

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
METROPOLITANA**

XOCHIMILCO

**MODELO DE TRANSACCIONES DE
CONOCIMIENTO DENTRO DE UN SISTEMA
NACIONAL DE INNOVACIÓN.**

(El Caso de México)

ALFONSO SALVADOR ÁVILA MERINO

Asesores: Dr. Mario Cimoli y Mtro. Ramón Tirado

**TESIS QUE PRESENTA PARA OBTENER EL
GRADO DE MAESTRO EN ECONOMÍA Y
GESTIÓN DEL CAMBIO TECNOLÓGICO**

Septiembre 1998

“Si la pobreza de mi ingenio, mi escasa experiencia de las cosas presentes y las noticias incompletas de las antiguas hacen esta tentativa defectuosa y no de grande utilidad, al menos enseñaré el camino a alguien que con más talento, instrucción y juicio realice lo que ahora intento, por lo cual, si no consigo elogio tampoco mereceré censura”.

Maquiavelo

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer ampliamente la constante asistencia y guía que me ofrecieron Mario Cimoli y Ramón Tirado, quienes bajo su supervisión semana con semana hizo posible que este estudio se lleve a cabo.

Los conocimientos y experiencias que me transmitieron todos los profesores que me dieron algún curso o seminario dentro del programa de la Maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico que satisfizo ampliamente las expectativas que tenía antes de ingresar a esta.

Agradezco las críticas y sugerencias que realizaron los lectores de este trabajo: Etelberto Ortiz, Roberto Constantino y Mónica Casalet.

Agradecimientos muy especiales a Geselle Gromitt por su paciencia y trabajo en la edición final de este trabajo, sin su ayuda este no hubiera sido terminado.

Finalmente, a todos aquellos que de alguna forma contribuyeron en mi formación intelectual y humana: Mi Familia (especialmente mi Madre), compañeros de clase, amigos y muchas otras personas, especialmente durante los dos últimos años.

INDICE

	Página
I. Introducción	5
II. Base Teórica del Modelo de Transacciones de Conocimiento	
Introducción	
1. El Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación	
Diferentes Concepciones de Sistema Nacional de Innovación	8
Componentes de un Sistema Nacional de Innovación	11
2. Una posibilidad para el estudio del SNI. El Modelo de Leontieff	13
3. La importancia de medir el desempeño de los SIN	15
III. El Modelo de Transacciones de Conocimiento	
1. Consideraciones Teóricas del Modelo	17
Conocimiento, Redes y otros elementos	
2. Formalización del Modelo de Transacciones de Conocimiento	22
3. Explicación de los términos de la Matriz de Transacciones de Conocimiento	28
4. Resultados esperados	29
5. Limitaciones del modelo.	30
IV. Trabajo Empírico.	
1. Antecedentes	31
2. Fuentes de información	32
3. Justificación del uso de la taxonomía tecnológico sectorial de Pavitt	33
4. Metodología para realizar la prueba empírica.	34
5. Homogeinización de las unidades de medida	35
6. Prueba empírica del Modelo de Transacciones de Conocimiento para el caso mexicano en cuatro sectores tecnológicos.	
Sector dominado por el proveedor	37
Sector de oferentes especializados	40
Sector intensivo en escala	42
Sector basado en ciencia	44
7. Analisis del <i>cluster</i> farmacéutico	46
8. Limitaciones del modelo en el análisis empírico	49
V. Interpretación de Resultados.	49

	Página
VI. Conclusiones	53
VII. Anexo. Indicadores asociados a cada celda de la matriz de transacciones de conocimiento.	55
VIII. Bibliografía.	63

I. Introducción

El nuevo contexto económico mundial, caracterizado por competencia entre las firmas a nivel internacional, ha aumentado el interés por el estudio de la innovación tecnológica. En efecto, se considera que la innovación es uno de los medios más importantes para competir en un mercado que demanda de forma creciente nuevos productos y servicios.

Sin embargo, aunque las firmas sean el lugar preciso en el que ocurre el proceso de innovación tecnológica, ésta no se da de manera aislada. Existen una gran cantidad de agentes como las universidades, los laboratorios de investigación y desarrollo públicos y privados, etc que contribuyen ampliamente en este proceso.

