lotes de levadura	IBT-Ferrings, S.A. de C.V.
Convenio de prestación de servicios puesta a punto de una tecnología de Bioaumentación	IBT-Flores y Ríos S.A. de C.V.
Convenio general de colaboración para dar acceso a la empresa a los derechos de propiedad intelectual, particularmente las relacionadas con venenos y sus toxinas, antivenenos y sistemas diagnósticos	IBT-Instituto Bioclon S.A. de C.V. S.A de C.V.
Convenio de colaboración con el fin de apoyar el establecimiento formal y la modernización del arcnario del Instituto de Biotecnología	IBT-Instituto Bioclon S.A. de C.V. S.A de C.V.
Convenio de colaboración para establecer sistemas adecuados para la expresión recombinante de varias versiones de un anticuerpo monoclonal.	IBT-Instituto Bioclon S.A. de C.V. S.A de C.V.
Convenio específico de colaboración para la caracterización de venenos de serpientes africanas y el desarrollo de un antiveneno polivalente para África Subsahariana	IBT-Instituto Bioclon S.A. de C.V. S.A de C.V.
Convenio de colaboración para el desarrollo en México del área de anticuerpos monoclonales	IBT-Instituto Bioclon S.A. de C.V. S.A de C.V.
Convenio de colaboración para el desarrollo de estudios de N-Glicosilación de IgG de caballo, obtenidos en contra de veneno de alacrán	IBT-Instituto Bioclon S.A. de C.V. S.A de C.V.
Convenio de colaboración para explorar la factibilidad de uso de antígenos recombinantes para producir mamíferos u otros animales, antivenenos contra alacranes	IBT-Universidad de Antioquía

colombianos	
Convenio de colaboración para explorar la factibilidad de producción de antivenenos contra alacranes del género <i>Tityus</i>	IBT-Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas
Convenio de transferencia de materiales biológicos	IBT-Swiss Federal Institute of Technology Zurich Alemania
Convenio de Licenciamiento de software especial	IBT-The scripps research Institute Estados Unidos

Elaboración propia con datos del *Informe 2006*. Instituto de Biotecnología-UNAM

El instituto ha logrado consolidar un sistema de calidad que permite al personal académico proponer mejoras en áreas claves, que van desde la investigación básica en biotecnología animal, celular, de plantas y humanos hasta la mejora de prácticas en procesos de cualquier área de investigación que realizan; además de procesos de escalamiento en la producción de medicamentos o vacunas, entre otros. La transferencia de tecnología, de materiales biológicos y el licenciamiento de software especial y acceso a bases de datos, han sido un factor clave en la constitución de prácticas exitosas para el instituto.

Cuadro 5-e. Convenios de Materiales Biológicos transferidos al Instituto por convenio (2004-2006)

Institución	País	Año
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology	Japón	2006
Instituto Bioclon S.A. de C.V. S.A. de C.V.	México	2006
Universidad de Connecticut	Estados Unidos	2006
Institut de Génétique et de Biologie Moléculaire et Cellulaire	Francia	2006
EUROSCARF Johann Wolfgang Goethe Universität- Frankfurt	Alemania	2006
Tokio Medical and Dental University	Japón	2006
Riken Bioresource Center	Japón	2005
Mayo Foundation for Medical Education and Research	Estados Unidos	2005
Universidad de Leiden	Holanda	2005
The Tropic Health Institute of South Medical University	China	2005
National Heart, Lung and Blood Institute	Estados Unidos	2005
Stowers Institute for Medical Research	Estados Unidos	2005
Universidad de Iowa	Estados Unidos	2005
Rice Genome Resource Center	Japón	2005
Flanders Interuniversity Institute for Biotechnology	Bélgica	2005
Howard Hughes Medical Institute	Estados Unidos	2005
Plant Bioscience Ltd.	Inglaterra	2005
Sloan-Kettering Institute for Cancer Research	Estados Unidos	2004
Institute Pasteur	Francia	2004
Institut National de la Recherche Agronomique	Francia	2004
University of Calgary	Canadá	2004
Yale University	Estados Unidos	2004
Riken Bioresource Center	Japón	2004
The Salk Institute for Biological Studies	Estados Unidos	2004
The University of Tennessee	Estados Unidos	2004
Genetech- Curis Inc.	Estados Unidos	2004

Elaboración propia con datos del *Informe 2006*. Instituto de Biotecnología-UNAM

5.6 Origen del Instituto Bioclon S.A. de C.V.

Antes de la formación de Instituto Bioclon S.A. de C.V., en México existían tres laboratorios que fabricaban antivenenos en México, la Gerencia General de Reactivos y Biológicos del Instituto de Higiene, Laboratorios Zapata y Laboratorios MYM todos de origen nacional; los tres laboratorios producían bajo estándares muy parecidos y había cierto acuerdo sobre el reparto del mercado. Con el paso del tiempo, se decidieron vender los últimos dos laboratorios de origen privado y se fusionaron en los llamados Laboratorios Pharma; después de esto el Lic. Juan López de Silanes convenció a la gerencia de Laboratorios Silanes S.A. de C.V. de comprar este Laboratorio y así surgió Instituto Bioclon S.A. de C.V.³⁴.

El Instituto Bioclon S.A. de C.V. se fundó en 1990, resultado de la fusión de las mencionadas empresas del ramo biológico y farmacéutico. Ante el difícil momento económico por el que transitaba México, era necesario apostar en nuevos desarrollos aprovechando los avances de la biotecnología. El Instituto Bioclon S.A. de C.V. pertenece a los Laboratorios Silanes S.A. de C.V.. Esta empresa fue formada en 1943 por Antonio López de Silanes y Salinas, quien logró consolidar una de las primeras empresas farmacéuticas en México. Los Laboratorios Silanes S.A. de C.V. se componen de cuatro divisiones: farmacéutica, diagnósticos, farmoquímica y biológicos. Es el área denominada “División de Biológicos” la que está a cargo de la estructura de Instituto Bioclon S.A. de C.V.; aquí se producen faboterápicos³⁵ para la neutralización de venenos de animales ponzoñosos³⁶.

Los faboterápicos son elaborados con tecnología desarrollada basada en la cooperación en I&D con el Instituto de Biotecnología de la UNAM. Los antivenenos funcionan mediante la interacción del antígeno o veneno con un anticuerpo específico o antiveneno. La inactivación del

³⁴ Instituto Bioclon S.A. de C.V. es una filial de Laboratorios Silanes S.A. de C.V., éste surgió y se ha establecido como el área de investigación y desarrollo.

³⁵ Bioclon es creador a nivel mundial de faboterápicos de tercera generación, estos son antivenenos de alta seguridad y eficacia que no producen reacciones secundarias severas. En 1926, apareció en Durango la primera generación de antivenenos mexicanos basados en suero crudo y, en la década de los 60, se logró la purificación de anticuerpos (inmunoglobulinas) de caballo. El procedimiento que se seguía era volver resistente al animal, inyectándole cierta cantidad de veneno. Así, al cabo de tres meses, producía anticuerpos (proteínas) en su sangre, que inhibían o neutralizaban los efectos de aquél. Sin embargo, los antivenenos causaban efectos colaterales fuertes y, por lo tanto, la gente pensaba que eran más peligrosos que las sustancias tóxicas. Para evitar esta connotación negativa fue necesario crear el concepto faboterápicos.

³⁶ Los faboterápicos se obtienen mediante la inmunización de animales, con venenos de serpiente, alacrán, araña o cualquier animal ponzoñoso, con el fin de que dichos animales actúen como “bio-reactores” desarrollando anticuerpos, estos son separados del suero que se forma para producir productos que se suministran por vía parenteral a los pacientes que han sufrido picaduras o mordeduras

veneno implica dos condiciones por parte del anticuerpo: a) reconocer el veneno y b) acoplarse a él en el sitio activo para lograr neutralizarlo.

Los productos que ha desarrollado Bioclon manifiestan una alta calidad, de manera que cuentan con la Certificación Internacional de Buenas Prácticas de Manufactura otorgado por el Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA) del Ministerio de Protección Social de Colombia y por la COFEPRIS de México; además de ser la única empresa mexicana que cuenta con el nombramiento de “droga huérfana”³⁷ a tres de sus medicamentos, cedida por la *Food and Drug Administration* (FDA) en los Estados Unidos.

El plan estratégico que ha diseñado el Instituto Bioclon S.A. de C.V. consiste en articular una serie de esfuerzos basados en la innovación de procesos y productos, a través de un modelo de gestión tecnológica que se centra en los programas de vinculación academia-industria. Así, buscan promover la modernización, impulsar la investigación a nivel nacional mediante becas y estímulos a investigadores, desarrollo de proveedores mediante la capacitación y asistencia técnica³⁸.

5.7 Estructura Organizativa

Los objetivos del Instituto Bioclon S.A. de C.V. se resumen en los siguientes cuatro puntos:

1. Satisfacer los requerimientos acordados con los clientes y contribuir a la atención oportuna para el restablecimiento de la salud y mejorar la calidad de vida de los seres humanos proporcionando productos biotecnológicos y medicamentos eficaces seguros.
2. Proporcionar beneficios a todos los clientes, accionistas, empleados, proveedores, y a la sociedad en general dentro del entorno económico, social y político de nuestro país.
3. Fomentar actitudes positivas que generen ambientes favorables agradables para el mejor desarrollo de las metas a corto y largo plazo.
4. Desarrollar y elaborar medicamentos y productos biotecnológicos que beneficien la salud y la calidad de vida del ser humano.

³⁷ El término hace referencia a la inexistencia de alguna droga o medicamento para tratar un padecimiento específico.

³⁸ Compendio de Organizaciones Ganadoras del Premio Nacional de Tecnología 2005

Instituto Bioclon S.A. de C.V. ha centrado su atención en los procesos de innovación, ya que lo considera como la principal fuente de progreso y competitividad. Esto ha implicado la definición de un plan tecnológico que pone énfasis en el desarrollo de nuevos procesos y productos mediante el uso de tecnologías de ADN recombinante. Este trabajo lo ha desarrollado particularmente con el Instituto de Biotecnología de la UNAM.

El plan tecnológico del Instituto Bioclon S.A. de C.V., se ha llevado a la práctica en una estrategia conjunta de financiamiento que combina la inversión propia de la empresa³⁹ con la obtención de recursos de instituciones gubernamentales, a través de convenios con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), la Secretaría de Economía (SE), la *Food and Drug Administration* y el *Institute de la Recherche pour le Développement* de Francia.

Las instalaciones actuales dedicadas a la I&D se localizan dentro de los Laboratorios Silanes S.A. de C.V. y cuentan con 25 personas en el área de laboratorios de los cuales la mitad tiene algún tipo de estudio de posgrado, desde especialidad hasta doctorado⁴⁰; esta área está integrada por 10 personas más encargadas de la parte administrativa, en total se cuenta con 35 personas en el área de I&D sólo para Instituto Bioclon S.A. de C.V.. Conjuntamente con el área de I&D, trabaja el área de Estudios Clínicos, dedicados a la parte de pruebas clínicas o sea que ya que se ha desarrollado el producto por el área de I&D, éstos realizan las pruebas necesarias para que sea un producto comercializable, aquí laboran alrededor de 20 personas. A nivel mundial, la demanda de faboterápicos supera la oferta, de manera que la capacidad instalada de Bioclon no ha sido suficiente para cubrir las necesidades del mercado. Hasta hace poco se puso en marcha la planta de biológicos ubicada en el Parque Industrial Toluca 2000 y se espera que con estas instalaciones pueda satisfacerse la demanda mundial de faboterápicos.

Es importante mencionar como es la manera en que se coordina Laboratorios Silanes S.A. de C.V. e Instituto Bioclon S.A. de C.V., ya que la primera brinda una serie de recursos técnicos y financieros que permiten a Silanes desarrollarse de manera adecuada comercialmente. Laboratorios Silanes S.A. de C.V. es el encargado de la comercialización de los productos del Instituto Bioclon S.A. de C.V., de manera que se aprovechan los canales de comercialización creados por Silanes. De manera conjunta han creado la Red Nacional de Centros para el Control y

³⁹ Cabe destacar que en 2004 destinaron el 23.4% de sus ventas a la I&D. <http://www.silanes.com.mx/html/ligas.html>

⁴⁰ Información obtenida de la entrevista realizada el día 20 de mayo de 2008 al Dr. Jorge Paniagua encargado de la Unidad Estratégica de Bionegocios de Laboratorios Silanes S.A. de C.V.

Tratamiento de Envenenamiento por Animales Ponzosos REDTOX, con la finalidad de asesorar a los médicos sobre los tratamientos existentes para los casos de picaduras y mordeduras de animales ponzoñosos. También formaron una red llamada VENENONEMIA compuesta por investigadores, biólogos y médicos que aportan experiencias y conocimientos sobre especies ponzoñosas, casos tratados, problemas de salud y mecanismos de solución. Esto funciona como enlace y depósito de conocimiento entre distintos agentes.

Al ser una empresa líder en la producción de faboterápicos, Bioclon realiza constantemente el ejercicio de vigilancia tecnológica, no sólo incluye la acción de los competidores, sino además el monitoreo constante de los avances científicos en las universidades, y los conocimientos relacionados con su área que se patentan a nivel mundial. La cooperación ha sido una de las estrategias fundamentales dentro del desarrollo de Bioclon, este proceso ha incluido tanto a proveedores como a universidades o laboratorios públicos de investigación, a nivel nacional e internacional.

5.8 La visión innovadora de Instituto Bioclon S.A. de C.V. y el modelo de gestión tecnológica

Bioclon es una empresa ligada a los procesos de planeación estratégica. Su creación respondió precisamente a una decisión estratégica de explorar mercados de productos biotecnológicos en los que se pudiera alcanzar una posición privilegiada. Siguiendo esta línea, actualmente, Instituto Bioclon S.A. de C.V. realiza su planeación de acuerdo con una cuidadosa evaluación de sus oportunidades para desarrollar nuevos nichos de mercado

Es importante señalar cuáles han sido las principales acciones que ha impulsado Bioclon para el desarrollo de los proyectos de innovación en procesos y productos:

- Contratación de personal dedicado exclusivamente a las actividades de I&D.
- Creación de un área de investigación, equipo de laboratorio e instalaciones que cumplan con todas las disposiciones regulatorias.
- Creación de un área específica con animales de dedicación experimental exclusiva para el desarrollo de nuevos faboterápicos.

Matriz del Perfil Tecnológico

Indicadores de recursos	Dominio en	Resultados
Gasto en I&D→ 23.4% de ventas en 2004	Mercado→ México, Centro y Sudamérica, Estados Unidos, África, Australia, Europa, Medio Oriente	Promedio de crecimiento de ventas en los último años→ 26% nacional
Personal de I&D→25 personas en planta y más de 5 grupos externos	Producto→ Faboterápicos	Posicionamiento→ 50% del mercado internacional

Activos dedicados a I&D→ aproximadamente 15% de los activos totales	Producción→Faboterápicos con tecnologías tradicionales y de ADN recombinante	Explotación de intangibles→valuación de la patente de faboterápicos en 1'282,919 USD
---	--	--

Tomado de Compendio de Organizaciones Ganadoras del Premio Nacional de Tecnología 2005, actualización de los datos basado en la entrevista realizada el día 20 de mayo de 2008 al Dr. Jorge Paniagua

El Instituto Bioclon S.A. de C.V. S.A. de C.V., reconoce basar su estrategia competitiva en la innovación de productos, la mejora de sus prácticas de manufactura, el cumplimiento de las regulaciones y el desarrollo de mercados a nivel internacional. Esta estrategia depende de la forma en que se gestionen los recursos existentes y como se logre disponer de los necesarios. Así que se vuelve fundamental generar capacidades para desarrollar, adoptar y asimilar tecnologías de producto y proceso, además de las referentes a la organización y operación⁴¹. El modelo usado por Bioclon, está integrado por seis funciones básicas inventariar, vigilar, evaluar, enriquecer, asimilar y proteger (ver anexo).

Este modelo de planeación tecnológica funciona en conjunto con un modelo de planeación estratégica, de manera que se consolidan una serie de ejes que rigen el desarrollo de toda la organización. Bioclon ha implementado una serie de lineamientos que abarcan cinco funciones básicas descritas a continuación⁴²:

- i. Vigilancia. La empresa realiza análisis permanentes del entorno competitivo a nivel nacional e internacional, además de estar al pendiente de la evolución científica y tecnológica en las áreas de interés de la empresa, de manera que puedan desarrollar nuevas tecnologías. Esta información dota de insumos para determinar estrategias de protección, proporciona datos para identificar proveedores, posibles aliados, clientes y mercados. Este proceso no sólo lo han desarrollado internamente, también cuentan con asesores externos quienes les han ayudado a identificar herramientas de búsqueda, recuperación y análisis de información diferentes a las que emplean.
- ii. Planeación Tecnológica. Esta se realiza de acuerdo con una cuidadosa evaluación de las oportunidades de Bioclon para desarrollar nuevos nichos de mercado. Para tal efecto, se ha generando una capacidad de previsión para contar con la competencia corporativa necesaria para identificar, cristalizar articular nuevas direcciones viables para la empresa. Los insumos básicos de la planeación tecnológica, incluyen: la identificación de oportunidades de producto y mercado, y su priorización, así como un diagnóstico tecnológico enfocado a evaluar las capacidades tecnológicas disponibles. El potencial de

⁴¹ Op. Cit. 90

⁴² www.bioclon.com.mx

las redes de colaboración existentes y las necesidades tecnológicas. Con esta base, se conforma el plan tecnológico que puede responder a alguno de los objetivos siguientes:

- a. Establecer de manera ordenada las metas, los recursos y las actividades a realizar al momento de incursionar en nuevos mercados
- b. Determinar los recursos y actividades necesarias para lograr, en un tiempo determinado el rediseño de algún proceso o la mejora de alguno de los productos

iii. Habilitación.

- a. Contratación de personal dedicado exclusivamente a las actividades de I+D
- b. Creación de un área de investigación, equipo de laboratorio e instalaciones que cumplen con todas las disposiciones regulatorias
- c. Creación de un área específica con animales de dedicación experimental exclusiva, para la obtención de nuevos fáboterápicos

iv. Gestión del conocimiento y Propiedad Intelectual

- a. Generación de captura de conocimiento mediante esfuerzos internos de investigación y mantenimiento de redes de colaboración con especialistas externos
- b. Mapeo de conocimientos e inteligencia competitiva, a través del mantenimiento de antenas tecnológicas en países de interés
- c. Documentación de proyectos mediante un procedimiento que consiste en llevar una bitácora de todos los proyectos internos y externos realizados, así como un programa de reuniones y seminarios periódicos para el intercambio de experiencias
- d. Capacitación y aprendizaje para la asimilación de tecnologías
- e. Capacitación del personal de I&D, producción y área comercial en gestión tecnológica
- f. Gestión del patrimonio intelectual con ayuda de asesores externos y un encargado de la propiedad industrial y biotecnológica que da seguimiento estrecho a sus patentes buscando mantener la vigencia de sus derechos e incrementar la cartera de patentes nacionales e internacionales
- g. Estrategia de manejo de los secretos industriales mediante la clasificación de la información y la firma de acuerdos de confidencialidad con consultores, empleados, proveedores y clientes

- v. Implantación. Se realizan estudios en el mercado, y modificaciones a los procedimientos a ser implantados por las gerencias de producción y control de calidad. La asesoría y capacitación del personal de todas las gerencias, incluyendo al personal de ventas del distribuidor exclusivo, es realizada de acuerdo con un programa elaborado por la Jefatura de I&D, cuyo alcance depende de la magnitud del cambio técnico requerido.

Las anteriores funciones se complementan con una serie de procesos que en conjunto logran toda una estrategia tecnológica eficiente y capaz de generar anticipación de oportunidades y amenazas, además de fomentar una actitud productiva en la empresa. Con esto se ha logrado minimizar riesgos, tiempos y costos de los proyectos y al mismo tiempo maximizar los beneficios.

El proceso de monitoreo tecnológico se ha desarrollado en la empresa, pues es una actividad que alimenta a la gestión tecnológica (en sus procesos de planeación tecnológica, gestión de la propiedad intelectual, estudios estratégicos de competitividad, benchmarking y adquisición de tecnologías, entre otros) a través de la generación de pronósticos tecnológicos, identificación de nuevas tecnologías y vigilancia de lo que hacen los diversos actores (empresas, investigadores, institutos de investigación privados y públicos, etc.). Asimismo, permite el seguimiento de la evolución de la propiedad intelectual con el propósito de elaborar estrategias adecuadas de protección del conocimiento generado internamente. El monitoreo tecnológico implantado en la empresa implica las siguientes etapas:

- Identificación clara y precisa de los objetivos que se persiguen con el proceso
- Identificación de fuentes de información relevantes
- Contratación de las fuentes de información
- Selección y recuperación de documentos tecnológicos
- Análisis de los documentos recuperados
- Generación de resultados
- Uso de estos resultados en la toma de decisiones

Instituto Bioclon S.A. de C.V. S.A. de C.V. también realiza acciones de *Benchmarking*; se vigila constantemente a las empresas que tienen productos similares a los suyos, estos son adquiridos para que el departamento de I&D realice pruebas con la finalidad de comparar eficiencia, presentación, facilidad de uso, caducidad, distribución y precio, entre otras variables. Así, la empresa identifica el desempeño de sus productos respecto a la competencia y determina las diferencias, necesidades y oportunidades para el mejoramiento de los propios. La cobertura

geográfica de los procesos de benchmarking incluye los mercados actuales y potenciales de Bioclon.

La empresa lleva a cabo una serie de estudios estratégicos de mercado y clientes, éstos se actualizan continuamente con el fin de detectar oportunidades de mercado en función de las necesidades de los pacientes de acuerdo con las especies ponzoñosas que habitan diferentes zonas geográficas, las características de los venenos de tales especies y la incidencia de problemas derivados de piquetes o mordeduras. A partir de este tipo de estudios, se cuenta con información pormenorizada sobre la frecuencia de problemas en las principales regiones del mundo.

Con base en sus redes de expertos y a las reuniones de búsqueda que se organizan periódicamente (en las que se identifican eventos que impactarán el futuro), el Instituto Bioclon S.A. de C.V. S.A. de C.V. ha adquirido una gran capacidad para identificar las rutas para su desarrollo. La visión de negocio de la empresa proviene de una orientación hacia afuera y al futuro de sus integrantes, así como del uso inteligente de sistemas y procesos que faciliten la toma de decisiones en un ambiente bien informado. La orientación estratégica de Instituto Bioclon S.A. de C.V. S.A. de C.V. es reforzada por la claridad que ha alcanzado en cuanto a la identificación de los factores clave para su éxito competitivo, los cuales están íntimamente ligados a la innovación. Otro factor importante para la planeación estratégica se relaciona con la especificidad de los negocios del Instituto Bioclon S.A. de C.V. S.A. de C.V., el cual se enfrenta cada día a condiciones de mercado nuevas, debido, primeramente, a que los antivenenos son productos especializados y no de uso y distribución masiva. Por otro lado, la incursión en mercados nuevos obliga a enfrentar condiciones y regulaciones distintas para cada país o región. Esto requiere una metodología clara para cada producto y región.