El proceso de innovación tecnológica necesita de flujos de conocimiento, que surgen principalmente de la interacción entre los agentes que componen los SNI. Por la anterior razón, el estudio de los SNI que utilizan importantes flujos de conocimiento que involucran interacción entre los agentes de los sistemas de innovación ha sido origen de estudios piloto en países pertenecientes a la OCDE (Stevens 1997).

Es en las últimas décadas al tratar de comprender la interacción entre los diferentes actores que componen un SNI se ha observado que el conocimiento se ha convertido en un recurso estratégico muy importante para muchas economías y el tratar de explicar estas interacciones (flujos de conocimiento) nos proporcionará una idea más precisa de las capacidades desarrolladas por cada agente de un SNI; por tanto para comprender más esta dinámica, nuevas herramientas de análisis tienen que ser desarrolladas y otras refinadas para comprender este fenómeno.

El marco de referencia de este estudio ha sido planteado con base en dos estructuras analíticas:

Primera, la contribución derivada del enfoque de los SNI, que ayuda a explicar los componentes y patrones de conducta de los actores que participan en el proceso de innovación y que en ciertas etapas del proceso de innovación se establecen relaciones complejas que impactan en el desempeño innovativo de los agentes.

Segunda, la utilización del Modelo de Leontieff, tomada de la teoría de la producción de la corriente del pensamiento económico neoclásico, que ofrece los elementos teóricos que inter-relacionan sectores industriales, los cuales intercambian insumos y productos para la producción y el consumo.

Estas dos herramientas se pueden mezclar ya que tomando los agentes que participan dentro de un SNI, estos pueden colocarse o sustituirse por los sectores industriales en la matriz de Insumo-Producto de Leontieff; el objetivo de ello es que en ambas herramientas se suponen inter-relaciones de unos agentes con otros. Con lo anterior se podrá realizar la medición de transacciones (procesos de distribución, creación y difusión) de conocimiento

Hipótesis

Si es posible identificar a los agentes que intervienen en el proceso de innovación tecnológica, así como el tipo de conocimientos que generan e intercambian y la forma en que se dan los flujos de conocimiento, entonces es posible construir un modelo que describa el desempeño de un sector tecnológico, industrial o cluster de agentes¹.

Objetivo general

Establecer un modelo de análisis que permita describir los vínculos y relaciones de los agentes que componen un SNI y medir el desempeño de los mismos a nivel de sector tecnológico, industrial, *cluster* de agentes, u otro en el cual una economía moderna pueda ser evaluada con elementos basados en conocimiento.

Objetivos específicos

1. Introducir el concepto de SNI para identificar a los agentes que lo conforman, el tipo de relaciones que se presentan entre ellos y, de manera muy especial, la forma en que comparten el conocimiento.
2. Describir el modelo de Leontieff para establecer una analogía con el Modelo de Transacciones de Conocimiento (propuesto posteriormente en este trabajo), que ayude a definir las relaciones de intercambio entre los agentes.
3. Proponer el modelo de transacciones de conocimiento, que ha sido formado de la utilización de las dos estructuras analíticas mencionadas en los puntos anteriores.
4. Probar el modelo generado en diferentes sectores tecnológicos y un *cluster* de agentes, usando información provista por el estudio de la OECD-CONACYT
5. Interpretar los resultados obtenidos de la matriz de Transacciones de Conocimiento para cada sector tecnológico y el *cluster* analizados, y obtener conclusiones sobre las competencias tecnológicas y/o institucionales, además de la demanda de conocimiento en cada sector tecnológico y del *cluster* analizados.
6. Ofrecer conclusiones sobre el Modelo analizado en este estudio.

Los sectores donde se llevará a cabo la prueba empírica del Modelo de Transacciones de Conocimiento son los propuestos por la taxonomía tecnológico sectorial de Pavitt (1984):

- Sector dominado por el proveedor

¹ En este trabajo nos referimos a lo que Rosenberg (1982) llama conocimiento económicamente valioso, que es el aquel que guía al desarrollo de aplicaciones tecnológicas y por tanto que tienen un efecto económico en la producción de nuevos bienes y/o servicios.

- Sector de oferentes especializados
- Sector intensivo en escala y
- Sector basado en ciencia

Se ha utilizado la taxonomía arriba mencionada para realizar la prueba empírica, ya que este enfatiza los contenidos de la innovación (tecnología e industria) específicos relacionados a procesos de cambio tecnológico que tienden a variar entre los diferentes sectores.

La propuesta central que distinguirá este estudio de otros esfuerzos precedentes, es que involucra en el análisis; una taxonomía tecnológico sectorial, propone varios indicadores para medir las transacciones de conocimiento entre agentes de un SNI, una metodología para homogeneizar las unidades de medida de los indicadores y principalmente porque muestra la interacción (flujos de conocimiento) de agentes que participan en un SNI.

Este estudio consta de ocho grandes apartados organizados de la siguiente manera: en el apartado dos se presenta la base teórica del modelo de transacciones de conocimiento; esta comprende las herramientas analíticas que aporta el enfoque de los SNI por una parte; y por la otra, el modelo de Insumo-Producto de Leontieff. En la parte tres se presenta y formaliza el modelo de transacciones de conocimiento, el significado de los resultados, y la perspectiva de utilización empírica y limitaciones.

La cuarta parte muestra el trabajo empírico al aplicarlo a la realidad mexicana en los sectores tecnológicos propuestos por Pavitt (1984). La quinta parte ofrece la interpretación de resultados obtenidos en los vectores X y Y de la matriz de Transacciones de Conocimiento de cada sector tecnológico analizado. La sección seis muestra las conclusiones sobre el modelo analizado.

Finalmente, en la sección siete se observa un conjunto de indicadores asociados a cada celda de la Matriz de Transacciones de Conocimiento.

II. Base Teórica del Modelo de Transacciones de Conocimiento

Introducción

Los procesos de innovación ocurren en el tiempo y son influenciados por muchos factores. Debido a su complejidad, las firmas casi nunca innovan aisladamente: en búsqueda de la innovación interactúan con otras organizaciones e instituciones para ganar, desarrollar e intercambiar varias clases de conocimiento, información y otros recursos.

El enfoque de los sistemas de innovación ha recibido gran atención y es considerado por la teoría evolutiva, ser una prometedora herramienta analítica para mejorar la comprensión de los procesos de innovación y la producción-distribución de conocimiento en la economía.

Por otra parte, el modelo Insumo-Producto de Leontieff ofrecerá una mejor comprensión de cómo se establecerán las relaciones en el modelo que se propone posteriormente (Modelo de Transacciones de Conocimiento).

Este apartado está organizado de la siguiente manera: la sección uno describe las diferentes concepciones del concepto de SNI y establece sus componentes: las instituciones y organizaciones y las relaciones que se establecen entre los diferentes agentes. La sección dos muestra la estructura del Modelo Insumo-Producto de Leontieff como posible estructura analítica para el estudio de los SNI y su relación con el Modelo de Transacciones de Conocimiento.

1. Enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación

Diferentes perspectivas acerca de los Sistemas Nacionales de Innovación

List, autor de “El Sistema Nacional de Política Económica” puede ser considerado como la fuente original del pensamiento teórico relacionado a la creación de una base industrial nacional y aunque tal vez su concepción ha sido rebasada en el curso de los años, es el primero en esbozar a los agentes que conforman los SNI.

Para Freeman (1990, 1992), autor del concepto de sistemas nacionales de innovación, este se define de la siguiente manera “es la red de instituciones en los sectores público y privado cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías”.

De acuerdo con el mismo autor, el concepto puede ser usado en dos sentidos: en sentido amplio el cual se refiere a todas las organizaciones que afectan la introducción y difusión de nuevos productos, procesos y sistemas dentro de una economía nacional; y el sentido estrecho que se refiere al conjunto de instituciones que están más directamente relacionados con las actividades científicas y tecnológicas.

Lundvall (1992) explica que el recurso más fundamental en la economía moderna es el conocimiento y de acuerdo a ello, que el proceso más importante es el aprendizaje². El aprendizaje es concebido como un proceso predominantemente interactivo y por tanto incluye una gran variedad de actores sociales, por lo que no puede ser comprendido sin tomar en consideración su contexto institucional y cultural.

Después de haberse dado diversos debates, hoy sabemos que el proceso de innovación no es ni totalmente accidental ni totalmente determinado por la estructura económica y el conjunto institucional. Siguiendo a Lundvall (1992), si la innovación está basada en el

² El aprendizaje es descrito de una naturaleza acumulativa y local, donde local significa que la exploración y desarrollo de nuevas técnicas es importante que ocurran en la vecindad donde las técnicas ya son usadas y acumulativo significa que los desarrollos tecnológicos son construidos sobre experiencias de innovación y producción que procede a la específica solución de problemas. Cf. Cimoli y Dosi, (1994).

aprendizaje y en actividades rutinarias, esta adoptará preferentemente la forma de *innovación incremental* y sería más que simple predecir la dirección del cambio técnico. Sin embargo, si se toma en cuenta la incertidumbre propia del proceso de innovación podrán esperarse innovaciones que irrumpen en nuevas direcciones.