Con esta base, se conforma el plan tecnológico, el cual sirve para establecer caminos claros a fin de incursionar en mercados nuevos, o bien para determinar las eventuales modificaciones necesarias para ajustar los productos y procesos a los requerimientos regulatorios, siempre bajo el esquema de buenas prácticas de manufactura que son esenciales en esta industria.

5. 9 Desarrollo, Asimilación y Adquisición de Tecnologías

El punto de partida de este proceso es la aprobación de la cartera de proyectos por parte del comité *ad hoc*, en el marco del proceso de planeación tecnológica. La decisión de desarrollar internamente una tecnología se basa en los siguientes criterios:

- Existencia de capacidades e infraestructura propias, suficientes para el desarrollo completo del paquete tecnológico necesario, lo cual determina la factibilidad científica y tecnológica del proyecto
- Relevancia del proyecto para el logro de los objetivos del plan tecnológico.
- Congruencia del proyecto con la disponibilidad presupuestal
- Oportunidad de los resultados esperados, en función del cumplimiento de las demandas del mercado.

En lo que se refiere a la asimilación, el propósito fundamental de este proceso es que todo el personal de Bioclon pueda dominar completamente las tecnologías utilizadas, de tal manera que estén en condiciones de proponer las acciones que enriquezcan el patrimonio tecnológico de la empresa. El proceso de asimilación de tecnología está vinculado a la codificación del conocimiento tácito, al aprendizaje, la capacitación y la estandarización de procedimientos, por ello la asimilación se encuentra estrechamente relacionada con los procesos de gestión del conocimiento, gestión de la propiedad intelectual, gestión de personal y normalización.

Un aspecto importante es la utilización de los recursos técnicos y humanos de las organizaciones con las que Bioclon mantiene estrecha colaboración, especialmente instituciones de investigación y educación superior, para fortalecer el conocimiento del personal sobre los fundamentos científicos de las tecnologías utilizadas

Como se mencionó, parte de la estrategia de Bioclon para adquirir tecnologías necesarias para la elaboración de fáboterápicos y la ejecución de sus planes estratégicos y tecnológicos consiste en la cooperación con centros de investigación y adquisición de tecnologías de terceros; sin embargo, es conveniente mencionar que esta parte de la estrategia tiene un peso menor comparado con el desarrollo tecnológico propio, puesto que la política de la empresa es desarrollar internamente sus tecnologías distintivas lo que le permite mantener su liderazgo, sin embargo es importante mencionar que aproximadamente el 40% de los gastos en I&D se utilizan para la adquisición de tecnologías ya desarrolladas.

5.10 Conclusiones

El propósito de este capítulo fue exponer la estructura organizativa de cada una de las instituciones que se analizan en este trabajo de investigación. Conocer la forma de organización, la estructura y recursos con los que se cuentan ofrece pistas acerca de los elementos que las componen. Revisar los objetivos brinda la oportunidad de reflexionar acerca del alineamiento o

desfase que puede existir entre las metas establecidas institucionalmente y lo que realmente sucede tanto en el IBt como en el Instituto Bioclon S.A. de C.V.

En los objetivos de ambas organizaciones se encuentran contenidos elementos referentes a la promoción del trabajo colaborativo, por un lado con empresas y por el otro con las universidades; ambas organizaciones reconocen la necesidad del trabajo cooperativo que a su vez promueva el desarrollo de nuevas líneas de trabajo, procesos o productos que beneficien a la sociedad en general.

Resalta el hecho de que la empresa Instituto Bioclon promueva constantemente este tipo de relaciones y que además establezca dentro de su organización un modelo de gestión tecnológica; esto implica que la empresa cuenta con el conocimiento suficiente del entorno y que está consciente del papel que la I&D juegan en la actualidad. La promoción de la colaboración es resultado de un proceso de aprendizaje que comenzó con los Laboratorios Silanes y que se reforzó con la interacción que ha establecido la empresa por medio de Instituto Bioclon con las Universidades, en especial la UNAM y particularmente el IBt.

Por otro lado ha quedado expuesto como el proceso de instalación de un Instituto de tanta importancia como el IBt ha pasado por distintas etapas y que fundamentalmente ha sobrevivido y ganado reconocimiento gracias a la calidad de sus investigadores y al potencial que han demostrado tener.

Aquí se ha enfatizado en aquellos elementos que propician o estimulan la relación universidad – empresa de manera que sea posible establecer canales que relacionen a la organización con lo que ha sucedido en la relación IBt-Bioclon y si existen contradicciones entre estas estructuras y los procesos de colaboración. Así, es necesario exponer el elemento tecnológico que dio origen a la cooperación entre esta empresa y este instituto.

Capítulo 6 Un problema de salud, una solución tecnológica

El objetivo del presente capítulo es describir detalladamente el problema a partir del cual surgió la necesidad de cooperar entre el Instituto de Biotecnología de la UNAM y el Instituto Bioclon S.A de C.V. En este capítulo se expone el proceso tecnológico que se derivó a partir de la búsqueda de solución al problema de salud relacionado con el uso de los antivenenos; este capítulo es la conexión y el hilo conductor que abre paso al análisis de la relación en sí misma y que es el objeto central del capítulo 7.

El fenómeno que dio forma a los procesos de cooperación entre el Instituto de Biotecnología de la UNAM y el Instituto Bioclon S.A de C.V. fue la picadura y mordedura de animales ponzoñosos. Al ser esto el punto inicial de las investigaciones realizadas por el IBT y la preocupación comercial de Instituto Bioclon, es relevante presentar una monografía detallada del problema que se pretendió y se pretende resolver en cuanto a las fallas médicas y de mercado.

6.1 La picadura del alacrán y la mordedura de la araña

A continuación se trata el tema de los alacranes y las arañas, para contextualizar la importancia de la investigación conjunta que han desarrollado el IBT y el Instituto Bioclon S.A de C.V.

Los alacranes son considerados dentro del grupo de animales más antiguos del mundo, se estima que en el planeta existen desde hace 400 millones de años. La longevidad de la especie y su necesidad de adaptación y evolución al mundo ha hecho que desarrollen mecanismos para defenderse de sus agresores potenciales y para alimentarse.

Los alacranes habitan en casi todos los ambientes ecológicos, pero dominan en aquellas regiones con características tropicales. Su capacidad de adaptación ha sido muy grande, tanto así, que habitan en zonas desérticas con temperaturas extremas.

En el mundo se han caracterizado alrededor de 1,500 especies diferentes; en México se estima que hay alrededor de 221 (Possani, 2002) de ellas. Existen diversas confusiones acerca del peligro que representan para los humanos, sin embargo, es necesario destacar que no todos los alacranes son peligrosos para los humanos y sólo una de sus familias puede llegar a causarnos problemas. En el país, existen ocho especies catalogadas como peligrosas y se localizan en la vertiente del Océano Pacífico. Los estados con un alto nivel de alacranes son Jalisco, Morelos,

Guerrero, Nayarit, Guanajuato, Michoacán, Puebla, Durango, Oaxaca y el Estado de México. Los alacranes que habitan en los estados que colindan con el Golfo de México no son peligrosos para los humanos.

Los reportes del IMSS revelan que el estado que tiene mayor incidencia de piquetes de alacrán es Jalisco, pero el que registra más por número de habitantes es Morelos. A nivel nacional, la incidencia del piquete de alacrán llegó a ser de 220 mil casos registrados en 2002, este dato es un tanto incompleto ya que existen muchos casos que no son reportados a los servicios médicos y de los cuales no se tiene registro; así se estima que anualmente en México se registran más de un cuarto de millón de accidentes de este tipo.

Existen algunas indicaciones básicas para reconocer si un alacrán es peligroso para los humanos (Possani, 2002): 1) la zona geográfica, 2) el color del alacrán, y 3) algunas características externas fáciles de observar por ejemplo, el color del alacrán ya que uno de color amarillo claro o paja con manchas oscuras en el dorso en forma de rayas, son peligrosos. Mientras que aquellos que son de color negro no representan peligro para los humanos. También aquellos de color oscuro medio rojizo son peligrosos ya que cuentan con la ponzoña más potente de todos los alacranes de México y se llaman *Centruroides noxius*, generalmente localizados en la zona de Nayarit. Es importante también revisar el extremo de la cola del alacrán, donde está el aguijón y el par de glándulas del veneno; los segmentos de la cola son de forma cilíndrica en los animales peligrosos, y son cúbicos en los no peligrosos. Y finalmente, los alacranes esbeltos con pinzas largas y delgadas o sea con extremidades frágiles y aparentemente débiles, son potencialmente peligrosos, mientras que los que tienen las pinzas gruesas y fuertes no contienen ponzoña dañina para los humanos.

Los síntomas que se presentan se caracterizan por un dolor intenso en la zona del piquete, si el alacrán no es peligroso, además del dolor puede llegar a ocurrir una hinchazón o enrojecimiento de la zona picada, con pérdida de sensibilidad de la región afectada. En caso de que el alacrán sea dañino, además de los síntomas locales se pueden presentar síntomas generalizados, como irritabilidad, dolor en el cuerpo, sensación de cuerpo extraño en la garganta, escurrimiento nasal o lagrimeo, calentura, cambios en la frecuencia del latido cardiaco, dificultad para respirar, náuseas, vómitos, diarrea y, en los casos muy graves, convulsiones, edema pulmonar o paro cardiaco.

6.2 Los tratamientos y los problemas comunes

Ante la picadura del alacrán se recomienda acudir rápidamente al médico, ya que de esto dependerá la eficacia del tratamiento; en general las dos primeras horas son decisivas para salvar la vida de un paciente. En México existe cierta resistencia al uso de medicamentos para la picadura de alacrán, ya que en los años 50, cuando en México se inició el uso de los antivenenos, éstos eran un producto bastante impuro llamado suero. Sin embargo, en la actualidad el antiveneno es procesado por purificación de los anticuerpos, eliminándose las demás proteínas extrañas del suero. Lo que se usa hoy como antiveneno es un producto de tercera generación, que además de purificar sólo la fracción que contiene los anticuerpos (inmunoglobulinas), éstos son tratados con enzimas especiales que permiten envasar para uso humano solamente el segmento del anticuerpo que resulta eficaz, este proceso será explicado más adelante de una forma detallada.

Además de la picadura de los alacranes existe otro riesgo en torno a los animales ponzoñosos; en México se registró durante el 2007 un incremento de las intoxicaciones causadas por este tipo de animales, afectando a más de mil personas⁴³ a nivel nacional. La búsqueda de soluciones a este problema generó que instituciones de salud pública, institutos públicos de investigación y empresas del ramo farmacéutico colaboraran para encontrar antivenenos eficientes sobre todo para animales como la araña violinista.

La picadura de la araña violinista, especialmente las hembras es mortal de no ser tratada a tiempo. Algunos datos ofrecidos por la Sociedad Internacional de Toxicología y Toxinología indican que México ocupa el cuarto lugar a nivel mundial por intoxicaciones causadas por animales ponzoñosos y el primer lugar en el desarrollo de antivenenos más eficaces y con un riesgo menor de provocar alergias⁴⁴.

El desarrollo de un antiveneno para la picadura de este tipo de arácnido, estuvo a cargo del Centro de Información y Asistencia Toxicológica del Centro Médico Nacional La Raza del IMSS y el Instituto de Biotecnología de la UNAM que previamente colaboraba ya con el Instituto Bioclon para el desarrollo de este fármaco. Este antiveneno de cuarta generación está basado en las sustancias que reducen al máximo la reacción alérgica y se obtuvo a partir de la clonación de las

⁴³ <http://www.cdn.com.mx/?c=118&a=24333>

⁴⁴ <http://www.cdn.com.mx/?c=118&a=24333>

sustancias tóxicas tomadas de las glándulas de tres de las arañas más peligrosas del mundo: araña *loxosceles boneti* de México, *loxosceles reclusa* de Estados Unidos y *loxosceles laeta* de Perú.

Los beneficios del desarrollo de este antiveneno son varios; esta sustancia ayudará a evitar amputaciones, si se aplica de manera oportuna se puede reducir el índice de mortalidad y morbilidad por la mordedura de esta araña y actualmente está en trámite la autorización de la Secretaría de Salud para su comercialización y distribución.

En el proceso de colaboración, el IMSS participó dentro de la investigación, con el estudio clínico sobre los casos reportados en el país y los pacientes atendidos. El Instituto de Biotecnología participó activamente con el grupo a cargo del Dr. Alagón

Existen casi 100 variedades de arañas *loxosceles* en el mundo; de éstas, al menos 65 están distribuidas en América y 35 variedades se han identificado en México⁴⁵. Su característica principal es una mancha café con forma de violín muy cerca de la cabeza y que a simple vista podría pasar desapercibida. El arácnido se adapta a todos los ecosistemas y con más facilidad a la vida intradomiciliaria, en sitios oscuros y poco ventilados: detrás de los muebles, cuadros y forma una telaraña algodonosa, no la típica red, huye de la luz y se desplaza muy rápidamente. Sus ataques ocurren con mayor frecuencia en la noche, porque salen a cazar a sus presas. Es un arácnido de color café pardo, mide entre 9 y 15 mm con sus patas extendidas. Tiene una mancha en forma de violín en el cefalotórax. Sus nombres comunes son: araña violinista, araña parda, araña del cuadro, araña rinconera, araña come carne, araña necrosante.

Los estados de la República que presentan una mayor incidencia de estos arácnidos son Sonora y Chihuahua; es menor en el Distrito Federal, Hidalgo y el Estado de México, mientras que en la Península de Yucatán no se han registrado casos pero sí está identificada la araña en esta zona.

6.3 Historia de los antivenenos

Los envenenamientos por animales ponzoñosos son considerados como un problema de salud pública. Anualmente, la Secretaría de Salud reporta del orden de 300,000 picaduras o mordeduras de animales (Alagón, 2007) de las que casi el 80% están causadas por alacranes y, el

⁴⁵ http://www.cronica.com.mx/nota.php?id_notas=342054

resto, por abejas, arañas y serpientes. En México se cuenta con antivenenos de gran calidad contra vipéridos -cascabeles, nauyacac y cantiles-, coralillos, la araña viuda negra o capulina y los alacranes o escorpiones, por lo que la mortalidad es más bien baja y continúa descendiendo (entrevista,1).

México cuenta con la mayor experiencia clínica a nivel mundial, en el manejo con anticuerpos de pacientes emponzoñados (entrevista 1). La historia de los antivenenos cumplirá casi 80 años en el país; desde 1926 apareció en Durango la primera generación de antivenenos basados en suero crudo. Posteriormente, en 1940, se logró la purificación de los anticuerpos – inmunoglobulinas- de los caballos y hoy continúa con los faboterápicos que neutralizan el veneno sin efectos secundarios⁴⁶.

El estudio de antivenenos comenzó al producirse antídotos basados en sueros simples, fundamentalmente de caballo, así el procedimiento que se seguía era volver resistente al animal inyectándole cierta cantidad de veneno. Después de 3 meses se producían anticuerpos en su sangre, que son proteínas que inhiben o neutralizan los efectos del veneno.

Alrededor del uso de los antivenenos, han surgido mitos a través del tiempo ya que se pensaba eran más peligrosos que las sustancias tóxicas, pues en la memoria histórica permanecía la idea de que este tipo de antídotos causaba efectos colaterales fuertes.

Para evitar la connotación negativa de antivenenos fue necesario crear el concepto de faboterápicos (entrevista 1), que implica utilizar la fracción de inmunoglobulina purificada y digerida enzimáticamente y hoy su uso es común en el mundo entero.

Los venenos son mezclas heterogéneas de compuestos biológica y farmacológicamente especializados, los compuestos tóxicos son sobre todo de naturaleza peptídica o proteica. Los péptidos más importantes de los venenos de los alacranes peligrosos son neurotoxinas que bloquean y/o modifican el mecanismo de apertura y cierre de canales iónicos de las membranas excitables (Alagón, 2007). Por ejemplo, los venenos de las víboras poseen proteínas con actividades necróticas, miotóxicas, edematizantes y hemolíticas, mientras que las serpientes de coral tienen neurotoxinas de mediana y baja masa molecular que inhiben la unión neuromuscular.

⁴⁶ http://www.gentesur.com.mx/articulos.php?id_sec=7&id_art=934&id_ejemplar=161

A diferencia de los anteriores, el veneno de la viuda negra solo tiene una proteína de enorme tamaño que es la responsable de la toxicidad en mamíferos (entrevista 2).

Los anticuerpos se descubrieron en 1890, cuando Behring y Kitasato demostraron que el suero (la porción fluida de la sangre coagulada) de animales inmunizados con toxina diftérica o con toxina tetánica contenía agentes protectores (Alagón, 2007). Cuando se inyectó suero inmune junto con una dosis letal de toxina a animales susceptibles éstos sobrevivieron, en tanto que los animales control, que recibieron toxina pero no suero, murieron. Así el desarrollo de la inmunología ha ido conjuntamente que el desarrollo de los sueros. Al ser parte del mismo principio, los antivenenos surgieron después cuando Phisalix y Bertrand por un lado y Albert Calmette por otro, también en 1894, inmunizan caballos con veneno de serpientes europeas y cobras asiáticas, y demostraron la utilidad de los sueros equinos en el tratamiento de mordidas de serpientes (Alagón, 2007). De esta manera, surgió la seroterapia. Los principios activos de los sueros inmunes –antisueros- son los anticuerpos, que son una proteína que se une específicamente a una sustancia en particular, su antígeno. Cada molécula de anticuerpo tiene dos sitios capaces de interactuar con el antígeno correspondiente, sin embargo, todos los anticuerpos tienen la misma estructura general y a su conjunto se les llama inmunoglobulinas. Los anticuerpos logran incrementar la eficacia de los mecanismos normales de resistencia hacia un agente específico.

Los anticuerpos protegen no sólo contra las invasiones bacterianas sino también contra la acción de toxinas bacterianas y de ponzoñas de animales venenosos (Alagón, 2007). Cuando un animal es inmunizado con una toxina desarrolla anticuerpos capaces de combinarse con la misma y neutralizarla, esto es, la hará no tóxica (entrevista 2). Un suero que contiene tales anticuerpos es llamado antitoxina; un suero con anticuerpos dirigidos contra los diferentes componentes de un veneno de animal es llamado antiveneno.

6.4 Las distintas generaciones de antivenenos

Existen diferentes generaciones de antivenenos, los seroterápicos son considerados como de primera generación, se utilizaron hasta los primeros años de la década de los 30's, las antitoxinas y antivenenos eran los sueros crudos provenientes de caballos hiperinmunizados y a los pacientes se les administraban una gran cantidad de proteínas séricas irrelevantes que acompañaban a los anticuerpos. La seroterapia provocaba grandes reacciones alérgicas y la

llamada enfermedad del suero era muy frecuente. La segunda generación de antivenenos esta comandada por las inmonoglobulinas. La incidencia de reacciones alérgicas, se redujo substancialmente con el fraccionamiento de las inmunoglobulinas mediante su precipitación con diversas sales y otros agentes precipitantes. En el proceso de precipitación se separa, de manera muy eficiente, a las inmunoglobulinas de otras proteínas séricas entre las que destaca la albúmina por su capacidad de inducir reacciones adversas. Los productos constituidos por inmunoglobulinas altamente enriquecidas son la base para la seroterapia de segunda generación que todavía se utiliza ampliamente a nivel mundial (Alagón, 2007).

La tercera generación comenzó en las décadas de los 40s y 50s. Comenzó con el estudio del efecto de varias enzimas proteolíticas sobre las inmunoglobulinas; así, el resultado principal de estas investigaciones fue el conocimiento de que la función neutralizante de los anticuerpos -la que interacciona con las toxinas y moléculas de los venenos- puede dissociarse de las llamadas funciones efectoras de los anticuerpos, que son las responsables de varios de los efectos secundarios de la seroterapia. Estas modificaciones proteolíticas, redujeron el tamaño de las inmunoglobulinas y sus propiedades inmunogénicas y antigénicas. Las inmunoglobulinas purificadas y digeridas con pepsina, es decir, como fragmentos $F(ab')_2$, constituyen el estado del arte en la seroterapia de tercera generación o faboterapia (entrevista 2). El uso de faboterápicos prácticamente ha eliminado las reacciones de hipersensibilidad de tipo inmediato (anafilaxia) y de tipo tardío (enfermedad del suero).

En más de 250,000 pacientes tratados en el IMSS con faboterápicos (Alacramyn® y Antivipmyn®) sólo ha habido una reacción aguda grave y ninguna enfermedad del suero, aun entre los varios miles de pacientes tratados con múltiples dosis o los varios cientos tratados en varias ocasiones en un mismo año (Alagón, 2007). Las estadísticas de la Cruz Roja de León, Gto., con varias decenas de miles de pacientes picados por alacrán, confirman la seguridad de los faboterápicos; una ventaja extra de los fragmentos $F(ab')_2$ sobre las inmunoglobulinas es que llegan mejor al compartimento extravascular, lo que permite la neutralización eficiente de muchos componentes de los venenos que actúan fuera del torrente circulatorio. Los fragmentos Fab tienen una vida media muy corta ya que, por su menor peso molecular, se eliminan rápidamente por orina. Este hecho lleva a rebotes de envenenamiento y a la necesidad de aplicar más dosis de antiveneno a lo largo de varios días, como se observa en la práctica clínica en pacientes mordidos por cascabeles en los EE.UU. tratados con esa clase de antivenenos.

“Hace casi 9 años propuse los términos faboterapia y faboterápico para reemplazar los de seroterapia y antisuero asociados por médicos y pacientes a reacciones secundarias de alta peligrosidad. Junto con un grupo de expertos clínicos, epidemiólogos, toxicólogos y el Instituto Bioclon, S.A. de C.V., hicimos la solicitud a las autoridades correspondientes; la faboterapia logró ya un lugar propio en la Farmacopea Mexicana y en el cuadro básico de medicamentos del IMSS” (entrevista 1).

Así, este cambio conceptual y médico ha favorecido su empleo en muchos casos en que su utilidad para salvar vidas, reducir sufrimientos o limitar secuelas.