Nelson-Rosenberg (1993) tratan de comprender las similitudes y diferencias de los países respecto a sus sistemas de innovación con base en un pequeño conjunto de industrias y tecnologías marcadas por alta intensidad de R & D; específicamente semiconductores, computadoras, telecomunicaciones, aeroespacio y biotecnología. Asimismo, pretenden dar alguna luz sobre la interacción entre algunos componentes del SNI.

El concepto de SNI ha sido adoptado también por Porter (1990), quien a través de cuatro elementos (la estrategia de la firma, las condiciones de los factores productivos, condiciones de demanda e industrias que luchan por lograr una mayor competitividad) explica el éxito de las economías avanzadas. El “diamante de Porter” de la competitividad nacional ilustra la integración sistémica de los componentes básicos de los *clusters* industriales exitosos.

La conceptualización de SNI ha permitido que Breschi-Malerba (1997) desarrollen la perspectiva de los sistemas sectoriales de innovación³. Esto es, el régimen tecnológico propio de cada industria se define por el tipo y nivel de condiciones de oportunidad, apropiabilidad, acumulatividad del conocimiento tecnológico y, por la naturaleza y medios de transmisión-comunicación del conocimiento. Dicho régimen determina la forma en que firmas, tecnologías e industrias están relacionadas en la generación y difusión de nuevas tecnologías además de los flujos de conocimiento que tienen lugar entre ellos.

La perspectiva ofrecida por los sistemas sectoriales de innovación incluye procesos articulados y dinámicos de competencia y selección que actúan sobre productos y firmas. Además, se enfoca en los recursos del conocimiento y por el papel jugado por el espacio geográfico en los procesos de transmisión de conocimiento.

Es posible explicar la existencia de diferentes conceptos de SNI porque se trata de un nuevo enfoque que está en formación, ya que en una primera etapa es incierto cuáles de los conceptos son esenciales, el contenido exacto que debería de tener y las relaciones lógicas precisas entre ellas.

Sin embargo, debemos elegir la conceptualización que se aproxime mejor a los fines que deseamos obtener en este trabajo. La definición de SNI que se adoptará es tomada de Metcalf (1995), “conjunto de instituciones que contribuyen en grupo o individualmente al desarrollo y difusión de nuevas tecnologías, las cuales establecen el marco dentro del

³ Un sistema sectorial de innovación es definido por Breschi-Malerba, como aquel sistema (grupo) de firmas activas en el desarrollo y creación de productos, en la generación y utilización de tecnologías de un sector; tal sistema de firmas está relacionado en dos maneras: a través de procesos de interacción y cooperación en el desarrollo de tecnologías-artefacto y a través de procesos de competencia y selección en actividades innovadoras.

cual los gobiernos crean e implementan políticas que influyeran el proceso de innovación”.

Metcalf argumenta que la naturaleza de cada SNI está fundamentalmente formado por la división del trabajo y las especificidades del conocimiento y la información, las cuales producen un predominio de los procesos de coordinación por medios no establecidos por el mercado. Para él las instituciones que componen los SNI (firmas privadas, instituciones de educación superior, laboratorios de R&D, consultorías privadas, asociaciones de profesionales, asociaciones industriales para la investigación):

“...hacen contribuciones complementarias pero al mismo tiempo difieren significativamente respecto del motivo y metas en la difusión del conocimiento que estas instituciones crean”⁴.

Se ha elegido esta definición ya que particularmente es la única que integra el elemento de creación de políticas de innovación de manera explícita.

El aspecto central de la creación de política evolutiva tiene su preocupación en el proceso del cambio creativo y en el desarrollo y la difusión de tecnologías mejoradas, ya que la creación de nuevas tecnologías e innovaciones es necesario pero no suficiente para incrementar el bienestar. Identificando las instituciones relevantes y los flujos de conocimiento, las políticas pueden ampliar la creatividad de las firmas innovadoras a través de programas de colaboración y de redes, apoyando e integrando la generación de conocimiento relevante y la formación de capacidades tecnológico-organizacionales (Metcalf 1995; OCDE 1997:2). Esto hace interesante el estudio de los SNI con fines de política.

Componentes de un Sistema Nacional de Innovación.

Para comprender más ampliamente un SNI se describirán los componentes que lo conforman.

Instituciones y organizaciones

Los autores que analizan los SNI consideran que uno de sus componentes son las instituciones: Freeman (1990) habla de “la red de instituciones”; Lundvall (1992) “El conjunto institucional... es la segunda dimensión mas importante del sistema de innovación”; Nelson y Rosenberg (1993) enfatizan: “las instituciones y mecanismos que apoyan la innovación tecnológica”. Carlsson y Stankiewicz (1997) señalan que “la infraestructura institucional particular...involucrada en la generación, difusión y utilización de tecnología”.

Para los anteriores autores el concepto de institución puede tomar alguna de las siguientes acepciones:

⁴ Cf. Cimoli (1998)

- Las instituciones son conjuntos de hábitos comunes, rutinas, prácticas establecidas, reglas o leyes que regulan las relaciones y las interacciones entre los individuos y grupos.
- Las instituciones pueden considerarse también como estructuras formales con un propósito explícito.

Sin embargo en este momento es pertinente hacer la distinción entre instituciones y organizaciones que presentan Edquist y Johnson (1992), quienes mencionan que las firmas están bajo la categoría de organizaciones⁵; pues son estructuras formales con un propósito explícito y creadas conscientemente.

En efecto, mientras que las instituciones pueden desarrollarse espontáneamente y no son caracterizadas necesariamente por un propósito específico, las firmas tienen el propósito de obtener beneficios económicos. Es importante hacer esta distinción porque las instituciones y las organizaciones juegan roles diferentes en el proceso de innovación, además que existen importantes relaciones implicadas entre ellas.

Se sigue de Johnson (1992), que él distingue las instituciones formales e informales y agrega que estas pueden diferir entre países, sectores industriales, pequeñas y grandes empresas.

Las instituciones formales realizan actividades de diseño (políticas y/o estrategias) y actividades codificadas (establecidas por convenios). Mientras que las instituciones informales realizan actividades que deben ser indirectamente observadas a través del comportamiento de la gente y las organizaciones, además que se desarrollan espontáneamente.

Es importante señalar que las instituciones y organizaciones dimensionan y dirigen el cambio tecnológico. Por ello, Edquist (1997) menciona que deben de ser políticamente neutrales, para generar cambio técnico y al mismo tiempo, adaptar y renovar otras instituciones que apoyen el crecimiento económico y la innovación.

⁵ Las firmas innovadoras deben de tener ciertas características, tales como la capacidad de:

- Llevar a cabo una búsqueda rutinaria por conocimiento nuevo
- Cambiar las rutinas de búsqueda cuando sea necesario
- Utilizar los resultados de la búsqueda
- Absorber nuevo conocimiento creado en otras firmas
- Estimular la generación de conocimiento nuevo
- Utilizar conocimiento nuevo

Las actividades de innovación dentro de las organizaciones varían sustancialmente y por ello es importante distinguir entre organizaciones dedicadas a la producción de conocimiento (universidades), distribución de conocimiento (parques científicos) y regulación de conocimiento (adecuación estandarizada de comités, oficinas de patentes, etc), para no atribuir papeles erróneos.

Las organizaciones son fuertemente influenciadas y adecuadas por las instituciones. Se puede decir que están incrustadas en un medio institucional.

Existe mucho mayor resistencia al cambio institucional (y organizacional) que al cambio tecnológico, ya que en las instituciones se llevan a cabo complejas relaciones entre individuos. Cuando el cambio institucional se retrasa con respecto del cambio tecnológico, se crean desajustes que retardan la completa realización del potencial productivo de las nuevas tecnologías (Freeman 1992, Johnson 1992) . En cambio, las instituciones flexibles en las que se dan continuas y nuevas interacciones sociales pueden cambiar simultáneamente los cambios en la tecnología.⁶

Las instituciones suministran cierta estabilidad en los patrones de interacción social, reduciendo la incertidumbre para los que toman decisiones individuales. Al incorporar las diferencias institucionales en la explicación de desempeño evolutivo y económico, el enfoque del sistema de innovación ayuda a identificar cómo y porqué cobran importancia las diferencias entre las economías de mercado (Meyer 1997).