“La tecnología de los faboterápicos se aplica a todos los antivenenos producidos por el Instituto Bioclon, tanto al Alacramyn® como al Antivipmyn® como a los nuevos que hemos desarrollado conjuntamente, como el Aracmyn (antiaraña Viuda Negra o Capulina) y el Coralmyrn (antiserpiente de Coral o Coralillo), que iniciaron su comercialización en el 2000 y en 1999, respectivamente. Tres de ellos (Alacramyn, Antivipmyn y Aracmyn) fueron designadas como drogas huérfanas por la Food and Drug Administration (FDA) de los EE.UU. y los autorizó como nuevas drogas para investigación (IND)” (entrevista 1)

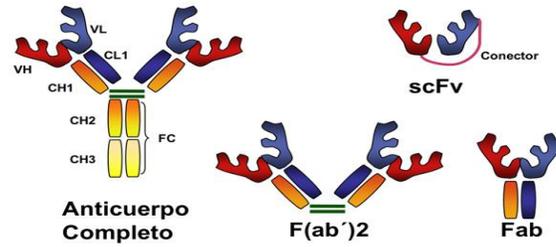
La cuarta generación de antivenenos inició pensando en el mejoramiento de la terapia actual y se decidió crear un nuevo antiveneno más específico y seguro (Becerril & Riaño, 2008). Esta generación busca dirigirse exclusivamente contra las toxinas más abundantes y tóxicas de las especies más ponzoñosas de alacranes mexicanos. Para lograrlo, hubo el interés de “humanizar” los anticuerpos de diferentes especies de animales, desarrollando la cuarta generación, es decir anticuerpos “humanizados”.

Al trabajar en este proceso de humanización, se decidió trabajar el fragmento variable de cadena sencilla (scFv), que significa fragmento variable de cadena sencilla de 25 mil de peso molecular, dando pie a la quinta generación. Tratándose de anticuerpos recombinantes de origen humano producidos en bacterias, esto es un avance significativo ya que al ser un antiveneno de origen humano, reduce al mínimo la posibilidad de reacciones adversas posteriores a la administración del antiveneno.

El scFv mantiene la capacidad de reconocimiento al antígeno, la cual es similar a la de un anticuerpo completo con la ventaja de ser más fácil de manipular y además tiene una más rápida distribución en el organismo y una mayor eliminación de las toxinas unidas al mismo (Becerril & Riaño, 2008).

“A través de metodologías como la exposición de estos scFvs en la superficie de virus bacterianos (despliegue en fagos) y la mutagénesis aleatoria del DNA aunado a una selección dirigida (evolución dirigida), hemos obtenido anticuerpos neutralizantes de los principales componentes de dos especies de alacranes mexicanos peligrosos. Para ello se construyó un banco (repertorio o colección) de anticuerpos humanos in vitro” (entrevista 2).

Debido a que en el interior de la partícula viral se encuentra la información genética que codifica para la proteína desplegada, al aislar un fago-anticuerpo que se une específicamente a un antígeno determinado se puede saber de qué tipo de anticuerpo se trata, de esta manera, cuando los anticuerpos seleccionados no tienen la afinidad requerida pueden ser sometidos a procesos de mutación y selección (evolución dirigida) para incrementar su unión al antígeno (afinidad mejorada). A través de este proceso se han logrado generar fragmentos de anticuerpo humanos capaces de neutralizar el efecto de las toxinas más abundantes y tóxicas de dos venenos de alacranes mexicanos (Becerril & Riaño, 2008). Al neutralizar el efecto de las principales toxinas también es posible neutralizar el efecto del veneno completo. Los resultados hasta ahora obtenidos son prometedores y representan una alternativa a la producción tradicional de antivenenos, debido a que es posible generar un antiveneno altamente específico y eficiente, pero sobretodo, de origen humano (entrevista 2). Por las razones descritas, los scFvs humanos pueden ser considerados como la quinta generación de antivenenos. Cabe destacar que México es pionero de este tipo de investigación ya que son de los primeros en reportar este tipo de bancos e investigación en antivenenos. De manera que para diferentes fines terapéuticos, los bancos de anticuerpos humanos pueden ser la mejor fuente de antivenenos, debido su carácter homólogo y a la eliminación de las reacciones alérgicas secundarias (Becerril & Riaño, 2008).



Formatos de Anticuerpos. Fuente, Becerril & Riaño, 2008

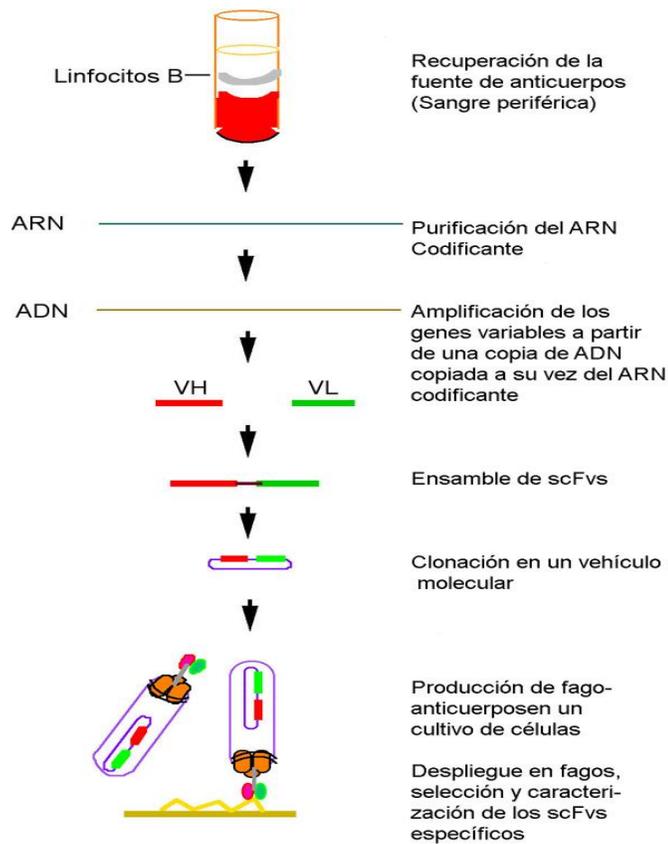


Figura 1. Descripción general de la obtención del repertorio de segmentos de ADN que codifican para los anticuerpos y su posterior despliegue en fagos. Fuente, Becerril & Riaño, 2008.

6.5 Conclusiones

Este capítulo se ha planteado como una interfase entre la descripción de las organizaciones y el caso de estudio, de esta forma se pretende establecer un lazo de comunicación

entre el nivel meso y el nivel micro, ya que al describir la tecnología resultado del proceso de cooperación se introduce el tema de las interacciones entre los agentes, punto nodal de esta investigación.

La descripción del problema de salud en México y el problema de mercado de los antivenenos es el detonante del surgimiento de la relación entre los dos agentes principales estudiados aquí, así cobra importancia resumir los hechos claves y los agentes involucrados en el proceso; también es importante entender cuál ha sido el avance y las etapas en el mejoramiento de los antivenenos, y por lo tanto las distintas generaciones de antivenenos.

La última generación de antivenenos marca un avance tecnológico y médico muy importante, sin embargo, esto podría ser un punto de tensión en la relación IBt- Instituto Bioclon ya que la empresa se encuentra en un momento de explotación de los avances logrados con la tercera generación de antivenenos. Más adelante será explicado este punto de tensión, pero es importante mencionarlo ahora, ya que podría implicar conflicto entre los agentes, ya que a pesar de que parte de la investigación ha sido financiada por la empresa, hasta el momento en el cual se realizaron las entrevistas no se había llegado a un acuerdo sobre el licenciamiento o uso del desarrollo por parte de la empresa, lo que muestra un ambiente incierto entre los agentes.

También cabe destacar que la relación que en principio sólo involucró a dos investigadores se ha ido ampliando hasta involucrar a más investigadores, resultado de la propuesta de nuevas líneas de investigación. Esto ha sido hasta el momento provechoso para ambas partes.

El siguiente capítulo rescata hechos y se centra en el análisis de la conducta de los agentes involucrados de manera que se contrapone constantemente con lo que ya se expuesto a nivel macro y meso. La conducta es analizada bajo las categorías de incentivos y la relación que tiene con la cooperación. Así, la hipótesis de este trabajo es considerada constantemente para contestar las preguntas de investigación planteadas en la metodología del proyecto.

Capítulo 7 Caso de Estudio Instituto de Biotecnología – Instituto Bioclon S.A. de C.V

El objetivo del presente capítulo es describir y analizar el proceso de cooperación entre el Instituto de Biotecnología de la UNAM y el Instituto Bioclon S.A. de C.V. . A partir de las entrevistas que se realizaron se analizan aquellos hechos que fueron detonadores en el proceso de cooperación, además de categorizarse de acuerdo a los principales tópicos usados en esta tesis propuestos en el capítulo 2; el ejercicio en este capítulo ha consistido en contraponer la información contenida en el capítulo 4, 5 y 6 con la perspectiva de los agentes relevantes en la relación. La intención es identificar si existe alineamiento entre los incentivos a nivel macro, meso y micro o bien si estos se contradicen de manera que la colaboración universidad empresa se vea afectada.

Se busca identificar la información relevante que permita asociar los hallazgos con la parte teórica y generar reflexiones congruentes que expliquen los incentivos para la cooperación en el IBt y en Instituto Bioclon S.A. de C.V. S.A. de C.V. lo que es el punto central de este capítulo. La técnica que se usa a lo largo del capítulo mezcla los resultados del caso de estudio con el marco teórico, de esta forma se logra integrar el relato de aquellos hechos y sucesos relevantes en la relación que tienen influencia en los procesos de cooperación y que a su vez forman la estructura de incentivos que influye en la cooperación.

El capítulo se estructura de la siguiente manera: en el primer apartado se sintetiza el origen de la relación, se retoman algunos hechos que a manera de relato ejemplifican la relevancia de los agentes, esto es una introducción al tema que atañe a la tesis. A continuación se retoman las taxonomías referentes a los incentivos en la organización y se identifican aquellos que están presentes. El siguiente apartado se centra en la discusión en torno a la “confianza” como un elemento fundamental en el establecimiento de una relación cooperativa, lo que abre paso al tema de los incentivos del investigador en el siguiente apartado. En lo que podría considerarse como una segunda fase en la relación cooperativa, se identifican los factores que han favorecido a la cooperación y se cierra el primer apartado referente a los incentivos a un nivel micro.

El segundo apartado comienza con el análisis de la organización y la institución (UNAM-IBt, Laboratorios Bioclon S.A. de C.V. y CONACYT). Este apartado mezcla el nivel meso con el macro de manera que se analizan los puntos de contradicción entre los objetivos y las acciones de las instituciones y las organizaciones. En seguida se particulariza sobre el tema de los incentivos en la

Universidad y como estos determinan la conducta colaboracionista. En el mismo nivel se analizan los incentivos que influyen en la empresa y la organización para la cooperación. Retomando el modelo del principal y el agente se aplica para el caso de CONACYT como agente principal y se usa para explicar su papel como figura encargada de promover y alinear la conducta de las organizaciones.

El siguiente apartado es un desarrollo de los esquemas de cooperación planteados por Axelrod en donde se plantean juegos hipotéticos mezclados con la información que se recopiló, de cómo bajo este esquema la cooperación para estos dos agentes ha significado siempre un mayor beneficio de acuerdo a cierta estructura de pagos la elección de cooperar. A continuación se presenta una pequeña discusión acerca de cuál es la estructura de incentivos individuales y la de incentivos institucionales, focalizando el tema de la contradicción entre estos niveles. Finalmente se presentan las conclusiones de este capítulo.

7.1 El origen de la cooperación IBt- Instituto Bioclon S.A. de C.V. S.A. de C.V

El IBt surgió a partir de la aparición de las técnicas de ADN recombinante y la ingeniería genética en los años 80's. Como se ha mencionado ya, la propia necesidad de un grupo de investigación que pudiese usar y potenciar el conocimiento generado en el mundo sobre los sistemas biológicos, motivo la formación de este instituto universitario en México. Es importante recordar que uno de los cuatro objetivos del instituto hace referencia a la necesidad de la colaboración entre el instituto y la industria para desarrollar soluciones biotecnológicas a distintos problemas en los sectores de la salud, la producción agropecuaria, industrial, energética y ambiental.

Por su parte, el Instituto Bioclon S.A. de C.V. se fundó en 1990, resultado de la fusión de varias empresas del ramo biológico y farmacéutico (véase capítulo 5). Ante el difícil momento económico por el que transitaba México, era necesario apostar a nuevos desarrollos aprovechando los avances de la biotecnología moderna. La empresa se especializó en el desarrollo los llamados faboterápicos⁴⁷, un tipo de medicamentos para la neutralización de venenos de animales ponzoñosos. Estos fármacos se obtienen mediante la inmunización de animales, con venenos de serpiente, alacrán, araña o cualquier otro animal ponzoñoso. Una vez que los

⁴⁷ Instituto Bioclon S.A. de C.V. es creador a nivel mundial de faboterápicos de tercera generación, estos son antivenenos de alta seguridad y eficacia que no producen reacciones secundarias severas.

animales “huésped” han sido inmunizados, estos actúan como “bio-reactores” desarrollando anticuerpos. En una fase posterior, los anticuerpos son separados del suero en el que se han desarrollado, para proceder finalmente a la producción del faboterápico. Estos medicamentos se suministran por vía parental a aquellos pacientes que han sufrido picaduras o mordeduras⁴⁸.

El desarrollo de capacidades para diseñar y fabricar los faboterápicos por parte del Instituto Bioclon S.A. de C.V. ha sido fundamentalmente el resultado un proceso intenso de cooperación en R&D con el IBt. Recordemos que es la única empresa mexicana que cuenta con el nombramiento de “droga huérfana”⁴⁹ para tres de sus medicamentos, cedida por la *Food and Drug Administration* (FDA) en los Estados Unidos.

A mediados de los 90’s el mercado de fármacos de antivenenos enfrentaba dos dificultades: por un lado los antivenenos a disposición de los pacientes no eran seguros ya que producían fuertes reacciones secundarias, por el otro, se trataba y todavía lo es, de un mercado incompleto, es decir, la demanda siempre ha sido superior a la capacidad de oferta de las empresas.

Para el Instituto Bioclon S.A. de C.V. , esto representó una oportunidad, que la impulsó a la búsqueda de colaboraciones formales con los investigadores nacionales que realizaban investigación biotecnológica en el área de venenos. El problema de mercado tenía dos vertientes de solución posibles, la primera relacionada con el eje tecnológico, ya que era necesario desarrollar y producir antivenenos que no causaran reacciones secundarias y la segunda requería una estrategia eficaz para convencer a los médicos del uso de estos medicamentos una vez más.

7.1 a Incentivos en la organización Instituto Bioclon S.A. de C.V.

De acuerdo a la taxonomía planteada en el capítulo 2 sobre motivaciones e incentivos, se encontró que:

Instituto Bioclon S.A. de C.V. muestra en la primera etapa del análisis una búsqueda de mecanismos de supervivencia y adaptación al medio (motivos generales no aprendidos) intentando hacer frente al problema tecnológico. Los “motivos sociales” también se localizan en esta Organización ya que, manifestaron la necesidad de status y prestigio.

⁴⁸ En el capítulo 6 se ofrece una amplia explicación de la tecnología de los antivenenos y de los actuales faboterápicos

⁴⁹ El término hace referencia a la inexistencia de alguna droga o medicamento para tratar un padecimiento específico.

En 1994 durante los talleres de actualización organizados por el Instituto Mexicano del Seguro Social, como parte del programa de actualización médica continua en manejo de picaduras de alacrán y mordedura de serpientes, se dio el primer encuentro entre el investigador del IBt y el presidente de la empresa (entrevista 1 y 2), la relación en un primer momento sólo involucró pláticas informales y asesorías generales para ciertas áreas de la empresa, ya que en el IBt se realizaban ya investigaciones en torno a los venenos, de manera que contaban con un *pool* de información muy importante y aunque este no era específicamente sobre los antivenenos, si tenía una relación directa con el tema.

De acuerdo a la actuación de los agentes, el dueño de la empresa muestra las siguientes características motivacionales:

El agente espera encontrar una solución al problema de reacciones secundarias de los antivenenos (motivaciones extrínsecas)

El agente espera que su acción logre mejorar la posición de su empresa en el mercado (incentivos pecuniarios), además de solucionar un problema de salud en México (motivaciones trascendentes)

Dentro del Instituto de Biotecnología existía ya un grupo de trabajo con amplia experiencia en el tema de venenos y sobre todo en lo referente a la picadura de alacrán, resultado del trabajo del Dr. Possani que comando la investigación alrededor de 30 años gracias a la experiencia que adquirió durante su estancia doctoral en Estados Unidos. A su llegada a México propuso la creación de esta línea de investigación en la UNAM y fue bien recibida la propuesta, así se conjuntaron esfuerzos de investigaciones que ya se habían realizado en México con las propuestas del Dr. Possani. A su vez, esto sirvió para formar nuevos estudiantes dentro del tema, uno de los primeros en interesarse e integrarse a la investigación fue el Dr. Alagón cuando realizaba sus estudios de doctorado en la propia UNAM.

A petición del Instituto Mexicano del Seguro Social en 1994 se formó un grupo de expertos relacionados con el tema de las picaduras y mordeduras de animales ponzoñosos, para que a nivel nacional realizaran una gira de información para médicos y gente involucrada en el área de salud. Allí se explicaron algunas técnicas de uso de antivenenos de segunda generación y tratamientos para gente afectada por animales ponzoñosos, esto buscaba convencer poco a poco a los médicos y a la población del uso de antivenenos. En estas reuniones como ya se mencionó fue donde

sucedió el primer encuentro de Juan López de Silanes con el Dr. Alagón del Instituto de Biotecnología de la UNAM.

En el mismo grupo de expertos se encontraba el Dr. Antonio Chavezal, así durante una conferencia presentó una serie de resultados acerca del trabajo que este médico realizaba, ya que su experiencia marcaba tratamientos para alrededor de 123,000 casos en la ciudad de León Guanajuato; esto provocó en el Dr. Alagón cierta curiosidad sobre todo por el registro nulo de reacciones secundarias y así decidió realizar una serie de pruebas a los antivenenos existentes, centrándose en Alacramyn® e hizo un análisis de composición proteica y un análisis medido in vitro de la reacción de anticuerpos. Así, estudió 7 lotes distintos y descubrió que eran antivenenos muy limpios y bien digeridos (entrevista 1). La producción de estos antivenenos corría a cargo del Instituto Bioclon S.A. de C.V. y parecían ser eficientes; el proceso de generación de antivenenos había sido resultado del trabajo de muchos investigadores nacionales y extranjeros.

7.1 b La confianza como elemento esencial

La primera fase dentro de la relación del investigador con el dueño de la empresa, involucró la generación de “confianza”, la empatía entre estos dos agentes fue el punto inicial de la relación. Cabe destacar que la conducta del investigador universitario tiene una clara tendencia hacia el trabajo con las empresas, sobre todo porque muestra preocupación por resolver problemas prácticos que sean compatibles con su investigación básica (entrevista 1). Este tipo de perfil facilitó el establecimiento de la relación; el investigador cuenta con las siguientes características:

Manifiesta marcadamente el valor del altruismo, de manera que su deseo de ayudar a los otros se localiza en una escala de valor alta dentro de su propia escala de motivaciones (incentivos normativos)

También muestra interés por obtener mayores conocimientos acerca de su línea de investigación, lo que se traduciría en promoción profesional y recompensas materiales (incentivos racionales)

A partir del establecimiento de confianza, se generaron una serie de valores compartidos, en primer lugar de amistad entre él investigador y el dueño de la empresa, lo que provoca una necesidad de identificación resultado de la formación de vínculos afectivos entre los agentes (incentivos afiliativos)

Después de una serie de encuentros entre el Dr. Alagón (IBt) y el Lic. Juan López (Instituto Bioclon S.A. de C.V.) este último decidió invitar al Dr. Alagón para que observara el proceso productivo y sugiriera probables mejoras. El esquema informal de la relación incluía un par de visitas por mes y asesorías informales, ya que el empresario no confiaba en las relaciones con la universidad, sobre todo porque desconocía el funcionamiento del proceso, por lo que no existía ningún trato formal. Este hecho habla de un “proceso de prueba”; no sólo para el dueño de la empresa sino también para el investigador.

7.1. c Incentivos del Investigador

En ese periodo el Dr. Alagón observó que en Instituto Bioclon S.A. de C.V. existían dos maneras de producción, la primera que implica una prueba biológica de potencia y la segunda que consistía en una prueba de electroforesis en acetato de celulosa, en la cual no podían ver si se digerían bien las inmunoglobulinas y aunque era eficiente, este último proceso era muy antiguo. Así, el Dr. Alagón propuso como primer cambio en la producción, el uso de una técnica más moderna de electroforesis, de manera que la primera colaboración que se detecta en el proceso, consistió en un tipo de transferencia de tecnología acompañado de asesorías relacionadas con el mismo proceso. El investigador, fue capaz de desarrollar una serie de mejoras sustanciales, lo que a su juicio, no representaban reto alguno porque eran técnicas que dominaba desde mucho tiempo atrás, pero que la empresa desconocía. Esto es importante mencionarlo, ya que el investigador refiere esto como un desincentivo a la colaboración entre los investigadores y las empresas, ya que desde la visión de muchos investigadores las soluciones que requieren las empresas son banales o fáciles, de manera que no implica desarrollo de conocimientos nuevos o bien exploración, aunque esto implique atraso para muchas empresas al no conocer los avances de la ciencia, sin embargo, para este investigador en particular este tipo de asesoría y consultoría es muy importante, recordemos que el perfil del investigador tiene una marcada tendencia hacia la investigación aplicada; así las principales motivaciones para el investigador son:

Realización de tareas estimulantes en su línea de investigación, descubrimiento de nuevos procesos, productos o resultados no conocidos. Reconocimiento de sus colegas y de la institución donde se desenvuelve. Necesidad de impactar en la sociedad con sus investigaciones, generación de investigación científica de frontera en el largo plazo como posibilidad latente.

De acuerdo a lo expuesto en el capítulo 2 y utilizando la taxonomía de Davis (1979) y analizando la evidencia obtenida a través de las entrevistas se encontró que los factores higiénicos y los factores motivadores están presentes en la conducta del investigador. Al mismo tiempo, se noto que las características del agente-investigador son determinantes en el proceso de colaboración, sus elecciones se vieron caracterizadas por una fuerte carga de “expectativas” a futuro. Los incentivos que el agente-investigador considera valiosos en este caso, hacen referencia a la creencia de alcanzar cierto nivel de éxito, confía en obtener cierto nivel de beneficios, existe un valor positivo en lo que se ha denominado como “instrumentalidad y valencia” (Galbraith,1977) ya que el producto de sus expectativas de aumentar su *pool* de conocimiento y de acercarse a la frontera del conocimiento; hasta aquí se identifica una primera fase en la relación.