Relaciones

La presencia por si misma de los agentes que constituyen un SNI, no es todo lo que lo constituye, son también importantes las relaciones que se establecen entre los diferentes actores, principalmente con la finalidad de establecer vínculos de cooperación que favorezcan y aceleren el proceso innovador.

Los componentes de un SNI intercambian principalmente *conocimiento* e información con el fin de generar productos o servicios innovadores. Estos flujos de conocimiento pueden establecerse de manera formal e informal.

De la precisa identificación y/o creación de las relaciones o vínculos entre los agentes que componen un SIN, además del contenido de transferencia o transacción, dependerá en mucho el buen o mal funcionamiento del sistema. Las transacciones de conocimiento (expresados por flujos) entre los agentes pueden tener ofrecer las siguientes contribuciones y/o implicaciones al proceso de innovación tecnológica:

- Aumentar los rendimientos económicos derivados de la utilización del conocimiento para generar crecimiento económico.
- Aumentar la cantidad de personal altamente capacitado como lo son los ingenieros y científicos que desarrollan investigación básica y/o tecnológica útil para diferentes agentes del sistema.
- Contribuir al proceso innovador a través del desarrollo de nuevos instrumentos y técnicas para utilización en programas de investigación en ciencia básica y laboratorios.

⁶ Cf. Perez, C. La modernización industrial en América Latina y la herencia de la sustitución de importaciones. Comercio Exterior. Mayo 1996.

- Enfatizar el desarrollo de herramientas y estructuras organizacionales dentro de las firmas para realizar una integración o absorción de conocimiento de la manera más eficiente.

Los esquemas de redes pueden potencializar la interrelación de agentes dentro de un SNI, fomentando la cooperación entre firmas grandes, pequeñas e institutos de investigación privados y públicos, esto es, políticas tecnológicas que promuevan las asociaciones de lo público y lo privado que puedan ser útiles económica y tecnológicamente.

2. Una posibilidad para el estudio de los SNI: El Modelo de Leontieff

Como se ha señalado anteriormente, las principales relaciones que conforman al SNI son los flujos (transacciones) de conocimiento. Esto significa que el desempeño del mismo dependerá de la forma en que se den dichas transacciones mismas que nos interesa describir.

La opción que se intenta desarrollar en el presente trabajo es la de adaptar el modelo de Leontieff, en el que se analizan y contabilizan las transacciones intersectoriales de insumos, bienes y servicios, para representar las transacciones de conocimiento que llevan al cabo los agentes de un SNI.

El símil puede explicarse de la manera siguiente: en el modelo de Leontieff se representan los flujos de insumos, bienes y servicios que son utilizados por cada sector de una economía muestra la cantidad demandada y ofrecida de bienes y servicios en una economía. En el modelo que se pretende desarrollar se representarán los flujos de conocimiento entre los diferentes elementos que componen el SNI.

De forma análoga, así como el modelo de Leontieff muestra la demanda y oferta de insumos, bienes y servicios dentro de una economía, el Modelo de Transacciones de Conocimiento pretende mostrar, la demanda de conocimiento y las competencias de cada agente en un SNI.

Los fundamentos del modelo de Leontieff pueden encontrarse ya en estudios anteriores, como los modelo de equilibrio de Pareto y Walras. Sin embargo, para Leontieff era importante contar con un modelo insumo-producto que, desde una perspectiva empírica, pudiera ser utilizado con fines descriptivos y de planificación de la producción. De la misma manera, se pretende que un modelo de transacciones de conocimiento permita medir el desempeño del SNI con el fin de diseñar políticas de innovación para hacerlo más eficiente.

Por lo anterior, en esta sección describiremos el modelo insumo-producto originado en los trabajos de Wassily Leontieff, cuya principal fuente de información la constituye la desagregación de las cuentas nacionales.

De lo anterior se consideran las transacciones de las unidades corrientes de producción, no las de capital, y dentro de las primeras, con mayor prioridad las de carácter físico o real. De ello, lo ideal sería contar con una cuenta para cada unidad de producción pero es casi imposible; por esta razón es que se agrupa a simples unidades de producción o industrias en sectores o tipos de actividad.

La matriz siguiente muestra el modelo simplificado de insumo-producto de Leontieff.