En la segunda fase, se encuentra que además del problema de motivación que tiene el investigador, este se enfrenta en el proceso de colaboración a una serie de inconvenientes ya que existen formas de comunicación diferentes, estándares de calidad distintos y en ocasiones formas de trabajo contradictorias. Esto genera problemas en el establecimiento de la relación ya que al no manifestarse claramente los incentivos para el investigador, este no logra establecer una estructura jerárquica de preferencias y prioridades donde la cooperación con la empresa se localice en un nivel más alto que la mayoría de sus actividades.

Después de más de un año de asesorías de manera informal, en el cuál sólo se hicieron aportes en forma de recomendaciones y propuestas de mejoras en procesos, el investigador propuso a la empresa firmar un *primer convenio* que involucrará a la Universidad y al Instituto, ya que él consideraba que existía ya un grado de confianza tal que podía establecerse una relación institucional. El investigador se había visto beneficiado individualmente, el obtuvo reconocimiento económico bajo la categoría de asesor externo y consultoría, sin embargo, le preocupaba darle algún beneficio a la universidad y formalizar el trabajo que había estado desempeñando de manera que ambas organizaciones se beneficiaran.

El primer convenio involucró la producción y el mejoramiento de los antivenenos, así se lograron avances en los antivenenos para la serpiente coralillo y la araña viuda negra, estos dos antivenenos fueron un desarrollo totalmente nuevo resultado de la cooperación. A través de este proceso, aumento la eficiencia y la productividad en la producción de antivenenos además de que lograron avances médicos importantes ya que hay un factor mayor de seguridad; se logró

mantener la efectividad del antiveneno con una menor cantidad de proteína lo que implicaba una mejora en la calidad del producto y a su vez menores afectaciones a la salud del paciente.

El éxito técnico y económico reforzó la confianza entre los dos actores, lo que llevo a la construcción de relaciones de colaboración más fuertes. El escalamiento en la intensidad de la colaboración, se concretó un año después de haberse firmado el primer convenio formal entre el IBt e Instituto Bioclon S.A. de C.V. . Esto coincide con el planteamiento de Axelrod (2006 acerca de la cooperación; el reconocimiento oportuno del otro agente propicia que la relación se establezca o bien que desaparezca. En este caso, ante el hecho de cierto nivel de “éxito” los actores deciden que la cooperación es una buena opción y al formularse expectativas al futuro coinciden en que los resultados serán benéficos para sí mismo.

Es importante destacar que Instituto Bioclon S.A. de C.V. no contaban con una infraestructura de R&D, y es a partir de la relación con el IBt que se vio la necesidad de instaurar un laboratorio propio que no sólo cumpliera con la producción, sino que realizará investigación y fuese capaz de adquirir tecnología de punta.

Esto sirvió para el desarrollo de nuevos antivenenos, los últimos en respuesta a una petición de la Organización Mundial de la Salud, ya que en África se tiene alrededor de medio millón de picaduras por serpientes africanas, y sólo hay capacidad para cubrir 5 o 10 mil casos, lo que implica un desabasto muy importante. Ante esto, el Instituto de Biotecnología, el Instituto Bioclon S.A. de C.V. y los laboratorios del IRD Francés en Senegal, iniciaron, en Febrero de 2004, la producción de un polivalente efectivo para la mayoría de las especies sub-Saharianas. El primer lote de antiveneno fue entregado en Mayo de 2006 y fue ya evaluado en un estudio clínico que incluyó casi 300 casos tratados en once centros hospitalarios de la República de Benin con resultados satisfactorios (Alagón, 2007). Este hecho demuestra que la estabilidad de la relación les permite enfrentar nuevos retos y son capaces de integrar a otros actores.

7.1 d Factores que favorecen la cooperación

En esta etapa de la relación se identifica la formación de metas y motivaciones en común; gracias a los resultados del primer convenio se pudieron mejorar las capacidades de infraestructura de ambos institutos. Por un lado, Instituto Bioclon S.A. de C.V. instaló un área para

la investigación mientras que el grupo de trabajo del IBt logró ampliar su laboratorio y mejorar su equipamiento, esto es resultado de la cooperación y a la vez es un factor motivador para la continuidad de la relación.

La clara definición de las actividades que cada uno desempeña en el proceso de cooperación se convierte en un incentivo para la misma; la existencia de una tarea principal que pueda diversificarse en otras investigaciones o bien que pueda complementarse promueve la cooperación. El avance en las metas de corto y mediano plazo promueve la confianza en el establecimiento de metas de largo plazo, lo que hace aún más equilibrada la relación (Scheier, 1985).

El reparto de los *beneficios* entre ambos actores ha sido el adecuado a juicio de cada uno de ellos. Los agentes involucrados en la cooperación han manifestado sentirse satisfechos con las recompensas y el reconocimiento que han tenido. El Instituto Bioclon S.A. de C.V. ha obtenido ganancias considerables a partir de la colaboración y los investigadores se sienten motivados por el reconocimiento que han logrado gracias a sus investigaciones conjuntas con la empresa, y el IBt como organización cumple con uno de sus objetivos que es trabajar con la empresa, lo que equivale al cumplimiento de sus lineamientos generales.

Otro factor motivador muy importante es la “retroalimentación” ya que el flujo de información y la comunicación permite hacer frente rápidamente a los problemas que puedan surgir, o simplemente permite conocer más a todos los miembros de los equipos de trabajo. Esto sucede en esta relación ya que constantemente reflexionan y comentan acerca de su trabajo.

Finalmente, otro de los procesos de colaboración en desarrollo y exitoso es la generación de un antiveneno que está por obtener licenciamiento en México. Este fármaco neutraliza los efectos de la mordedura de la araña violinista (*Loxosceles*). El Loxmyn[®], es un antiveneno único en su clase ya que todo el proceso se realiza con toxinas recombinantes de arañas de los EE.UU., México y Perú, por lo que es un producto que sirve para las violinistas de todo el continente americano. Asimismo, como las toxinas tienen actividad enzimática de esfingomielinasa D, la potencia neutralizante del antiveneno se determina mediante un simple ensayo enzimático, evitándose así el uso y muerte de decenas de ratones como ocurre con las pruebas convencionales de toxicidad y neutralización. Tecnológicamente producir este tipo de antiveneno es un gran avance ya que servirá para muchas especies de toda América (Alagón, 2007). Esto es una muestra

de que la cooperación se ha estrechado, lo que trae consigo un nivel de conocimiento más complejo y convenios de plazos más largos.

La estabilidad mostrada hasta ahora en la relación de Instituto Bioclón y el IBt ha desencadenado diversos procesos; recordemos que Instituto Bioclon S.A. de C.V. es la parte biotecnológica de Laboratorios Silanes, no son la misma compañía, pero administrativamente una depende de la otra, además de que comparten instalaciones. Así, Laboratorios Silanes desarrolla algunos proyectos cooperativos con el IBt sobre todo en lo relacionado con tecnología de anticuerpos monoclonales para aplicarlos a kit rápidos de diagnóstico, gracias a la experiencia que se ha tenido con Instituto Bioclon S.A. de C.V. Lo importante de este hecho es que antes de la relación con Instituto Bioclon S.A. de C.V. ya existía cierta relación, pero es a partir de la experiencia y los buenos resultados que han ido ampliando y diversificando los convenios de colaboración. A continuación se presenta un pequeño resumen de los proyectos conjuntos que llevan a cabo:

- Prueba de aterrizaje de hipocongénito en recién nacidos con placas de elisa, éstas placas se importan pero al ser placas para muestras grandes se enfrentan a graves problemas sobre todo en regiones donde la tecnología no es disponible para los análisis, de manera que en regiones donde se necesitan tomar muestras pequeñas no sirve esta placa, así que es necesario generar placas individuales y por lo que la Secretaría de Salud solicitó un formato de tira menor, que aunque representa un mayor costo, para México es un mayor beneficio; esto lo han desarrollado conjuntamente Laboratorios Silanes e Instituto Bioclon S.A. de C.V. . Esto implica aplicación de la tecnología rutinaria pero no implica retos de creatividad.
- Otro de los trabajos conjuntos es la realización de la tira que se usa en las pruebas de embarazo para el mercado nacional, esta tecnología es ya existente, pero es importante llevarla a cabo ya que en el país todas son de origen extranjero y por lo tanto son más costosas.

Para Instituto Bioclon S.A. de C.V. la creación de nuevos antivenenos y la mejora de los ya existentes, ha implicado la entrada a nuevos mercados a nivel internacional, esto conlleva la necesidad de aumentar la producción, así que en la actualidad el reto es lograr aumentar la escala de la producción. La estrategia que se han planteado es comenzar por la zona del África francesa y a partir de allí cubrir país por país de toda África sub-sahariana. Esto ha requerido de

una nueva forma de colaboración, ya que la empresa le ha solicitado al investigador asesoría en cuanto a la instalación de una nueva planta en Toluca Estado de México. Este proceso ha implicado aprender nuevas cosas en torno a muchos temas, calidad, seguridad industrial, instalaciones, normas, reglas de funcionamiento, etcétera; proceso en el cuál se han visto involucrados ambos actores.

Muchos anticuerpos recombinantes son ya una realidad terapéutica para varios tipos de neoplasias, leucemia, linfomas, enfermedades autoinmunes e infecciones virales y, también, para ayudar a evitar rechazos en trasplantes de órganos (Becerril & Riaño, 2008). Es posible prever que este tipo de enfoque va también a alcanzar el nicho de los antivenenos, en particular el caso de los venenos de baja complejidad -aquéllos que sólo tienen uno o muy pocos componentes tóxicos para mamíferos-, estos nuevos procesos implicarán una cooperación constante entre estos agentes, de manera que puedan aprovechar los avances de la ciencia y mantenerse en el estado del arte de la biotecnología.

7.2 El papel de la organización y la institución

Hasta ahora se ha hablado de la historia de la colaboración basada en los agentes, se ha presentado hasta aquí una visión panorámica de aquellos hechos significativos desde la perspectiva de los actores más importantes. Sin embargo, es necesario hablar también del papel de las organizaciones y las instituciones en todo este proceso. En esta investigación se han considerado tres niveles de análisis, el primero de ellos con referencia a la conducta individual, ya que la hipótesis de este trabajo se centra en el comportamiento del individuo, incentivos y motivaciones. Sin embargo, otro de los elementos relevantes y que puede entrar en contradicción dentro del proceso de cooperación, es la estructura de incentivos organizacionales e institucionales. Se ha determinado aquí el uso del término organización al hacer referencia al Instituto de Biotecnología y a la empresa Instituto Bioclon S.A. de C.V. , mientras que se habla de Instituciones en referencia al CONACYT y a la estructura institucional de la UNAM.

En este apartado primero se describe en términos generales el papel que desempeñó cada institución en el proceso de cooperación, analizando si la incidencia que tuvo fue a favor o en contra del mismo proceso; es importante recordar que el análisis acerca del alineamiento o contradicción entre los incentivos que manejan estas instituciones y organizaciones respectivamente con sus agentes será analizado más adelante en este mismo capítulo.

En el capítulo anterior se hizo una descripción detallada del funcionamiento tanto del Instituto Bioclon S.A. de C.V. como del Instituto de Biotecnología, los datos presentados se basaron sobre todo en documentos oficiales proporcionados por ambas organizaciones; allí se pudo constatar que uno de los elementos del cual se habla constantemente tanto en la misión como en los objetivos es el desarrollo científico y tecnológico de la biotecnología a través de redes de colaboración y vínculos estrechos entre la academia y la industria. Al poner el acento a este hecho, se esperaría que la estructura de cada organización funcionará armónicamente de manera que esto pudiese llevarse cabalmente, basados únicamente en la información que se proporciona de manera pública, esto podría afirmarse que efectivamente sucede; sin embargo, al realizar una serie de entrevistas con personas que se desempeñan en ambas organizaciones se constataron particularidades que serán expuestas a continuación.

7.2 a La contradicción entre objetivos y acciones

El Instituto de Biotecnología de la UNAM cuenta con una oficina denominada Gestión y Transferencia Tecnológica a cargo de una persona que desempeña varias actividades. La primera de ellas consiste en informar y orientar a los investigadores que realicen algún proceso o producto susceptible de ser patentado, a partir de esto se le apoya con los trámites dentro de la propia universidad con la oficina de propiedad intelectual y dependiendo el caso, con el IMPI, USPTO u cualquier otra oficina extranjera. También se encargan de la redacción de los convenios entre los departamentos del instituto y las empresas, además de darle seguimiento a los acuerdos establecidos en cada uno de ellos. Su labor se coordina con la oficina de vinculación del campus Morelos de la UNAM, aquí trabaja una persona más que se dedica a labores de estudios de mercado acerca de posibles áreas de oportunidad en las cuales las investigaciones que se realizan dentro de la Universidad pudiesen ser aprovechadas, o bien transferencias de tecnología, solución de problemas de la industria, etcétera. Estas dos oficinas trabajan coordinadamente para gestionar convenios y nuevas redes de colaboración (entrevista 3 y 4).

Este instituto nace con una vocación tecnológica indudablemente ya que la Biotecnología en sí es una serie de tecnologías, sin embargo la falta de una industria biotecnológica establecida en el país ha hecho que la importancia prestada a este objetivo sea menor. En México, son muy pocas las empresas que tienen necesidades biotecnológicas, por lo que el campo de impacto del instituto en la industria nacional ha sido muy limitada, pero aún así se ha trabajado en algunas áreas. Esto también ha sido una de las razones por la cual las empresas extranjeras acuden al

instituto para desarrollar proyectos biotecnológicos. Sin embargo, es claro que la política del instituto no ha sido agresiva o propositiva, sino reactiva (entrevista 3). El establecimiento de la oficina de gestión nació de la necesidad de varios investigadores para realizar trámites de vinculación y el hecho de que no existía experiencia ni conocimiento en muchos casos, frustró el establecimiento de lazos de colaboración.

A pesar de que se ha tratado de articular el trabajo entre las dos oficinas de vinculación (la del Instituto y la del Campus) y la Subdirección Jurídica de Propiedad Intelectual de la UNAM, esto ha sido insuficiente, a pesar de la existencia de cierto conocimiento de los procedimientos y la reglamentación, la burocracia y el papeleo es algo que aún no ha podido ser superado o mejorado. En muchos casos, los investigadores han tenido que contratar despachos o traductores externos a la universidad ya que no existe gente adecuada para darle seguimiento dentro de la institución. A manera de anécdota, pero que ayuda para ilustrar estos hechos, una investigadora comenta:

“Durante un Congreso me contactaron gracias al expertise que tengo en ciertas áreas de la biotecnología, a partir de esto me presentaron una serie de necesidades y yo les presente un proyecto, sin embargo tenían la visión de que como somos una universidad pública nosotros no debemos cobrar y al conocer la serie de trámites que deberían de cumplir, decidieron no intentarlo. En otro caso, se acercó una empresa que necesitaba un desarrollo biotecnológico en el área veterinaria, sin embargo querían un presupuesto de entrada, y no comprendieron que no se puede hacer un análisis anticipado del costo de la investigación biotecnológica por lo que no aceptaron los trámites, ya que les parecieron muy tardados. Un último caso, reciente fue con una empresa extranjera que estaba interesada en realizar un proyecto conjunto, se fijaron plazos, pero al ser normatividades y lenguas distintas los trámites se retrasaron, tanto así que la firma tardó alrededor de un año, y por decisión conjunta decidimos trabajar seis meses antes, aún sin convenio firmado” (entrevista 6).

Lo que se puede notar aquí es que los tiempos de la empresa y de la universidad son distintos de manera que en particular, la estructura del IBt no funciona adecuadamente sobre todo con el esquema de la oficina general de la UNAM. También destaca el hecho de que los procedimientos burocráticos son un incentivo negativo o un desestímulo para la colaboración.

Esto demuestra contradicciones entre los objetivos planteados por el IBT y la organización de la universidad en torno a la colaboración. La estructura de una organización debe proporcionar una estructura de incentivos para dirigir la conducta de sus integrantes hacia un fin determinado, es necesaria la formulación de metas comunes y la conducción a través de lineamientos generales de la propia organización (Barnard, 1938) sin embargo, en la universidad no establece un esquema de incentivos claro que promueva la cooperación.

7.2.b. La estructura de incentivos como determinante de la conducta en la Universidad

El sistema de incentivos que predomina en la UNAM y la forma en que este norma la conducta colaboracionista de los investigadores constituye un elemento central que debe analizarse para entender las características de la relación U-E.

Existe el llamado Programa de Estímulos y Reconocimientos Académicos, esta es la herramienta principal que ha creado la universidad para motivar el desempeño de los académicos hacia ciertas actividades; la mayor parte de los profesores investigadores adscritos a la UNAM cumplen con las evaluaciones establecidas en este programa, por lo que es un determinante fundamental de las actividades que desarrollan. A continuación se analizará qué es lo que promueve y si existe correspondencia entre lo que se incentiva institucionalmente y la conducta de los investigadores, principalmente lo referente a la cooperación. El programa se compone de distintos programas:

- Programa de Primas al Desempeño del Personal Académico de Tiempo Completo (PRIDE)
- Programa de Apoyo a la incorporación del Personal Académico de Carrera de Tiempo Completo (PAIPA)
- Programa de Estímulos a la Productividad y al Rendimiento del Personal Académico de Asignatura (PEPASIG)
- Programa de Estímulos de Iniciación a la Investigación (PEII)

De este grupo de programas, se analiza el primero ya que incide en el desarrollo de la carrera académica y en el cumplimiento de la misión universitaria al otorgar una prima al desempeño a los académicos que realizan sus actividades de manera sobresaliente. Estos estímulos propician que se conjugue la formación de recursos humanos, la docencia frente a grupo, la investigación y la

extensión académica, fomentan la superación del personal académico y promueven la elevación del nivel de productividad y calidad académica⁵⁰.

La prima consiste en un porcentaje del salario vigente del académico y se determina, por periodos de tres o cinco años, de acuerdo a la evaluación por pares de la actividad del académico. La evaluación del desempeño académico incluye los siguientes rubros⁵¹:

a. Formación académica y trayectoria académica y/o profesional: niveles de estudios y actualización

b. Labores docentes y de formación de recursos humanos: premios y distinciones académicas (becas, menciones honoríficas, cátedras especiales), invitaciones académicas (conferencias magistrales, mesas en congresos, simposios, comités editoriales, dictaminación o arbitraje de artículos, libros, exposiciones, participación en comités de evaluación, SIN, CONACYT, experiencia profesional, reconocimientos a la trayectoria profesional, participación en organizaciones profesionales, diseño y revisión de planes y programas de estudio, programas institucionales de servicio, coordinación de proyectos de investigación y/o docencia, organización de equipos de trabajo, coordinación de áreas académicas, elaboración de proyectos de investigación, regionales nacionales e internacionales.

c. Productividad académica: se toma en cuenta la dirección de tesis, tutorías o proyectos de investigación en los que participen estudiantes de licenciatura, de posgrado y posdoctorales, así como profesores o investigadores asociados. Número de asignaturas y grupos, número de alumnos por grupo, número de hora clase por semana, asistencia y puntualidad, programas de asignatura, entrega puntual de actas. Documentación de los propósitos de enseñanza y propósitos, procedimientos y planeación. Productividad científica, humanística, artística o tecnológica; lo que incluye publicaciones, publicaciones como editor, productos tecnológicos (patentes, estudios para la industria, prototipos terminados y probados, software, otros), productos de infraestructura académica, trabajos en congresos y seminarios.

⁵⁰ http://dgapa.unam.mx/programas/e_pride/pride.html

⁵¹ http://dgapa.unam.mx/programas/e_pride/lingrales_inv_prof_pride_260496.pdf

d. Difusión, extensión y servicios a la comunidad: libros de divulgación, artículos, conferencias, organización de eventos, exposiciones, servicios a la comunidad, participación en medios de comunicación.

e. Participación institucional: cuerpos colegiados, comités editoriales, comités de evaluación de programas institucionales de apoyo académico, programas institucionales de servicio, de desarrollo de infraestructura, diseño y revisión de planes y programas de estudio, actividades de dirección, organización o coordinación académica institucional, participación activa como jurado calificador en concursos de oposición.

Al revisar los anteriores puntos, resalta la inexistencia de un grupo específico de instrumentos que fomente o premie a la colaboración, lo más cercano al concepto es el de “estudios para la industria”, sin embargo, no hay un incentivo extra o especial para lograr la vinculación. Lo que si se nota, es que es más valorada la participación en seminarios, comités y publicaciones internacionales más que las actividades de investigación aplicada. Esto de alguna manera es contradictorio con los objetivos del Instituto de Biotecnología, ya que aunque mantienen como objetivo la resolución de problemas científicos y tecnológicos de preferencia en colaboración con la industria, esto no forma parte de los estatutos de estímulos y premios para los investigadores. De acuerdo a su experiencia y trato directo con los investigadores el encargado de la oficina de gestión y transferencia tecnológica del IBt dice: *“...los estímulos de los investigadores están dirigidos a que no patenten, a que no se vinculen sino a que publiquen...”* (entrevista 3).

Al elegir la cooperación como una opción estratégica, la Universidad requiere de una organización distinta a la que ahora tiene. Recuérdese que el primer punto para lograr el fomento de la conducta cooperativa implica una serie de cambios organizativos y de gestión que faciliten la incorporación de nuevos actores y nuevas tecnologías; la flexibilidad es una obligación más que una necesidad, así los instrumentos que tiene la universidad y que utiliza para fomentar la conducta de los investigadores, no tiene una alineación de objetivos clara. En esta investigación se ha constatado que los premios hacia la colaboración no están claramente definidos y tampoco existe algún sistema de penalizaciones directo o indirecto. El valor de la recompensa debe corresponder al de la expectativa, así la motivación para lograr ciertos objetivos es fuerte. De acuerdo a la Teoría sobre las Expectativas, es necesario que las personas tengan claro lo que la organización espera que el haga y que esto corresponda con la recompensa que recibe, en este

caso el salario o el nivel dentro del escalafón universitario, o bien que se tenga claro cuál es el mecanismo de castigos al no cumplir con cierto tipo de conducta. Así, los incentivos deben alinearse con la definición y las consecuencias (ver Capítulo 2).

7.2.c. Los incentivos en la empresa y la organización en torno a la cooperación

De lado de la empresa, el proceso ha tenido distintas etapas. Al principio mostraban cierta resistencia a cooperar con la universidad, de hecho no era algo que tuviesen contemplado, había mucha incertidumbre en cuanto a lo que pudiese suceder y sobre todo desconocían lo referente a la propiedad intelectual. A pesar de que ya existían algunos proyectos anteriores entre Laboratorios Silanes y la Universidad, estos sólo habían sido en la modalidad prestación de servicios, de manera que a partir de la primera experiencia con el grupo de trabajo del Dr. Alagón, se dieron cuenta de cómo funcionaba y que era muy benéfico para ellos: *“la empresa se dio cuenta que trabajar en colaboración con la empresa en investigación y desarrollo si reditúa”* expresa uno de los investigadores (entrevista1). Esto generó que su estrategia tecnológica tuviese como punto nodal el trabajo cooperativo con las universidades y que sus lazos de colaboración se ampliaran cada vez más. A diferencia de la universidad, la empresa al darle gran importancia a la cooperación, transformó la estructura organizacional que tenían, poniendo especial énfasis en todo lo que se relacionara con la investigación y el desarrollo. Así dieron forma a un área llamada “Bionegocios”. La finalidad es promover y facilitar sus relaciones con las universidades, además de monitorear constantemente el estado de la tecnología en el país y en el mundo, aprovechando los avances relacionados con su área de desarrollo.

En la empresa, se han organizado de tal manera que hay una secuencia muy clara de los pasos y análisis de todo el proceso de lo que han denominado como Bionegocios. Esto hace que los trámites administrativos, de los cuales se quejan constantemente los investigadores en la universidad, aquí sean casi nulos ya que tienen un área encargada de esto. Dentro de la organización han establecido una rutina de operaciones de la unidad de Bionegocios que tiene como eje fundamental el monitoreo constante de grupos de trabajo universitarios que puedan colaborar con la empresa, de esta forma al día de hoy manejan alrededor de 50 proyectos de colaboración con distintas universidades (entrevista 11). La unidad de gestión tecnológica se encarga de resolver cualquier conflicto que surja con el trabajo de los investigadores, de alguna manera auxilia en el proceso de cooperación, lo que hace más fácil el trabajo. Instituto Bioclon S.A.

de C.V. responde al incentivo de mercado, a la obtención de la ganancia y al comprobar que este tipo de proceso cooperativo con la universidad le resulta benéfico, ha tratado de mantenerlo, establecerlo y ampliarlo. Al analizar la forma de organización de la empresa y los objetivos, se constata que se alinean con la estructura organizacional que mantienen, existe correspondencia y a su vez esto incentiva a los integrantes de la organización. Al tener claro objetivos, premios y castigos el personal que tiene relación con el trabajo cooperativo con la universidad actúa de manera tal que no se obstruya el proceso; la formulación de metas en equipo es un punto fundamental de la organización ya que esto logra centrar la atención y la acción en ciertas tareas (Locke y Latham 1985). Además de que esto contribuye a la formulación de estrategias en conjunto que fortalecen las relaciones dentro de la propia organización lo que a largo plazo construye una conducta en conjunto favorable para la empresa. En el Instituto Bioclon S.A. de C.V. se localizan los siguientes factores que favorecen la cooperación:

Existe una clara comprensión y conocimiento por parte del gestor de R&D del trabajo que se pretende desarrollar

Existe un mecanismo efectivo de premios y castigos de mercado que motiva a la empresa y con los integrantes de la empresa se expresa en mejores salarios y oportunidades de crecimiento

Existe el personal adecuado para facilitar ciertas tareas en la colaboración, algunos gozan de libertad para la toma de decisiones, sobre todo el encargado de gestionar los nuevos desarrollos tecnológicos y hay responsabilidades claras asignadas en el área de Bionegocios

Se cuenta con los medios adecuados y el personal calificado para desarrollar las tareas específicamente

Además de que existe una organización claramente estructurada que facilita el proceso de cooperación con la universidad, la empresa encuentra en este acto una manera eficiente de coordinar recursos y esfuerzos sin llegar a la integración vertical, esto es factible para la empresa ya que en un análisis de costos de transacción, para la empresa sería más costosa la formación de un laboratorio de R&D tal y como lo necesita, de manera que al no contar con los recursos necesarios ni el capital humano adecuado, es una mejor opción la cooperación. La empresa decide cooperar porque puede controlar ciertos aspectos como los mecanismos de autoridad, aunque siempre se encontrará presente la incertidumbre, esta puede paliarse a través de cierto tipo de relación entre los participantes, por ejemplo si existe el elemento confianza, la relación puede ser más estable, lo cual sucede en este caso en particular.

El principal incentivo negativo a la colaboración dentro de la empresa se manifiesta en las trabas burocráticas que enfrenta en algunas ocasiones, además de que resalta el hecho de una fuerte dependencia hacia ciertas personas clave como el encargado de R&D de la empresa, al ser una persona que acumula un número importante de funciones y sobre todo aquellas que implican la relación con la universidad lo convierte en un agente central en el proceso, sin embargo, depositar toda la capacidad de decisión y gestión en él y no en un departamento organizado puede ser un problema en el largo plazo para la cooperación. Otro incentivo negativo es la fase de explotación en la que se encuentra la empresa; en este momento y con la tercera generación de antivenenos les es factible seguir creciendo a nivel mundial lo que implica desinterés en el último desarrollo de la universidad.

7.2.d El CONACYT como Agente Principal

Uno de los actores más influyentes para la innovación en México es el CONACYT; este organismo se desempeña como promotor de la ciencia y la tecnología en el país. Así, es relevante hacer un análisis de aquellos programas que se relacionen directamente con el tema de la cooperación, particularmente lo que sucede con el apoyo y fomento de este proceso. Esto por el lado de la empresa, mientras que por la universidad y específicamente los investigadores con el Sistema Nacional de Investigadores.

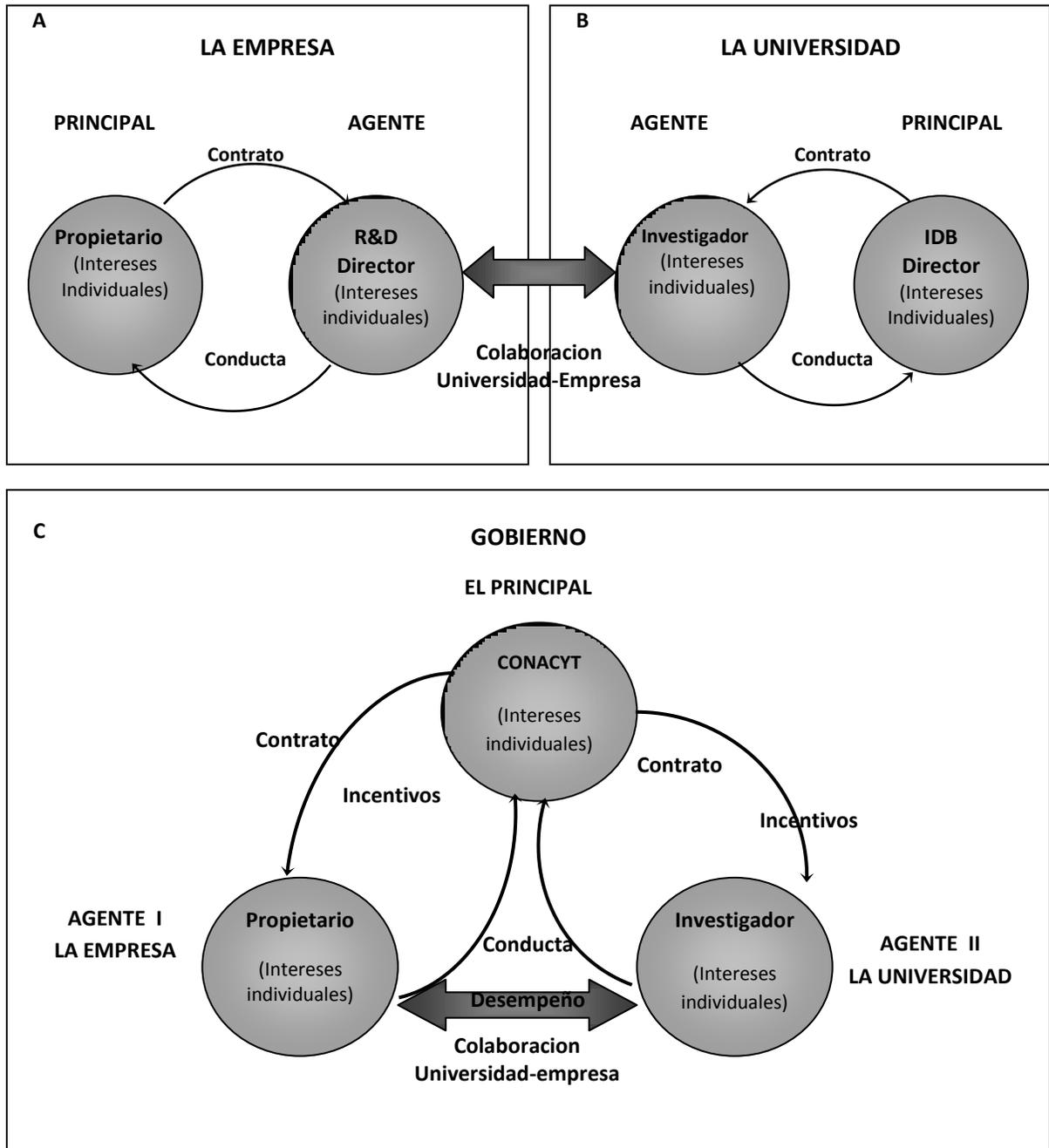
El siguiente esquema es una representación del flujo de las acciones en torno a la colaboración. Retomando el esquema del Principal y el Agente (capítulo 2) el CONACYT juega el papel de “principal” ya que es el encargado de motivar y dirigir la conducta de los otros dos agentes, tanto del Propietario de la empresa como del investigador del instituto universitario.

El modelo estándar del principal y el agente se estudia en tres esferas (figura 1) 1. En la esfera de la empresa, donde el Principal es el propietario y el Agente será el gerente responsable del departamento de R&D. 2. En la esfera del Instituto de Biotecnología (IBt), el Principal estará representado por el director del instituto, como representante de los objetivos e intereses de la Universidad, el Agente será cualquier investigador del instituto, y 3. A nivel nacional, donde el principal estará representando al gobierno, en este caso, CONACYT, y el agente es el investigador (IBt) y la empresa Instituto Bioclon S.A. de C.V. (el propietario).

El recuadro “A” en la figura 1, presenta el problema del principal y el agente en empresas con actividades de investigación y desarrollo. El interés central en este modelo es el vínculo entre el dueño de la empresa y el director del departamento de investigación y desarrollo. Varios estudios han analizado el problema entre control y delegación en empresas con actividades de R&D (Kastl, et al. 2008).

Estos estudios sugieren que en algunos casos las firmas que premian más la autonomía y la responsabilidad de los directores (manager) de R&D suelen tener mejores resultados en sus actividades de innovación, otros estudios muestran que la delegación de autoridad en los directores de R&D con información superior a la que posee el principal, está correlacionada con una mayor difusión de nuevas tecnologías. Algunos modelos de la Agencia han sido usados para investigar porque bajo circunstancias de control vertical o control centralizado, es decir, en empresas con bajos niveles de delegación, han resultado benéficos para la empresa cuando la delegación implica problemas de incentivos entre el principal y el director de investigación y desarrollo. Aquí se propone un modelo que explora los efectos sobre la colaboración universidad-empresa cuando existe un alto grado de delegación en el director de R&D y la información entre este y el principal es asimétrica.

Figura 1. Modelos básicos del Principal y el Agente



Fuente: Elaboración propia

El cuadro "B" ilustra el problema del principal y el agente en una institución académica a la cual llamaremos la Universidad Pública. Es importante hacer esta aclaración porque las

universidades, y especialmente las públicas, presentan varias especificidades que otorgan al problema del principal y el agente un carácter único. En este caso el director de un instituto universitario de investigación (IBt) tomará el lugar del principal, mientras que el agente estará representado por “el investigador”. Desde este mismo momento saltan a la vista las diferencias entre este modelo y el que describimos en el caso de la empresa.

El director de un instituto no es en realidad su propietario, por tanto tampoco tiene el nivel de poder para decidir la contratación del agente o para cambiar el sistema de incentivos. En realidad el director es un principal en el cual la “institución” ha delegado temporalmente el poder para vigilar que los intereses de la universidad sean alcanzados. El problema puede volverse todavía más complejo, porque bajo ciertas circunstancias, el principal (director) actúa también como el agente, es decir, hace las veces de investigador o fue investigador, lo cual le proporciona información superior a la que tiene el agente.

El investigador (agente) también presenta ciertas características que no encontramos en el agente de una empresa. No obstante que la conducta y el desempeño de un investigador están regulados por un contrato que lo liga a la universidad y lo compromete con sus objetivos, la relación contractual del investigador con la universidad es mucho más flexible que aquel que hay en la empresa. El investigador se mueve en un rango más amplio de libertades para decidir qué hacer y cómo hacerlo. Esta libertad está expresada en principios tales como “libertad de investigación” y “libertad de cátedra”. Estas propiedades del Agente-investigador pueden conducir a la generación de mayores problemas de coordinación con los intereses del principal, ya que la posibilidad de que se formen intereses individuales entre los investigadores es más alta.

Esta ampliamente reconocido que se pueden encontrar dos prototipos de investigadores en las universidades: el científico básico, con muy baja propensión a desarrollar colaboraciones con la industria y el investigador orientado al conocimiento aplicado, que tendría una mayor propensión a desarrollar colaboraciones. Aunque en algunos casos la frontera que separa un tipo de otro es bastante borrosa y puede haber migraciones entre ellos, para simplificar nuestro estudio, suponemos que en la universidad existe un solo agente representativo. El agente-conocimiento-aplicado. Dado que el análisis se centra en las colaboraciones universidad-empresa, esta simplificación es necesaria y no afectará el análisis. Por tanto, lo que se analizará será un conjunto de tres relaciones: objetivos del principal-objetivos del agente; sistema de incentivos y

objetivos, y relaciones de colaboración universidad-empresa-sistema de incentivos. Todo ello en condiciones de información asimétrica.

Aunque el papel de los incentivos en las relaciones de colaboración universidad-empresa pueden estudiarse a partir de los modelos “A” y “B”, en realidad estos dos modelos son una simplificación de lo que realmente sucede. Son modelos que podríamos definir como modelos cerrados y sin gobierno. En virtud de que varios gobiernos nacionales han desarrollado políticas y programas específicos para crear y fortalecer las relaciones universidad-empresa es necesario introducir el gobierno en el modelo del agente y el principal.

El cuadro “C” (Figura 1) introduce el gobierno, se trata en este caso un modelo de la agencia multi-agente, en el que la agencia gubernamental representada por CONACYT actúa como el principal y el ‘investigador representativo’ contratado por la universidad y el propietario de la empresa representan dos agentes. La idea de este modelo es que el gobierno actuando como el principal tiene el objetivo de impulsar la colaboración universidad-empresa a través de un sistema de incentivos diseñado especialmente para orientar la conducta de estos dos agentes hacia la consecución de sus objetivos. Los problemas de coordinación principal-agente surgen cuando la información es asimétrica y los agentes se forman funciones objetivo que difieren con las que se ha planteado el principal. Otros problemas de coordinación aparecen cuando el principal ha desarrollado varios sistemas de incentivos entre los cuales los dos agentes pueden elegir. El conflicto entre dos mecanismos de incentivos que se oponen puede llevar a un fuerte conflicto entre los intereses del principal y del gobierno.

El primer programa que se revisará es el programa de Estímulos Fiscales. Este programa establece dentro de sus lineamientos ciertos motivos preferenciales para dar este apoyo a las empresas; esto es la autorización de un crédito fiscal, de acuerdo al monto de inversión en proyectos de R&D. Inicialmente en 1998 el programa establecía sectores preferenciales, en la actualidad no hay preferencia por ninguna área en particular (entrevista 10). Lo que importa es que esté en nuevos desarrollos tecnológicos y el impacto social que genere; los únicos elementos preferenciales son los siguientes:

- Empresas micro, pequeñas y medianas
- Uso o desarrollo de tecnologías alternativas
- Proyectos que generen la formación de un centro de R&D

- Proyectos en los cuales haya algún tipo de vinculación con el centros públicos o universidades

En el programa no se establece un rubro con mayor importancia, ni por sector ni por actividades, sin embargo, al existir criterios preferenciales se le da prevaencia a la integración de redes colaborativas. Esto es un aliciente para las empresas, aunque se puede prestar a distorsiones en la ejecución del programa ya que no es fácil evaluar los resultados y tampoco anticipar cuál es el tipo de relación entre las empresas y las universidades. Para el interés de esta investigación, el sector biotecnológico no es un área preferencial, ni que se busque detonar su crecimiento, ya que bien podrían establecerse una serie de criterios alineados con el Plan Nacional de Desarrollo que sí considera a la Biotecnología como un área fundamental para el desarrollo del país; aquí encontramos una contradicción, ya que en el PND si se establecen áreas estratégicas de actuación, pero no se establecen los programas y mecanismos específicos con los que se pretende alcanzar las metas planteadas de desarrollo.

Este programa es importante y su impacto después de 10 años ha sido favorable (entrevista, 10) aunque se reconoce que existe un grupo de empresas que siempre ha invertido una fuerte cantidad de dinero en R&D y aún sin la existencia del programa lo harían. El avance se manifiesta sobre todo en la existencia de un registro claro de cuál es la cantidad que invierten y hay información clara y oportuna de que es lo que sucede en cuanto a la tecnología en México (entrevista 10). Esto coincide con la visión del Instituto Bioclon S.A. de C.V. ya que ellos declaran que a pesar de que aun sin el programa de estímulos fiscales, realizarían inversión en R&D. A pesar de que el impacto de este programa no determina la conducta de la empresa, si le ha servido en ya que ahora tienen una mayor cantidad de recursos que pueden invertirse en esta actividad (entrevista 11). En las grandes empresas el estímulo tiene efectos positivos porque su decisión de inversión entre varios países se inclina por llevar a cabo varios proyectos en México. Para las empresas medianas se ha demostrado que existe adicionalidad, ya que muchas veces, su decisión de invertir en R&D se modifica gracias al estímulo, sobre todo aquellas que no se han decidido a llevar a cabo esta actividad.

El programa de apoyo a REDES, tiene una naturaleza especial. Existen dos categorías básicas; en la primera se brinda apoyo para la generación de una red de colaboración que incluya mínimo a dos instituciones públicas y dos empresas. En este caso, se apoya la generación de un plan tecnológico y un plan de negocios. Se dan recursos para los estudios prospectivos necesarios,

en esto se incluye análisis tecnológico y de mercado. Aquí se pretende que se establezca un convenio de colaboración entre los distintos integrantes; esta es una categoría que propicia la generación de la red y se identifica la existencia de áreas para detonar como: nuevos materiales, nanotecnología y biotecnología.

En la segunda categoría se apoya a una red ya establecida, de manera que se puede financiar hasta con un 50% del costo total de la propuesta. Los criterios de selección se basan en la existencia de una estructura mínima, un plan de desarrollo y un convenio ya firmado de colaboración.

En términos generales, este programa brinda incentivos que estimulan la generación de redes colaborativas, aún no se puede medir el impacto del programa ya que es de reciente creación e implementación. En el cierre de la primera convocatoria se tuvo una buena recepción del programa por las empresas y las universidades; sin embargo, no existe ninguna empresa biotecnológica que haya aplicado para el estímulo, por lo que se han propuesto para la siguiente convocatoria acercarse desde el propio programa a empresas nacionales del sector biotecnológico para que apliquen al programa (entrevista 9).

Para los investigadores el estímulo que brinda el CONACYT es el mecanismo de Sistema Nacional de Investigadores. Aquí se evalúa la productividad académica, la formación de recursos humanos, la participación institucional de los investigadores en labores de difusión y promoción de la ciencia y tecnología. Sin embargo, se tendría que evaluar si efectivamente se detona la producción científica y tecnológica y sobre todo las redes de colaboración. Porque al parecer, el incentivo se ha convertido en el fin y no en el medio para alcanzar ciertas metas de producción científica y tecnológica. En la opinión de algunos investigadores e integrantes del CONACYT, se ha vuelto más importante cumplir con los requisitos del SNI más que trabajar en proyectos tecnológicos (entrevista 7 y 10).

La evaluación del programa arroja que existe un incremento en la publicación de artículos científicos por académicos, pero a nivel tecnológico el impacto es menor, sobre todo porque muchas veces no existe la posibilidad de publicar los avances o logros que alcanzan. De manera que existe distorsión del estímulo, existe también un problema en cuanto a la promoción de colaboraciones, ya que no hay un incentivo extra para generar esta conducta en los investigadores. De manera indirecta, al premiarse más las publicaciones y los congresos, se

desestimula el trabajo con la industria y por lo tanto las redes de colaboración que pudiesen generarse. Algunos investigadores, destacan este hecho ya que no ven motivación suficiente para desviar la atención de sus trabajos de investigación que generalmente se publican hacia la generación de redes de trabajo con la industria. Aunque existen investigadores que han podido compaginar sus actividades de vinculación con sus actividades de evaluación del SNI, esto depende de muchos factores. Desde la política de difusión de la propia empresa, los avances que logran y la capacitación adecuada o el apoyo acerca de que cosas pueden publicar de sus investigaciones y en qué tiempo.

7.3 Esquemas de cooperación

Para el análisis de la cooperación entre el IBt y el Instituto Bioclon S.A. de C.V. , se retomará el planteamiento de Axelrod (1984, 2004. Véase capítulo 2), usando un esquema simple de cooperación usando el Dilema del Prisionero. A continuación, se plantea un juego donde se establece al “Conocimiento” dentro de la matriz de pagos de la siguiente manera:

Generación de Conocimiento = C
 No Generación de Conocimiento = D; dónde $C > D$

		Empresario	
		Coopera	Deserta
Investigador	Coopera	C,C*	C,D
	Deserta	D, C	D,D*

Los resultados anteriores demuestran que el mejor resultado posible es cooperar para ambos, ya que los dos agentes obtienen “generación del conocimiento”. Este resultado, toma en cuenta sólo una variable en la matriz de pagos, y es un solo juego; sin embargo, en la relación que aquí se analiza existen más variables, por ejemplo, el prestigio, la renta, la infraestructura, el reconocimiento, las publicaciones, nuevos procesos, nuevos productos, mejoras de procesos, mejoras de productos. Algunas de las anteriores mantienen la misma causalidad por lo que el juego sería exactamente el mismo que el anterior.