	1	...	N	E_x	Y
1	X ₁₁	...	X _{1n}	E _{x1}	Y ₁
...
n	X _{n1}	...	X _{nm}	E _{xn}	Y _n
M	M ₁	...	M _n		
VAB	VAB ₁	...	VAB _n		
X	X ₁	...	X _n		

Donde

X_{ij} representa para $\forall i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,n$; el número de sectores o actividades de la producción nacional en que se han agrupado las unidades de producción, en el cual se indica con el primer subíndice al vendedor y el segundo identifica al comprador; también representa los bienes que además de ser vendidos por un sector a otro, han sido efectivamente utilizados en el último periodo.

Y_i representa para *i* variando entre 1 y *n*, la demanda final total de los bienes que produce cada uno de los sectores.

M_i identifica la demanda final de bienes importados.

M representa el total de las importaciones.

VAB_i identifica al valor bruto de la producción del *i*-ésimo sector.

E_x representa la cantidad de exportaciones de esta economía.

Las columnas muestran la utilización de los insumos que realizó un sector, así como el valor bruto generado por cada uno, además contiene información que indica la tecnología de producción efectivamente utilizada; cada uno de los componentes de la matriz son expresados originalmente en términos monetarios, de esta manera se facilita la descripción.

La construcción del modelo insumo-producto supone:

Primero, que todas las producciones pueden ser asignadas a uno de estos sectores.

Segundo, cada sector produce un bien o un conjunto de bienes homogéneos sobre la aplicación de una sola tecnología y que no son producidos en otro sector; de lo anterior se desprende que cada sector tiene sólo una producción primaria.

Tercero, el efecto global del desarrollo de tipos distintos de producción constituye la suma de los efectos individuales.

Cuarto, la cantidad de insumo que utiliza cada sector está total y únicamente determinada por el nivel de producción de ese sector; de aquí se excluye la consideración del efecto sustitución, debido a cambios en la tecnología o cambio de precios relativos de los insumos.

Cabe hacer mención que en el planteamiento original del modelo de Leontieff, las funciones de insumo-producto son lineales y por lo tanto; los coeficientes son fijos, lo cual torna el modelo sencillo al realizar las operaciones matemáticas.

3. La importancia de medir el desempeño de los SNI.

Los resultados podrían decirnos ¿cuáles son los actores que no se encuentran dentro de un *cluster* de firmas con lo cual las instituciones puente podrían verificar ello y tratar de establecer vínculos de cooperación entre actores? o también, si es necesaria la creación de parques científicos en áreas de conocimiento donde se tengan deficiencias y que estos parques sean utilizados por los *clusters* de firmas.

Otra implicación que puede tener la medición de las transacciones de conocimiento, es que puede ser aplicado en *clusters* tecnológicos, los cuales tienen interacción cercana entre ciertos tipos de firmas e instituciones, donde las interacciones pueden evolucionar alrededor de tecnologías clave, conocimiento y habilidades compartidas y/o relaciones proveedor-usuario.

Además, las instituciones puente podrían observar donde los vínculos de cooperación tecnológica son débiles para tratar por medio de algún convenio de cooperación monetaria o tecnológica que pueda mejorar la capacidad tecnológica, de aprendizaje, de integración a *clusters*, mejora de la competitividad y productividad u otros aspectos, dependiendo del agente.

También se pueden definir las áreas tecnológicas que tomen en cuenta las posibilidades científicas, económicas y sociales; así como también los requerimientos tecnológicos y sus amenazas; con lo cual obtendremos como resultado, la identificación de tecnologías futuras prometedoras que podrán ser apoyadas por la toma de decisiones política acerca del donde la investigación y la generación-difusión de conocimiento debe ser dirigida.

III. El Modelo de Transacciones de Conocimiento

Este apartado está organizado de la siguiente forma: la primera sección, aborda importantes consideraciones teóricas del Modelo de Transacciones de Conocimiento, es decir elementos clave para el desarrollo del mismo, tales como el conocimiento, las redes y las externalidades positivas del conocimiento; la sección dos muestra la formalización del Modelo; la parte tres, describe los elementos que componen la Matriz de Transacciones de Conocimiento.

La cuarta sección menciona los resultados que se esperan obtener al realizar la prueba empírica del Modelo; finalmente, la sección cinco muestra las limitaciones del Modelo Teórico.