La variable X representa: prestigio, conocimiento, renta
 La variable Y representa: No prestigio, no conocimiento, no renta
Donde $X > Y$

		Empresario	
		Coopera	Deserta
Investigador	Coopera		
	Deserta		

Coopera	X,X*	X,Y
Deserta	Y,X	Y,Y*

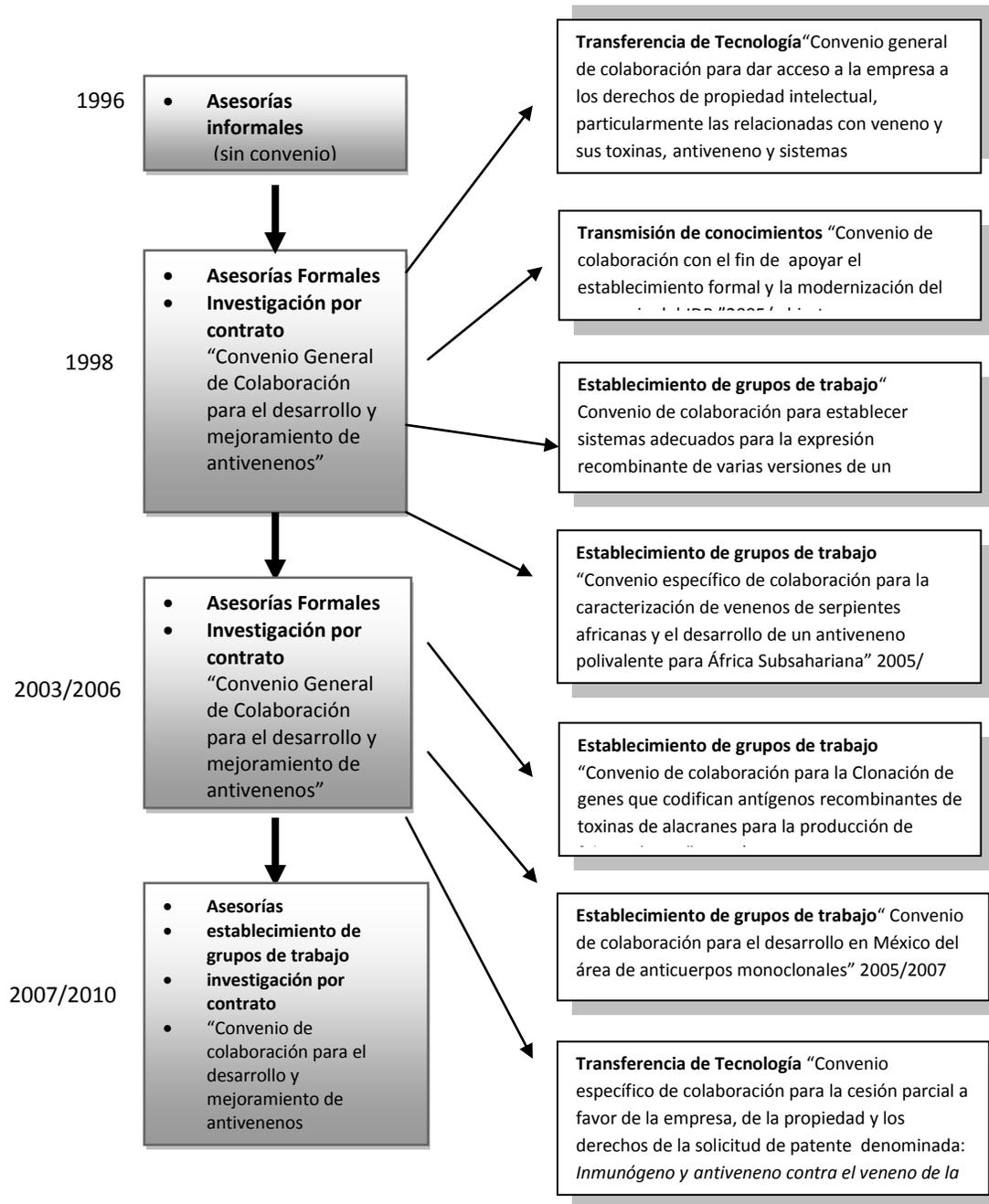
La relación se vuelve estable ya que es constante y se comparten principios y metas relacionados con la preocupación de solucionar un problema tecnológico que tiene impactos en la sociedad. Es importante destacar que de acuerdo a la teoría, que si un individuo puede reconocer a un interactuante anterior y recordar algunos aspectos de los resultados previos, entonces la situación estratégica se convierte en un Dilema del Prisionero Iterado (Axelrod, 2004). Lo anterior es precisamente lo que ha sucedido en esta relación.

A partir de este tipo de estrategia, los participantes deben escoger una y otra vez su estrategia mutua, y tienen memoria de sus encuentros previos. Cuando se repiten estos encuentros durante un largo periodo de tiempo con muchos jugadores, cada uno con distintas estrategias, las estrategias "egoístas" tienden a ser peores a largo plazo, mientras que las estrategias "altruistas" son mejores, juzgándolas únicamente con respecto al interés propio. Esto queda demostrado en este caso de estudio, ya que al analizar las estrategias que cada uno ha seguido a partir de la generación de confianza y la toma de la primera decisión cooperativa, ha sido el seguir cooperando, hasta este momento no hay señales que obliguen a alguno de los agentes a desertar de la relación. La estrategia que domina es *tit for tat* (toma-daca) que consiste simplemente en cooperar en la primera iteración del juego, y después de eso elegir lo que el otro agente eligió la ronda anterior. Probablemente el único indicio de tensión en la relación es un hecho actual que a continuación se describirá. En el capítulo anterior se hace una remembranza de lo que aquí se ha denominado como la historia tecnológica, allí se menciona el proceso en el cuál se encuentra la tecnología de los antivenenos actualmente. La cuarta generación es un desarrollo que promete mejores resultados médicos y económicos, sin embargo, la empresa se encuentra en un periodo cómodo de explotación de la tercera generación y aunque financio esta investigación, aún no hay una decisión tomada en cuanto a la explotación de dicho proceso que ya ha sido patentado por el IBt. Cuando una tecnología aún tiene potencial de ser explotada, es difícil que la empresa opte por cambiar a una nueva, sobre todo porque esto implica cambios en la producción que pueden ser costosos y que por el momento la empresa no está dispuesta a correr. Aunque esto no ha creado un conflicto serio, puede ser un elemento de tensión a futuro.

Ahora se retomará del caso de estudio la información acerca de la evolución del proceso de cooperación entre el Instituto Bioclon S.A. de C.V. y el Instituto de Biotecnología, de manera que se pueda analizar la estrategia de ambos.

En el siguiente esquema se muestra el proceso evolutivo de la cooperación, de lado izquierdo encontramos en el primer recuadro el inicio de la relación, este surgió de manera informal, recordemos que sólo se basó en una serie de consejos informales, de alguna manera es un periodo de establecimiento y construcción de la confianza. A partir de allí se firma el primer convenio de colaboración; éste primer convenio ha sufrido algunas modificaciones pero en términos generales sólo se ha ido renovando tras ser evaluado el resultado y metas planteadas en él. Así, con el grupo del Dr. Alagón, este es el convenio nodal que ha dado forma a la relación y que ha sido el punto de partida para integrar a distintos grupos de trabajo del mismo IBt. La relación cooperativa vemos que tiende a la estabilidad, la estrategia seguida por cada uno de los agentes optó por la cooperación y esto en el tiempo tiende a mantener la cooperación ya que existe un reconocimiento de los hechos. En este proceso también se nota cómo se han establecido normas y a su vez, como estas han evolucionado. Generalmente las normas se usan para grupos en conflicto, sin embargo, en una relación cooperativa sirven para dirigir la conducta y castigar la conducta oportunista, en caso de que suceda.

Figura 2. Evolución del proceso de cooperación IBt - Instituto Bioclon S.A. de C.V.



Fuente: Elaboración propia.

Al estudiar las estrategias seguidas por la empresa es evidente la búsqueda de la cooperación con la universidad como una de sus líneas estratégicas, sobre todo por el reconocimiento de la falta de recursos para instalar y cubrir sus propias necesidades de investigación y desarrollo. El instituto universitario por su parte mantiene como política interna la generación de redes cooperativas buscando la solución de problemas diversos de la sociedad,

aunque no es un proceso difundido para los investigadores. Además el sistema de incentivos universitario genera señales poco claras y en algunos casos contradictorias.

La evolución del proceso de cooperación muestra un proceso de aprendizaje. La formación de intereses comunes y complementariedades en las capacidades abre paso a la generación de rutinas organizacionales, tanto en el Instituto Bioclon S.A. de C.V. como en el IBt existen rutinas individuales y rutinas conjuntas que van desde las reuniones periódicas de discusión acerca de diversos temas de interés común hasta la forma en que han organizado el trabajo cada uno de ellos. La comunicación ha sido un elemento fundamental ya que han logrado construir un lenguaje propio compartido entre las dos organizaciones. La empresa más que el instituto universitario se encuentra en un ambiente competitivo marcado por la innovación, sino se mantiene en la frontera del conocimiento y es capaz de dar respuestas rápidas y eficientes desaparecerá. En este constante proceso de selección que es el mercado, la relación que mantiene con la universidad le ayuda a hacer frente a posibles contingencias y a nuevos problemas tecnológicos, ya que tiene la capacidad de mantenerse en un umbral amplio de posibilidades de innovación. Al contar con mejores soluciones ha logrado reducir costos, mientras que el IBt ha logrado expandir su límite de acción y difundir los avances que han logrado en los laboratorios a un espectro más amplio de la sociedad.

7. 3. a. Incentivos individuales vs incentivos institucionales

A nivel organizacional pueden distinguirse algunas coincidencias entre ambas organizaciones, específicamente en el establecimiento dentro de sus objetivos, para fomentar la colaboración, sin embargo, durante el proceso de la investigación se ha constatado que no existen los canales adecuados para que esto suceda, sobre todo por las trabas burocráticas mayormente en la universidad y la falta de experiencia en torno al tema en ambas organizaciones. El sistema de incentivos extrínsecos no funciona adecuadamente, de lado de la universidad no existen penalizaciones por no cumplir con uno de los objetivos de la organización; mientras que la empresa tendrá la penalización del mercado, ya que no podrá entrar con un producto eficiente que resuelva las dificultades existentes, de una manera simple quiere decir que no habrá ningún premio, así los incentivos extrínsecos solo funcionan de lado de la empresa.

Si los incentivos extrínsecos que deberían impulsar la colaboración no funciona adecuadamente para alguno de uno de los agentes involucrados, ¿Cómo se explicar el proceso de

cooperación? La explicación está en el rol que juegan los incentivos intrínsecos en la propensión a colaborar de los agentes; el investigador está motivado por una serie de elementos que identifica de la siguiente manera: orgullo nacional al solucionar un problema de salud pública, reconocimiento académico al lograr avances importantes en su propia línea de investigación, satisfacción personal al tener incidencia en el desarrollo de una empresa mexicana.

Se han clasificado a este tipo de incentivos como intrínsecos y no pecuniarios. Se logró identificar también incentivos intrínsecos pecuniarios relacionados con el deseo del investigador de obtener financiamiento para la ampliación de sus laboratorios y la movilidad de estudiantes hacia la empresa.

Cuadro 1. Incentivos para la cooperación IBt-Instituto Bioclon S.A. de C.V.

Investigador (agente)	IBt (organización)	Dueño de la empresa (agente)	Instituto Bioclon S.A. de C.V. (organización)
Orgullo nacional (intrínseco/no pecuniario)	Solución de problemas sociales (intrínseco/no pecuniario)	Solución de problema de salud (intrínseco/no pecuniario)	Mejora de procesos Mejora de productos (extrínseco/pecuniario)
Prestigio internacional (intrínseco/no pecuniario)	Formación de recursos humanos (extrínseco/no pecuniario)	Solución de problema de mercado (extrínseco/pecuniario)	Desarrollo nuevos productos (extrínseco/pecuniario)
Reconocimiento académico (intrínseco no pecuniario)	Prestigio internacional (intrínseco/no pecuniario)	Reconocimiento Social y empresarial (intrínseco/no pecuniario)	Financiamiento (extrínseco/pecuniario)
Satisfacción personal (intrínseco/no pecuniario)	Financiamiento (extrínseco/pecuniario)	Aumento de la renta (pecuniario)	Prestigio Internacional (intrínseco/no pecuniario)
Financiamiento (extrínseco/pecuniario)			Aumento de la renta (pecuniario)
Contratación de alumnos (extrínseco/no pecuniario)			

Fuente: Elaboración propia con información basada en las entrevistas realizadas.

El agente representativo de la empresa en este caso el presidente, manifiesta como incentivo intrínseco la solución de un problema social, el reconocimiento y el prestigio internacional. Los incentivos extrínsecos pecuniarios y no pecuniarios también están presentes en este agente ya que busca elevar el prestigio internacional de la empresa y una mayor rentabilidad de sus inversiones. Por un lado, busca desarrollar más la R&D, por otro, hay incentivos puramente

económicos. La relación también se ve trastocada por la acción de un tercer agente que es el encargado de negociar entre la universidad y la empresa.

El director de R&D de la empresa, es un actor importante que explica el éxito de la colaboración. Por su origen académico el director siempre se ha mantenido estrechamente vinculado con la universidad, mientras que el conocimiento empresarial que le ha dado su puesto como director le ha permitido gestionar procesos cooperativos exitosos con otros actores. El director ha jugado así el papel de facilitador e interlocutor, articulando los dos tipos de incentivos. Los intrínsecos ya que lo motiva el reconocimiento y el prestigio, el mantenimiento en la frontera del conocimiento, el desarrollo de su aprendizaje personal (Cohen & Levinthal, 1989) y la solución de problemas sociales ligados a la salud, y por otro lado lo incentiva la obtención de mayores ganancias para la empresa y para sí mismo.

De lado del investigador los incentivos intrínsecos parecen ser más determinantes en su propensión a colaborar, aún si estos no están alineados con el sistema de incentivos que gobiernan al IBt. Del lado de la empresa, se trata de una mezcla de ambos. La estabilidad de la relación puede ser explicada bajo el argumento de una alta inversión en confianza y aprendizaje de largo plazo que se ve reforzada por la evaluación de resultados positivos del proceso cooperativo. Los resultados de la cooperación entre el IBt y el Instituto Bioclon S.A. de C.V. , muestran beneficios para ambas partes, la empresa se ha logrado posicionar como líder internacional en la producción y desarrollo de faboterápicos gracias a las investigaciones seminales fruto de esta relación, mientras que la universidad ha logrado reconocimiento internacional del grupo de trabajo involucrado, sobre todo del investigador líder, que ha logrado fortalecer sus líneas de investigación, además de financiamiento para expandir su laboratorio. El proceso de colaboración IBt- Instituto Bioclon S.A. de C.V. ha llevado a la creación de habilidades para reconocer al otro agente y al uso de aprendizajes derivado de colaboraciones anteriores, lo cual constituye uno de los puntos cruciales para impulsar y sostener una colaboración exitosa.

Cuadro 2. Esquema de Incentivos en la Universidad e Institutos Públicos de México, 1984-2007

	Individual	Cooperativo
1. SNI: Investigador nacional I, II ó III	Reconocimiento Estímulos económicos	
2. CONACYT: Fondos de financiamiento de proyectos de investigación		Apoyo económico al Equipo, Grupo, Red

3. SEP-PROMEP: Cuerpos académicos y perfil PROMEP	Apoyo económico	Apoyo económico al Equipo, Grupo, Red
4. Becas y Estímulos Universidades: permanencia, docencia, trayectoria, anual	Estímulo económico	
5. Premios y Concursos: Universidades, Instituciones diversas, nacionales y extranjeras	Reconocimiento Estímulo económico	
6. Aportaciones de empresas con las cuales se colabora en el desarrollo de investigación básica, aplicada o consultoría.	Apoyo económico	Apoyo económico al Equipo, Grupo, Red

Notas: i) Estímulo económico refiere a un pago regular individualizado por un periodo determinado; ii) Apoyo económico refiere a las aportaciones para realizar proyectos de investigación o docencia y excluye estímulos económicos individualizados.

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del proceso de cooperación han sido varios para ambas organizaciones; el instituto universitario ha logrado consolidar distintas líneas de investigación en las cuales es muy fuerte a nivel mundial, han logrado mediante el financiamiento comprar material y equipo para el laboratorio y para todo el instituto, lograron la ampliación de la infraestructura, no sólo en tamaño sino en la creación de nuevas áreas. También es importante mencionar que gran parte de los estudiantes que se forman en maestría y doctorado son contratados por la empresa, si así es su interés. La empresa por su parte, a través de la mejora de proceso logró la mejora del producto y el desarrollo de nuevos fármacos que han podido ser registrados en la FDA, y como resultado de esto han aumentado sus ventas y su participación en el mercado, contando con el 30% del mercado mundial de este tipo de productos⁵². Tanto la empresa como el instituto universitario muestran un nivel de especialización cooperativa importante (Alchian, 1972); cada uno sabe qué hacer y cómo solucionar los posibles problemas que se presenten. Es importante mencionar que los dos agentes han sido capaces de aprender, esto facilita la formación de competencias organizacionales.

Cuadro 3. Principales resultados del proceso de cooperación IDB-Laboratorios Farbo

IDB	Laboratorios Farbo
Financiamiento al grupo de trabajo	Mejora de proceso Mejora de producto
Compra de materia y equipo para el laboratorio	Registros en la FDA
Ampliación de la infraestructura	Aumento en las ventas
Contratación de recursos humanos	Aumento en la participación de mercado

⁵² Compendio de Organizaciones Ganadoras del Premio Nacional de Tecnología. 2005

6.6 Conclusiones

El proceso cooperativo se ve influenciado por incentivos intrínsecos y extrínsecos en los agentes. La arquitectura organizacional de la universidad parece no ser la adecuada en la estructura de incentivos que maneja, de esta forma, los investigadores responden a los incentivos fundamentalmente intrínsecos no pecuniarios. La empresa muestra una mezcla de ambos tipos de incentivos, pero por la naturaleza de toda empresa siempre será muy importante el incentivo pecuniario. La relación responde a la acción de agentes individuales, más que a las estructuras institucionales. Sobresale la falta de incentivos proporcionados por un tercer actor que no es analizado aquí, el Estado con su representación en CONACYT y el SEP-PROMEP, no parecen ser un actor importante en el proceso, ya que no determinan el establecimiento o el flujo de la relación.

A manera de conclusión, la cooperación universidad-empresa se mueve por una mezcla de incentivos intrínsecos y extrínsecos que afectan a los agentes individuales, más que a la organización. En el caso de la cooperación universidad-empresa en el área de biotecnología en México toma relevancia el papel de los agentes y los incentivos subyacentes a cada uno de ellos. La estructura institucional no determina el proceso, por lo que la relación depende mayormente de la acción individual.

Destacan algunos de los resultados que la empresa ha obtenido a partir del intenso procesos de cooperación con la universidad:

- Incremento en el volumen de ventas.

Las ventas del Instituto Bioclon S.A. de C.V. S.A. de C.V. han crecido en casi de la siguiente manera, de \$39'244,220 en 2002 a \$ 77'562,171 en 2004⁵³.

- Participación en el mercado

En la actualidad se ha logrado incrementar la participación en el mercado hasta un 60 por ciento, a pesar de que una empresa del gobierno participa en condiciones desfavorables para Bioclon dado que ciertas compras públicas no se hacen por licitación.

Con la nueva generación de productos desarrollada por Bioclon, se ha iniciado una nueva visión acerca de la manera de tratar a los pacientes, lo que llevará a un incremento en la demanda

⁵³ Compendio de Organizaciones Ganadoras del Premio Nacional de Tecnología 2005

de antivenenos. Es importante mencionar que cuentan con el 7% del mercado mundial y el 65% del mercado nacional⁵⁴

- Número de productos incorporados en el catálogo

En los últimos tres años se han realizado las siguientes incorporaciones de productos nuevos: el producto ANTIVIPMYN TRI® para su venta en Sudamérica (2004); los productos ARACMYN®, en México, y LOXMYN, éste es el primer antiveneno a nivel mundial elaborado con venenos recombinantes (2005). Adicionalmente, otros dos productos se encuentran en la fase de estudios clínicos: el Antiofídico PanAfricana y el Antiescorpiónico.

- Nuevos mercados cubiertos:

Se ha iniciado la venta de productos en diversos países con una estrategia clara de producto específico para mercado específico, que permitirá además competir con mayores ventajas al aprovechar economías de escala. Actualmente, Bioclon tiene estrategias para cubrir mercados en toda América, África, Asia y Australia.

- Capacidad de innovación.

Como resultado de la acumulación de conocimientos a lo largo de los últimos diez años, y del proceso de cooperación con el IBt, Bioclon cuenta con capacidad suficiente para ofrecer soluciones a cualquier problema de envenenamiento por animales ponzoñosos, incorporar mejoras y sobre todo reducir el tiempo de desarrollo de productos. En este tipo de industria el tiempo de desarrollo de nuevos productos toma de siete a diez años, pero Bioclon ha tenido resultados en tres o cuatro años desde que se inicia el proyecto de investigación.

- Valor de la empresa

La presidencia de Bioclon estima que en los últimos cinco años, el valor de la empresa ha crecido más de diez veces, donde el valor agregado se debe a la incorporación de tecnología propia. Ejemplo de esto es que el valor de una sola patente para un solo mercado se ha valuado en más de un millón de dólares, cabe la pena mencionar que esta patente es una licencia del IBt (para mayor información en cuanto a los productos y mercados revisar el anexo)

⁵⁴ www.bioclon.com.mx

En México existe una estructura de promoción a la investigación y al desarrollo tecnológico, CONACYT es la principal institución dedicada a este propósito, dentro de los diferentes programas y conjuntamente con el Programa de Ciencia y Tecnología del país se establecen lineamientos y acciones que favorezcan el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Existen también algunos programas que promueven la cooperación universidad – empresa, sin embargo en esta investigación se constato que no han sido eficientes ya que existen una serie de contradicciones en torno a los objetivos y a las acciones. Las metas en muchos casos son parcialmente cumplidas y los mecanismos llegan a ser contradictorios al no ser claros en cuanto a los premios y castigos hacia la conducta colaboracionista. Programas como REDES e Incentivos Fiscales formula la integración de grupos de trabajo que involucre a actores de la vida académica y empresarial, pero en el caso específico de la biotecnología no existe una política que discrimine entre áreas prioritarias de las secundarias.

Por otra parte la UNAM no establece tampoco un sistema de incentivos que promueva la cooperación; dentro de los documentos analizados en esta investigación destaca el hecho de que los principales premios en la carrera de un investigador se otorgan gracias a la actividad relacionada con la publicación de los resultados de las investigaciones en general a nivel de investigación básica. Esto ha generado que muchos de los investigadores prefieran ascender por medio de las publicaciones que a través de la colaboración, ya que no existe una categoría adecuada para este término. Si la universidad se ha planteado el desarrollo de esta capacidad, se deben incorporar programas de estímulos para dicho fin. Otro de los problemas y probablemente el más común dentro de la universidad es el referente a la burocracia; el desconocimiento y la falta de un organismo que dirija a los investigadores en el camino de la cooperación con la empresa dificulta el establecimiento de la relación. Aunque en este caso de estudio existen dos oficinas dedicadas a la gestión y a la transferencia de tecnología, aún no existe un programa integral de toda la universidad que facilite la firma de convenios, las especificaciones, las asesorías en cuanto a la propiedad intelectual y los beneficios tanto para el investigador como para el área en que trabaja.

En el IBt, es claro como aún no se logran establecer mecanismos más eficientes de coordinación entre las oficinas centrales de la UNAM y este instituto, de manera que aunque el IBt actúe de manera clara y rápida, muchas veces se ve obstaculizada por la desorganización de otros departamentos.

El éxito de una colaboración depende de muchos factores y a su vez de distintos actores, en este caso que ha sido excepcional, destaca el hecho de la actuación de varios de los agentes involucrados. La larga experiencia del Dr. Possani en el tema de los venenos y la disposición y las características del Dr. Alagón favorecieron una adecuada comunicación con el dueño de la empresa Instituto Bioclon S.A. de C.V. Como se ha explicado ya, el proceso de generación de confianza y los canales adecuados de comunicación fueron especialmente importantes. El compartir objetivos y concepciones acerca del papel de la investigación en el país promovió la comunicación y sobre todo, metas en común. Más tarde, la integración de un elemento como el Dr. Paniagua como gestor de R&D y su cercanía con la universidad, con los investigadores y con el empresario lo convirtió en el agente traductor de necesidades y reforzador de la relación.

Los incentivos para cada uno de los agentes ha sido distinto, destaca el hecho de una fuerte disposición de los investigadores, a pesar de que el ambiente dentro de la universidad en muchas ocasiones iba en contra de sus acciones, para algunos investigadores trabajar con la empresa implica desviar su atención de problemas que consideran más importantes; para otros no implica ningún reto, sin embargo, estos investigadores universitarios supieron conjuntar su propio desarrollo como investigadores y a la vez establecer líneas de investigación que fuesen útiles y provocativas para ambas partes. Es interesante el hecho de que a pesar de su intensa colaboración con la empresa, estos investigadores se han mantenido con un ritmo de publicación muy alta, y esto es así gracias a que han sabido establecer condiciones de trabajo con la empresa de manera que los resultados de la investigación sean benéficos para ambos, para la empresa porque pueden traducirlos en nuevos procesos y productos y para los investigadores porque pueden publicar los resultados que obtienen de la investigación. Generalmente se llega a un acuerdo de que cosas pueden publicarse o cuales deben esperar un tiempo a partir de los derechos de propiedad intelectual.

En la relación IBt- Bioclon por el lado de los investigadores ha pesado más aquel tipo de incentivos que en esta investigación se han denominado como intrínsecos, o sea todos aquellos que tienen que ver con el reconocimiento, los actos simbólicos como el prestigio. También han sido importantes aquellos que implican financiamiento y lo que esto a su vez implica, sin embargo, en el ejercicio de jerarquización que hizo cada uno de ellos destacaba esto. Debe mencionarse que las características y la inclinación a favor de una posición que reconoce que la investigación que desarrolla la universidad en ciertas áreas debe ser utilizada para que genere beneficios sociales se

encuentra presente en estos investigadores. Así el comportamiento y la racionalización del acto cooperativo no fue modificado bruscamente en algún momento, sino que era coincidente con el del empresario y el del gestor de R&D.

Por el lado del empresario, ha pesado más el interés económico, la obtención de mayores beneficios siempre se encuentra presente en el comportamiento de un empresario, pero particularmente en este caso, el empresario fue capaz de reconocer que para dicho fin necesitaba de la investigación que se realiza en la universidad, esto no es nuevo para él, ya que tiene muy claro que las características de la Biotecnología implican la búsqueda constante, la experimentación, el trabajo constante y la continua información de cuál es la frontera del conocimiento en su área. Esto lo ha logrado gracias a la comunicación que mantiene con la universidad y con su gestor que a su vez se desempeña también como profesor universitario.

Así, la relación IBt – Bioclon muestra una mezcla de incentivos intrínsecos y extrínsecos, sin embargo queda ausente la presencia de la estructura institucional para promover estos lazos. Es pertinente decir, que los programas sobre todo el de estímulos fiscales ha sido por la empresa, pero esto no ha modificado notablemente su conducta, ni fue el detonador principal de la relación. En realidad, el detonador fue la interacción individual, la confianza y los incentivos intrínsecos predominantes en los investigadores y los extrínsecos mezclados con intrínsecos del empresario.

El objetivo de esta tesis ha sido cumplido en tanto que se ha estudiado y analizado lo que aquí se ha denominado como la estructura de incentivos a diferentes niveles (macro, meso y micro) en la relación universidad – empresa. A su vez, ha sido contestada la pregunta acerca de cuál es el sistema de incentivos subyacente a la cooperación universidad – empresa en el área de biotecnología en México, la respuesta sólo corresponde a este caso de estudio, sin embargo se ha podido delimitar cuáles son aquellos incentivos que han facilitado y cuáles han obstaculizado el proceso. A partir de la hipótesis planteada en esta investigación se observa que es parcialmente rechazada, ya que en México sí existe una estructura de promoción a la cooperación, sin embargo, esta es contradictoria, en muchos casos ineficiente y desorganizada. Esto hace que la relación de cooperación dependa en mayor medida de las interacciones individuales y sobre todo de los incentivos intrínsecos de los agentes. Este es un hallazgo importante, porque en México parecería que las condiciones no son las óptimas para la cooperación Universidad – Empresa y realmente no lo son y sin embargo, existen casos exitosos como este y la respuesta a que prácticamente actúen

contra corriente la hallamos en las características individuales de los agentes, en su predisposición, en sus motivaciones y también en las expectativas que se crean a lo largo de la relación. Recuérdese que la estabilidad de una relación de cooperación depende del establecimiento de metas conjuntas a corto plazo que vayan cumpliéndose, a su vez esto abre paso a las metas de mediano plazo y si los resultados se evalúan en términos favorables se generan metas a largo plazo, lo que hace que la relación perdure y se fortalezca por el mismo proceso.

Las principales recomendaciones que se desprenden de este trabajo se agrupan en dos niveles, aquellas que involucran a CONACYT, sus programas y a la UNAM y aquellas que involucran a las organizaciones como IBt e Instituto Bioclon. Por un lado, CONACYT debiese plantear un esquema claro de premios a aquellas empresas, universidades y agentes que participen en un proyecto de cooperación y sobre todo que de resultados. El esquema debe incluir concordancia entre todos los programas, ya que se puede plantear un programa que promueva esto pero que a su vez se contrapone con otro, como lo que ha sucedido hasta ahora entre algunos de sus programas. La UNAM podría reestructurar su tabulador de puntos de acuerdo al Instituto del que se esté hablando, es claro que el Instituto de Filosofía tiene poco o nulo interés de colaborar con la empresa por su propia naturaleza, sin embargo, aquellos institutos que cuentan con un perfil tecnológico pueden regirse bajo un esquema de incentivos distinto que ayude y promueva la cooperación con las empresas. Este tipo de esquema implica una reorganización y sobre todo la formación de un área de promoción, gestión y resolución de problemas que tengan que ver con la colaboración; con respecto a este punto, cabe destacar que la UNAM ha estado trabajando en este punto y se trabaja actualmente en una oficina que se encargue es esto.

Por otra parte, el IBt podría trabajar en un ciclo de platicas que informara a los investigadores de cuáles son los pasos básicos que involucra la cooperación, además de que se pudiesen compartir las experiencias de investigadores que han tenido éxito, así como aquellos que han enfrentado problemas, sobre todo para conocer ambas partes y empezar a modificar la cultura acerca del tema. Mientras que Instituto Bioclon podría mejorar sobre todo algunas prácticas administrativas y de información al respecto de lo que hacen en cuanto a la colaboración.

En términos generales deben buscarse mecanismos de manera que los incentivos e intereses se alineen de forma adecuada para un fin común, el desarrollo de procesos cooperativos

entre la universidad y la empresa. además de focalizar la atención en áreas prioritarias, en este caso en la Biotecnología, sobre todo porque es un área que cuenta con un alto potencial de expansión y en el país aunque aún no se pueda hablar de un sector como tal, si se cuenta con algunos actores de muy alta calidad que pueden crecer aún más.

Los limitantes de esta investigación son varios, por un lado al ser un caso de estudio y al particularizar en relaciones muy específicas no es factible la generalización, poco se puede hablar de cómo promover esquemas similares de cooperación, sobre todo porque las características de esta relación tiene particularidades claras. Por ejemplo, el hecho de que el mercado de los antivenenos sea un mercado incompleto, el que haya existido un grupo de investigación universitario con experiencia en el tema de los venenos y que pudo ser transformado más o menos fácilmente en un grupo de estudio sobre antivenenos, las características propias de los agentes, el sector que manifiesta una vocación indudable hacia la colaboración. Todo esto influye en las respuestas que se han encontrado en esta tesis y en las limitantes de proponer esquemas replicables para otras universidades u otras empresas.

A lo largo de la investigación se enfrentaron distintos problemas, el primero de ellos fue la integración de un marco que pudiese explicar la conducta y las motivaciones de los agentes, al ser un estudio basado principalmente en agentes era necesario recurrir a teorías psicológicas y sociológicas que unidas a las teorías económicas de la cooperación pudiesen darnos un marco adecuado de interpretación, así el resultado puede parecer ecléctico en tanto que integra distintas visiones a diferentes niveles.

Tampoco fue suficiente el tiempo para entrevistar a todas las personas que se habían considerado, con algunas esto fue el motivo y con otras la poca disponibilidad para hablar de temas que consideran confidenciales.

Otro de los problemas que se enfrentó fue la escases de datos acerca de la biotecnología en México, para integrar un panorama de la situación del sector fue necesario retomar datos muy generales, otros se construyeron y algunos son aún básicos, esto es un problema y a la vez representa una oportunidad para próximas investigaciones, ya que es necesaria la generación de metodologías acerca de indicadores de biotecnología en México y sobre todo el desarrollo de algunos de ellos.

Bibliografía

- ALAGÓN, A. (2007) "Anticuerpos Terapéuticos: el caso de los antivenenos" en <http://www.smb.org.mx/XXVICONGRESO/>
- ALCHIAN A. Harold Demsetz (1972) "Production, information costs and economic organizations" *The American Economic Review* 612
- ÁVILA, F., (1997) *Diagnostico de la Educación Superior Latinoamericana*. Editorial ARS Gráfica S.A. Venezuela
- AXELROD Robert (1984, 2006), *The Evolution of Cooperation*, Basic Books, USA, 275
- AXELROD, R. (2004) *La Complejidad de la Cooperación. Modelos de cooperación y colaboración basados en los agentes*. FCE Argentina.
- BARNARD Ch. *The functions of the executive*. (1938) *The functions of the executive*. Instituto de Estudios Políticos, Madrid, 1959.
- BECERRIL, B. & Lidia Riaño. (2008) "Quinta generación de anti-venenos contra la picadura de alacrán" en *HYPATIA Revista de divulgación científico-tecnológica del gobierno del Estado de Morelos*. Revista #25
- BECKER, L. J. (1978) "Joint effect of feedback and goal setting on performance" A field study of residential energy conservation" *Journal of Applied Psychology*, 63, 428-433
- BELL, J. (2002) *Cómo hacer tu primer trabajo de investigación*, Gedisa editores, Barcelona
- BERGMÜLER R., et al. (2006) "Integrating cooperative breeding into theoretical concepts of cooperation". *Behavioural Processes* 76, 61-72
- *Borderless Biotech & Mexico's Emerging Life Sciences Industry*. Crossborder Group Inc. Junio 2007
- BOZEMAN B. y Elizabeth Corley (2004) "Scientists' collaboration strategies: implications for scientific and technical human capital". *Research Policy* 33, 599-616
- CANT, M.A., Johnstone, R.A. (2006) "Self-serving punishment and the evolution of cooperation". *J. Evol. Biol.* 19, 1383-1385
- CASAS, R., Rebeca de Gortari y Ma. Josefa Santos (2000) *The building of knowledge spaces in México: a regional approach to networking*" *Research Policy* 29
- CLARK, B. (1998) *Creating Entrepreneurial Universities: Organisational Pathways of Transformation*, *International Association of Universities and Elsevier Science*, New York

- CORONA, L.,(1990) Elementos para una estrategia latinoamericana de desarrollo científico y tecnológico, en *Comercio Exterior*, Bancomext, Vol. 40, núm.2, México, pp. 150-155
- COOMB, R. (1996) Core competencies of the Corporation, *Harvard Bussines Review* Vol. 68 no. 3 (may-jun)
- CHIAVENATO, Idalberto; "Introducción a la teoría General de las Administración", cuarta edición, Editorial
- DAVID P. y Dominique Foray. (2002) Fundamentos económicos de la sociedad del conocimiento. *Comercio Exterior*, Vol. 52 Núm. 6, Junio
- DOSI, G. (1988a), "The nature of the innovative process", en Dosi, G. et al (eds), op cit.
- DOSI, G. (1988b), Sources, procedures and microeconomic effects of innovation, *Journal of Economic Literature*, Septiembre.
- DOSI, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change, *Research Policy*, Vol 11, No 3, junio
- DOSI, G., et al., (1998) *Technical change and economic theory*, Pinter Publishers, London, 1988
- DUTRÉNIT, G. & A. Oliveira, (1992) Las asociaciones en participación, camino para modernizar el campo, en *Comercio exterior*, Bancomex, Vol.42, núm. 6, México, pp. 563-571
- ENGEL, P. Y Riedmann W.(1987) "Casos sobre motivación y dirección de personal". Deusto, Bilbao
- ESTE P. y Patel (2007) "University-industry linkages in the UK: What are the factors underlying the variety of interactions with industry?" *Research Policy* 36 1295-1313
- ETZKOWITZ, H. y L. Leydesdorff (1995) The triple helix-university-industry-government relations: A Laboratory for knowledge-based economic development, *EASST Review*, 14
- ETZKOWITZ, H.; A. Webster; C. Gebhardt y B. Terra (2000) The future of the University and the university of the future: evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm, *Research Policy*, 29 (2),
- ETZKOWITZ H. The Triple Helix of University-Industry-Government. Implications for Policy and Evaluation. Working Paper 2002-11 *Sister*. Stockholm

- FÖLSTER S. (1993) "Do subsidies to cooperative R&D actually stimulate R&D investment and cooperation?" *Research Policy* 24, 403-417
- GIBBONS, M. ,Camille Limoges, Helga Nowotny, Simon Schwartzman, Peter Scott y Martin Trow. (1997) *La nueva producción del conocimiento. La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas*. Ediciones Pomares Corredor. Barcelona
- GOLDSTEIN D. (1989) *Bioteología, Universidad y política*. Siglo Veintiuno Editores. México-Argentina
- HERZBERG, F, Mausner, B. Snyderman, B. (1967) "The motivation to work", John Wiley, Nueva York
- JAFFE, W.R. & TRIGO, E. (1993) Agrobiotechnology in the developing world. Trends issues and policy perspectives. En *Biotechnology R&D Trends: Science Policy for Development, Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 700.
- KENNEY M y Goe W.R. (2004) "The role of social embeddedness in professorial entrepreneurship: a comparison of electrical engineering and computer science at UC Berkeley and Standford" *Research Policy* 33, 691-707
- KLEVRICK A., R.Nelson y S. Winter (1995) "On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities" *Research Policy* 24, 185-205
- *La Bioteología en México*. Informe elaborado por Trikarty e Hiperion Biotech para Genoma España 2005
- LAFFONT, J.J. and E. Masking (1982) "The theory of incentives: an Overview", in *Advanced in Economic Theory*, ed. W. Hildenbrand, Cambridge University Press, Cambridge.
- LAFFONT, J-J. and Martimort, D. (2002) "The theory of incentives". Princeton University Press.
- LANDSBERGER (2002) *Alternative Modes of Teaching and Learning, Case Studies*, the University of Western Australia, Perth, Australia
- LAREDO "Motivación y Satisfacción", <http://www.teclaredo.edu.mx/unidad2/unidad2.htm>
- LEIDECKER, J. K. Hall J. (1989)"Motivación: buena teoría, pobre aplicación" en A. Dale Timpe *Motivación del personal*. Plaza y Janes, Barcelona España.
- LOCKE, E. A. (1969) "Purpose without consciousness: A contradiction". *Psychological Reports*, 21, 991-1009.
- LUNDVALL, B. (1992) *National Systems of Innovation*, Pinter Publisher, Londres.

- NITSCHKE G. (2005) "Emergence of Cooperation: State of Art". *Artificial Life* 11, 367-396
Massachusetts Institute of Technology
- MASLOW, A. (1954) "Motivación y personalidad", Sagitario España
- McCLELLAN, D.C.(1989) "Estudio de la motivación Humana", Madrid Narcea
- MCGREGOR, D. (1996) "The human side of Enterprise" en *Leadership and Motivation* MIT Press, Cambridge
- MALERBA F. (2004). *Sectoral Systems of Innovation*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Mc Kelvey Maureen, Orsenigo Luigi & Fabio Pammolli. Pharmaceuticals analyzed through the lens of a sectoral innovation system
- OECD (1998); *Biotechnology, economic and wider impacts*. Paris.
- OLDHAM, G (1976) "The motivational strategies used by supervisors: Relationships to effectiveness indicators". *Organizational Behaviour and Human Performance*, nº 15, 1976
- PAVITT, K. (2003) The process of innovation. *Electronic Working Paper Series SPRU*
- PERARCE, S. L. (1983) "Job attitudes and motivation differences between volunteers and employees from comparable organizations". *Journal of Applied Psychology*", nº 68
- PÉREZ J.A.(1979) "Teoría de la Organización: Teoría de las motivaciones humanas" FHN, Nota Técnica del IESE
- PINILLOS J. (1980) "Principios de Psicología", Alianza Universidad, Madrid
- POSSANI, L. (2006) "El alacrán y su piquete" en La Jornada Michoacán 2 de agosto
- PUFFER S. y James Meindl. (1992) "The Congruence of Motives and Incentives in a Voluntary Organization". *Journal of Organizational Behaviour*, Vol. 13, No. 4
- PATTON, M. (1990) *Qualitative Evaluation and Research Methods*, Sage Publications, London, Second Edition.
- Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2001-2006. Poder Ejecutivo Federal, México.
- Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2007-2012. Tomo II Poder Ejecutivo Federal, México.
- ROSENBERG N. (1976) *Tecnología y Economía*, Ed Gili, Barcelona, Cap 4
- ROTHWELL R. (1994), Industrial innovation: success, strategy, trends, en Dodgson, M. and Rothwell, R., *The handbook of industrial innovation*

- REVÉ, J. (1996) "Motivación y Emoción". McGraw Hill. México
- REQUATE T. (2005) "Dynamic incentives by environmental policy instruments – a survey" *Ecological Economics* 54, 175-195
- SAUTU R. (coord.) 2006 Manual de metodología. Construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología. CLACSO Libros. Colección Campus Virtual. Argentina
- SCHARTINGER D., Schibany A. y H. Gassler (2001) "Interactive relations between university and firms: empirical evidence for Austria" *Journal of Technology Transfer* 26, 255-268
- SHUMPETER J. (1997) *Teoría del desenvolvimiento económico*. Ed. Fondo de Cultura Económica, México
- SILVERMAN, D. (2000) *Doing Qualitative Research: A Practical Handbook*. London: Sage Publications
- SLAUGHTER, S. y L. Leslie (1997): *Academic capitalism: Politics, policies and the entrepreneurial university*, John Hopkins University Press, Baltimore.
- STILES, D. (2002): "Higher Education Funding Council (HEFC). Methods in the 1990s: National and Regional Developments and Policy Implications", *Public Administration*, 80 (4)
- WINNIFORD, J. y Stanley, J. D. (1995) "An analysis of the traits and motivations of college students involved in service organizations". *Journal of College Student Development*, nº 36
- YIN, R. (1994) *Case study research: Design and methods*, (2nd ed.). Beverly Hills, CA: Sage Publishing
- ZAPATA B. (2007) *Fundamentos y casos exitosos de la biotecnología moderna*, AMC, IBt UNAM, El Colegio Nacional, CONACYT y CIBIOGEM México. México
- ZUCKER L. y M.R. Brewer (1998) "Intellectual human capital and the birth of U.S. biotechnology enterprises" *American Economic Review* 88 (1), 290-306

Páginas electrónicas

- <http://www.amc.unam.mx/>
- www.conacyt.gob.mx
- www.agrobiomexico.org.mx
- <http://smcg.cifn.unam.mx>

- <http://www.cdn.com.mx/?c=118&a=24333>
- http://www.cronica.com.mx/nota.php?id_nota=342054
- http://www.gentesur.com.mx/articulos.php?id_sec=7&id_art=934&id_ejemplar=161
- http://dgapa.unam.mx/programas/e_pride/lingrales_inv_prof_pride_260496.pdf

ANEXO

Esquema 1. Infraestructura Pública en Biotecnología

Universidades y Laboratorios universitarios	Centros Públicos y Otros
Instituto de Biotecnología (UNAM)	Hospital Civil de Guadalajara
Centro de Ciencias Genómicas (UNAM)	Instituto Nacional de Salud Pública
Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad (CINVESTAV)	Parque de investigación e innovación tecnológica (NL)
Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN Unidad Querétaro (CINVESTAV)	Centro de Investigaciones Biológicas de Noreste, S.C. (CIBNOR), CONACYT
Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN Unidad Irapuato (CINVESTAV)	Productora Nacional de Biológicos Veterinarios (PRONABIVE)
Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN Unidad Ciudad de México (CINVESTAV)	Instituto Mexicano del Petróleo (IMP)
Instituto Tecnológico de Celaya (TECELAYA)	PEMEX
Instituto de investigación en biología experimental (Univ.Gto)	Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE)
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias	INIFAP
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (UdeG)	IMSS
Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y diseño del Estado de Jalisco	ISSTE
Centro de Investigación en Biotecnología (UAEM)	Centro de Capacitación Sanitaria (CECASA)
Centro de Incubación de Empresas y Transferencia Tecnológica (UANL)	Centro de Ciencias de Sinaloa (CCS)
Centro de Biotecnología (ITESM)	Centro de Investigación Científica de Yucatán, S.C. (CICY), CONACYT
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (UABC)	Centro Nacional de Investigación en Fisiología y Mejoramiento Animal (CENID FYMA)
Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CEPROBI), IPN	Centro de Tecnología Avanzada, A.C. (CIATEQ), CONACYT
Facultad de Medicina (FM), UNAM	Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango, Unidad Michoacán y Unidad Oaxaca (CIDIR), IPN
Facultad de Química (FQ), UNAM	Sociedad Mexicana de Toxicología (SMT)
Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIB), UNAM	Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD), CONACYT
Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH)	Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ), CONACYT
Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CEPROBI), IPN	
Universidad Tecnológica de Tabasco (UTTAB)	
Universidad Tecnológica de Torreón (UTT)	
Universidad Iberoamericana (UIA)	
Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnología Avanzadas (UPIITA) IPN	
Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa y Xochimilco	

Elaboración propia con datos de *Borderless Biotech & Mexico's Emerging Life Sciences Industry*. Crossborder Group Inc. Junio 2007 y PECyT 2001-2006

Esquema 2. Empresas que han hecho uso de alguna técnica o desarrollo biotecnológico en México

Grupo Bimbo	Kimberly Clark	Desc Sector Químico	Farmacias del Ahorro
Coca Cola Femsa	Femsa	Pfizer	Grupo Herdez,
Grupo Modelo	Sabritas	Roche Corp-	Glaxo Smith Kline
Pepsico	Sigma alimentos	Merck Sharp & Dome	Grupo Celanese
Nestle	Bachoco	Bayer de México	Aventis Pharma
Procter & Gamble de México	British American Tobacco	Grupo Novartis	Novartis Farmacéutica
Nacional de Drogas	CIGATAM	Schering Plough	Bristol Myers Squibb
Grupo Ind. Lala	Gamesa	Grupo Viz	Copamex
Boehringer Ingelheim Promeco	Probiomed	Instituto Bioclon	Laboratorios Silanes
Agrobionsa	Ibtech	Mixim	Birmex
Grupo Maseca	Ganaderos Productores de Leche Pura	Infra	Gruma
Desc Sector Químico	American Homeproducts	Avon Cosmetics	Pilgrim's Pride
Copamex	Grupo Altex	Grupo La Moderna	Big Cola
Kraft Foods	Grupo Bafar	Fármacos Especializados	Agro Industrial Exportadora
Eli Lilly Y Compañía De México	Abbott Laboratorios De México	Laboratorios Pisa	Laboratorios Senosiain
ALCON	Sanofi-Synthelabo	Liomont	Armstrong
CREST	Grupo Ceres	Organon	CHINOIN
Sophia	DIAGEO	RIMSA	Siegfried Rhein
ICN	Conagra Foods México	Distribuidora De Lácteos Algil	Martín Cubero

Elaboración propia con datos de PECyT 2001-2006 y Corona 200?

Esquema 3. Empresas productoras o usuarias de Biotecnología en México por sectores

Sector Agrícola	Sector Ganadero y Animal	Sector Salud	Análisis de Alimentos	Sector Medio Ambiente	Otros
Agrobiológicos del Noroeste S.A de C.V. (AGROBIONSA)	ABS México S.A. de C.V.	DCL, S.A. de C.V.	American QUALITY Lab S.A. de C.V.	ALLWASTE Servicios Industriales de Control Ecológico S.A. de C.V.	Ácidos Orgánicos La Florida S.A. de C.V.
AGROMOD	BIO-ZOO S.A. de C.V.	Laboratorios PISA S.A. de C.V	BAYER Diagnósticos S.A. de C.V.	ECCACIV	ENMEX S.A. de C.V.
BIOGENÉTICA MEXICANA S.A de C.V.	Grupo Fernández	LEMERY S.A. de C.V	Bufete Químico S.A. de C.V.	ECO INGENIERÍA S.A. de C.V.	Industrializadora de Leche de Delicias S.A.de C.V.
BIOTEC LATINOAMERICANA S.A. de C.V.		Instituto BIOCLON	Corporación PR ALLIED S.A. de C.V.	ECO RED S.A. de C.V.	J. VENTURA
BIOTECNIC S.A. de C.V.		Investigación Aplicada IASA	Métodos Rápidos S.A.	ETEISA S.A. de C.V.	Laboratorios MIXIM

		S.A. de C.V.	de C.V.		
BIOTECNO S.A.		MEXAMA S.A. de C.V.	NATVER S.A. de C.V.	GRUPO ARTHURIANA S.A. de C.V. LANCELOT	LEVAMEX S.A. de C.V.
BUCKMAN LABORATORIOS		Productora Nacional de Biológicos Vewterianrios PRONABIVE	Nuevos Desarrollos Industrial y Comercial	KLEINFELDER MÉXICO S.A. de C.V	
GRUPO AGRÍCOLA "JOEL" S.P.R. DE R.L. DE C.V. Centro de Biotecnología Joel		SHERING MEXICANA S.A. de C.V.	TECNOLIM	POLYBAC CORPORATION MÉXICO	
Centro de Biotecnología SABRITAS S.A. de C.V.		VETOQUINOL México		PROTECTORA ECOLÓGICA	
Centro Internacional de Investigación y Capacitación Agropecuaria, A.C. CIICA		PROBIOMEB S.A. de C.V.		TECODESA Y ASOC. S.A. de C.V.	
Champiñones Camargo S.A. de C.V.					
Empresas La Moderna, división de Agrobiotecnología					
Evergreen Invernadero					
Fertilizantes Orgánicos Lomhus S.de R.L.M.I.					
Gen Agrocultivos					
Grupo Bioquímico Mexicano S.A. de C.V.					
Grupo Biotecnológico MARSAN S.A. de C.V.					
INVERNAMEX S.A. de C.V.					
KOPPERT México S.A. de C.V.					
Laboratorios Agroenzymas S.A. de C.V.					
Laboratorios BIOQUIMEX S.A. de C.V.					
Maltos y Asociados S.A. de C.V.					
Productos Ecológicos S.A LAPRE					
PROQUISA S.A. de C.V.					
QUÍMICA FOLIAR S.A de C.V.					
Química Agrícola del Noroeste. S.A. de C.V.					
QUIMIA S.A. de C.V.					
MASECA S.A. de C.V.					

Elaboración propia con datos de *La Biotecnología en México*. Informe elaborado por Trikart y Hiperion Biotech para Genoma España 2005

Programas y Subprogramas del Ramo 38: Conacyt

Marco regulatorio	Ley de Ciencia y Tecnología Ley Orgánica del CONACYT Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación Reglas de Operación de los Programas				
	Programas	Becas para realizar estudios de posgrado	SNI	Fomento a la realización de proyectos que incrementen la capacidad científica y tecnológica, a nivel sectorial y regional	Centros Públicos de Investigación
S u b p r o g r a m a s	Becas nacionales	Sistema	Investigación científica básica y aplicada en las Entidades Federativas (FOMIX)	Centros Públicos de Investigación coordinados por el Conacyt	
	Becas al extranjero		Investigación científica básica, aplicada y de innovación (FOSEC)		
	Fortalecimiento del Posgrado Nacional	Nacional	Publicaciones científicas mexicanas		
			Estancias posdoctorales al extranjero		
	Jóvenes Talentos y Vinculación	de	Apoyo a la creación y consolidación de Laboratorios Científicos de Alta Calidad		
			Formalización y consolidación de redes temáticas científicas y académicas		
	Consolidación de Grupos de Investigación (Repatriaciones y Cátedras)	Investigadores	Apoyo a asociaciones y sociedades académicas		
			Negocios de Base Tecnológica (AVANCE)		
	Colaboración internacional		Programa para mejorar la capacidad tecnológica de la empresa (IDEA)		
			Estímulos fiscales a la IDE		
			Consortios de innovación		
			Colaboración internacional		
	Sistema Nacional de Evaluación Científica y Tecnológica (SINECYT)				
	Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT)				
Divulgación y difusión científica y tecnológica					
Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica y Tecnológica (SICYT)					

FOMIX: Fondos Mixtos

FOSEC: Fondos Sectoriales

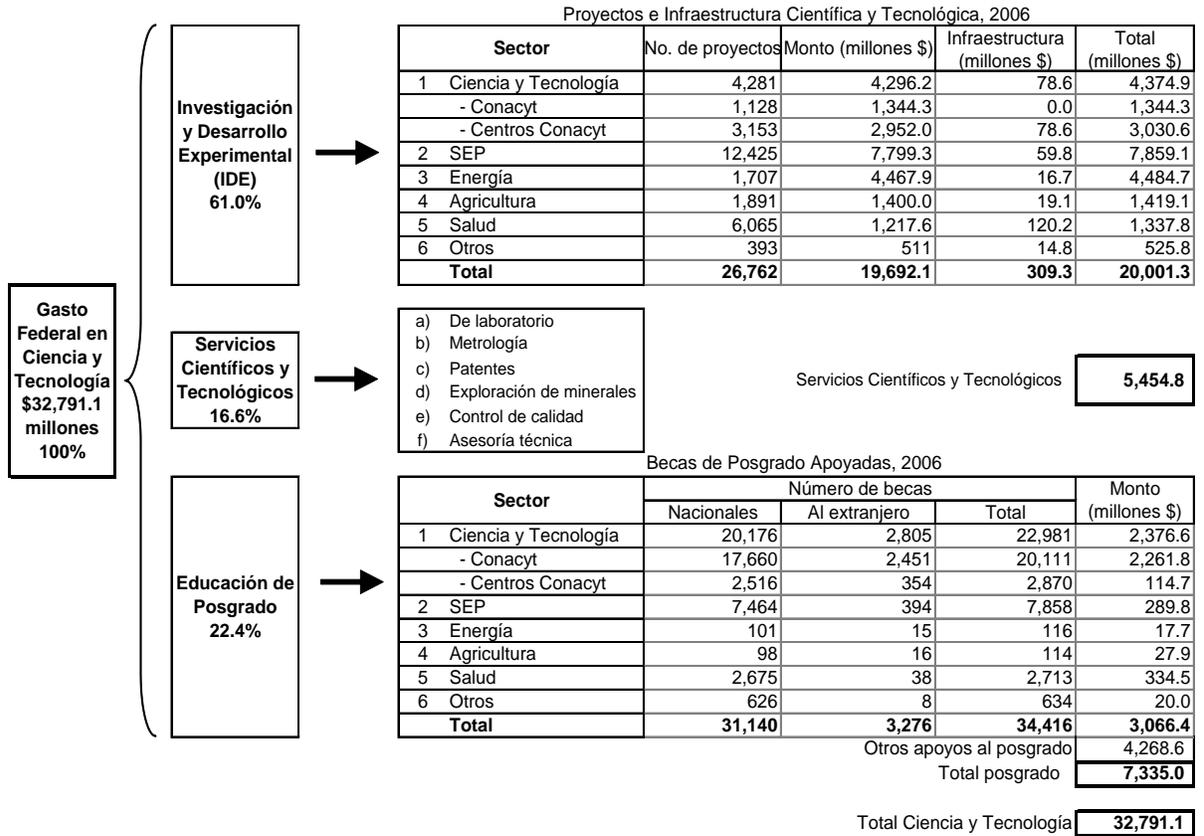
AVANCE: Alto Valor Agregado en Negocios con Conocimiento y Empresarios

IDEA: Incorporación de Científicos y Tecnólogos Mexicanos en el Sector Social y Productivo del País

IDE: Investigación y Desarrollo Experimental

Fuente: Conacyt

GASTO FEDERAL EN CIENCIA Y TECNOLOGIA POR TIPO DE ACTIVIDAD, 2006



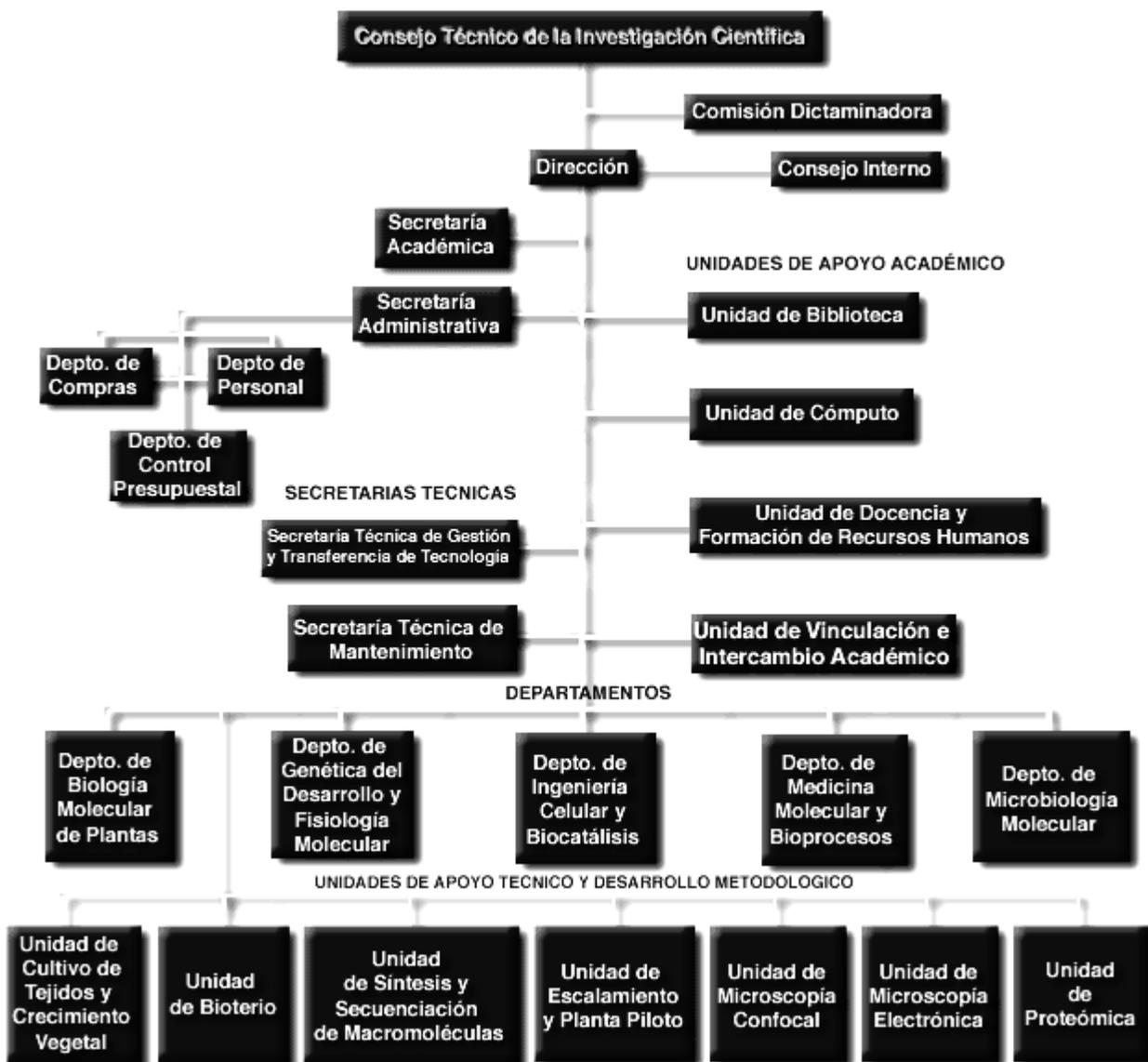
Fuente: SHCP, Cuenta de la Hacienda Pública Federal, 2006.

NOTA: Información proporcionada por Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal para la integración del apartado de Ciencia y Tecnología del 1er Informe de Gobierno, 2007.

Esquema 6. Miembros del SNI, 1997-2006

Año	Número de miembros	Variación anual %
1997	6,278	5.2
1998	6,742	7.4
1999	7,252	7.6
2000	7,466	3.0
2001	8,018	7.4
2002	9,200	14.7
2003	10,189	10.8
2004	10,904	7.0
2005	12,096	10.9
2006	13,485	11.5
Notas: Cifras preliminares.		
Fuente: Conacyt, Base de datos del SNI, 1997-2006p/.		

Esquema 7. Estructura orgánica IBT



Información tomada de <http://www.ibt.unam.mx>

Esquema 8. Modelo de Gestión Tecnológica de Instituto Bioclon S.A. de C.V.

Función	Finalidad
Inventariar	-Conocer las tecnologías utilizadas y dominadas por la empresa y que constituyen su patrimonio tecnológico -identificar las tecnologías clave, las periféricas y las genéricas
Vigilar	-Alertar sobre la evolución de las tecnologías de interés para las empresas -Sistematizar fuentes de información -Vigilar las tecnologías y mercados de los competidores -Identificar el impacto posible de la evolución tecnológica sobre las actividades de la empresa
Evaluar	-Diseminar la competitividad y el potencial tecnológico propio

	<ul style="list-style-type: none"> -Estudiar posibles estrategias de innovación -Identificar posibilidades de alianzas tecnológicas -Priorizar las tecnologías en la empresa
Enriquecer	<ul style="list-style-type: none"> -Diseñar estrategias de investigación y desarrollo -Definir estrategias de adquisición de equipo y tecnologías externas -Definición de proyectos conjuntos y/o alianzas -determinar estrategias de financiamiento de proyectos
Asimilar	<ul style="list-style-type: none"> -Explotación sistemática del potencial tecnológico mediante: Programas de capacitación Documentación de las tecnologías de la empresa Desarrollo de aplicaciones derivadas de tecnologías genéricas Gestión eficiente de los recursos
Proteger	<ul style="list-style-type: none"> -Establecimiento de políticas de propiedad intelectual Patentes, marcas, diseños industriales, secretos industriales

Tomado de Compendio de Organizaciones Ganadoras del Premio Nacional de Tecnología 2005

Esquema 9. Regionalización de los Faboterápicos





Esquema 10. Estudios que terminaron enrolamiento en pacientes

Nombre	País	Fase	Diseño	Fecha
Faboterápico Polivalente Anti-alacrán Vs. Midazolam en px. pediátricos	USA	Fase 3 FDA	Doble ciego, aleatorizado multicéntrico, controlado con Midazolam	inicio sep-04 final oct-05
Faboterápico Polivalente Anti-araña Latrodectus 600/6000	México - Guadalajara	Registro de Nueva Presentación	Doble ciego, aleatorizado un solo centro	inicio oct-04 final dic-05
Faboterápico Polivalente Anti-alacrán México Pediátrico	México	Fase 2 FDA	Series de casos venenonemia multicéntrico	inicio ene-05 final sept-06
Faboterápico Polivalente Anti-alacrán México Adultos	México	Fase 2 FDA	Series de casos venenonemia multicéntrico	inicio ene-05 final sept-06
Faboterápico Polivalente Anti-serpiente Arizona FDA	USA	Fase 2 FDA	Abierto aleatorizado comparando recurrencia de coagulopatía entre Crofab y Antivipmyn	inicio ene-05 final jul-06
Faboterápico Polivalente Anti-araña Latrodectus US FDA	USA	Fase 2 FDA	Doble ciego, aleatorizado controlado con placebo, multicéntrico	inicio may-05 final sept-06
Faboterápico Polivalente Anti-serpiente para continente Africano	África	Fase 3 FDA	Serie de casos multicéntrico	inicio abr-05 final jun-06
Faboterápico Polivalente Anti-alacrán Arizona Pediátrico	USA	Fase 2 FDA	Serie de casos de venenonemia	inicio ene-05 final sep-06

Faboterápico Polivalente Anti-serpiente Panafricano	África	Fase 4	Estudio de Coagulopatía en pacientes con envenenamiento por vipéridos	inicio jun-05 final jun-06
---	--------	--------	---	-------------------------------

www.bioclon.com.mx

Esquema 11. Estudios que continúan enrolando pacientes

Nombre	País	Fase	Diseño	Fecha
Faboterápico Polivalente Anti-alacrán Arizona Rural	USA	TX. De protocolo	Serie de casos, multicéntrico financiado por el gobierno de Arizona	Inicio mar-05

www.bioclon.com.mx

Esquema 12. Estudios planeados

Nombre	País	Fase	Diseño	Fecha
Faboterápico Polivalente Anti-serpiente México	México	Fase 4	Optimización de esquema terapéutico	Inicio sept-06
Faboterápico Polivalente Anti-araña Latrodectus US FDA	USA	Fase 3 FDA	Pendiente	Inicio may-97
Faboterápico Polivalente Anti-araña Loxoceles	USA	Fase 3	Pendiente	Inicio mar-07
Faboterápico Polivalente Anti-serpiente	USA	Fase 3	Multicéntrico	Inicio jun-07
Faboterápico Polivalente Anti-elápidos Africanos	África	Fase 4	Estudio para pacientes con envenenamiento por elápidos	Inicio jun-07

www.bioclon.com.mx

Esquema 13. Estudios clínicos para ingresar a nuevos mercados

Nombre/Proyecto	Objetivo
Faboterápico Polivalente Anti-alacrán FDA	Venta de Faboterápico Polivalente Anti- Alacrán USA
Faboterápico Polivalente Anti-serpiente FDA	Venta de Faboterápico Polivalente Anti-Serpiente USA
Faboterápico Polivalente Anti-araña Latrodectus FDA	Venta de Faboterápico Polivalente Anti-araña Latrodectus USA
Faboterápico Polivalente Anti-serpiente Panafricano	Venta de Faboterápico Polivalente Anti-Serpiente Panafricano /África

Esquema 14. Proyectos por año Instituto Bioclon S.A. de C.V.

2006	2007	2008	2009	2010
Faboterápico Polivalente antialacrán, FDA EUA Fase III	Faboterápico Polivalente antialacrán, FDA EUA Registro	Faboterápico Polivalente anti-serpiente, FDA EUA Registro	Antiserpiente Latinoamericana Registro	Faboterápico Polivalente anti-serpiente Europa Registro
Faboterápico Polivalente anti-serpiente, FDA EUA Fase II	Faboterápico Polivalente anti-serpiente, FDA EUA Fase III	Faboterápico Polivalente Anti-araña FDA EUA Registro	Antialacrán África y Medio Oriente Registro	
Faboterápico Polivalente Anti-araña FDA EUA FaseII	Faboterápico Polivalente Anti-araña FDA EUA FaseIII	Faboterápico Polivalente anti-araña Loxoceles Registro	Faboterápico Polivalente anti-serpiente Fase III	
Faboterápico Polivalente Anti-serpiente África Fase III	Faboterápico Polivalente Anti-serpiente África Registro	Antiaracnido Latinoamericano Registro		
	Faboterápico Polivalente anti-araña Loxoceles Fase III	Antiserpiente Latinoamericana Fase III		
	Antiaracnido Latinoamericano FaseIII	Anti alacrán África y Medio Oriente. Fase III		
	Antiserpiente Latinoamericana Fase II	Faboterápico Polivalente anti-serpiente Europa Fase II		
	Faboterápico Polivalente anti-serpiente Asia Fase II y III Sri Lanka	Faboterápico Polivalente anti-serpiente Asia Registro		

www.bioclon.com.mx

Esquema 15. Ventas Totales 2001-2004 Instituto Bioclon S.A. de C.V.

	Unidades	Valor en pesos
2001	170,263	39'473,735
2002	245,470	52'944,079
2003	251,443	57'942,315
2004	326,386	77'562,171

Tomado de Compendio de Organizaciones Ganadoras del Premio Nacional de Tecnología 2005