1. Consideraciones Teóricas del Modelo de Transacción de Conocimiento

Conocimiento

Rosenberg (1982) ha llamado a algunas de las economías industrializadas “las sociedades del conocimiento” debido a que desde finales de los años 70, estas naciones se han caracterizado por la utilización masiva de conocimiento en casi todos los aspectos que permean su vida social pero de manera mas significativa su vida económica. Asimismo, varios autores de la teoría evolutiva y la teoría neoclásica de la economía han enfatizado la importancia del conocimiento en las sociedades contemporáneas, no sólo en las naciones industrializadas.

De lo anterior podemos observar la creciente importancia del conocimiento pero no de cualquiera, sino de aquel que es valioso económicamente⁷; aquel que tiene la capacidad de generar mas conocimiento que guíe hacia la innovación.

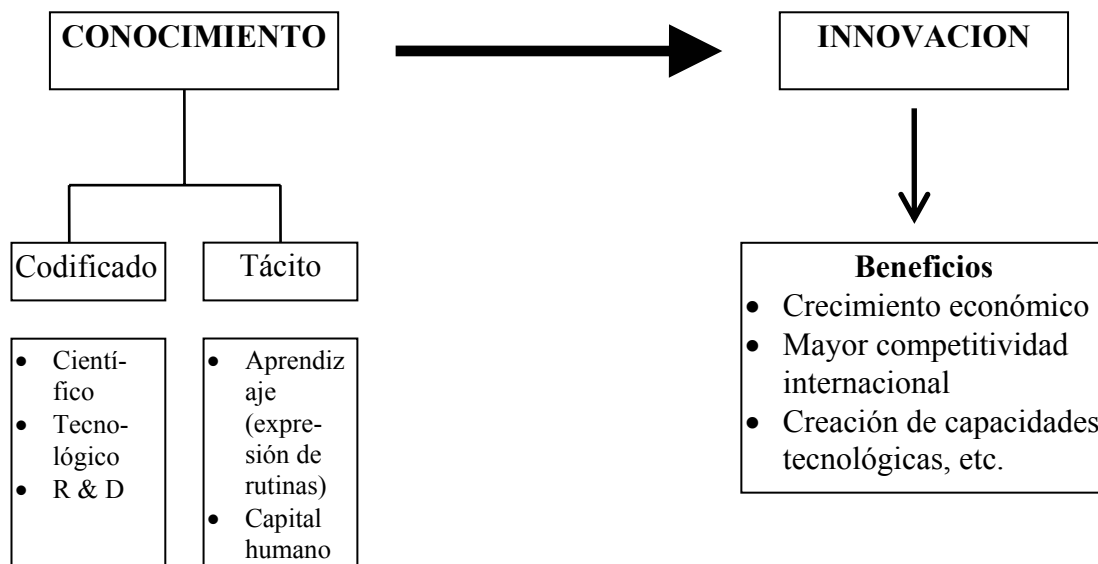
La figura 1 muestra gráficamente que tipo de conocimiento es el que interesa para la generación de innovación y para que ésta tenga impactos económicos “positivos” en las naciones. También muestra que el conocimiento puede ser codificado o tácito, con las respectivas fuentes de obtención o generación. Estos dos tipos de conocimiento al tener utilidad económica estarán insertos en procesos de innovación, lo cual puede guiar a la generación de productos y/o procesos innovadores que generen beneficios económicos.

Debido a que el conocimiento puede ser tácito o codificado, la generación de conocimiento es una tarea colectiva que requiere comunicación entre individuos y grupos;

⁷ El conocimiento para Rosenberg (1982) es definido como aquel conjunto métodos, técnicas y diseños que trabajan de cierta manera y con ciertas consecuencias, para crear progreso económico, es decir, que tengan alguna aplicación tecnológica en la creación de nuevos productos, procesos y/o diseños que tengan un impacto económico. Mientras que la información es un conjunto de datos e ideas que no precisamente tienen un fin económico.

esta comunicación es mas fácil y menos costosa cuando el conocimiento es codificado, ya que esta reduce algunos de los costos de la adquisición del conocimiento.

Figura 1. El conocimiento y su impacto en el proceso de innovación



El conocimiento que fluye en los SNI no necesariamente es científico o tecnológico. Muy frecuentemente es conocimiento que es producto de procesos de aprendizaje o de adecuaciones organizacionales debido a cambios de rutinas que mejoran la situación de los agentes de un SNI, sectores industriales, etc..

Ahora, nos centraremos en dos propiedades del conocimiento como un bien económico.

- Primera, el conocimiento es usualmente descrito como un bien no rival, lo que significa que es un bien infinitamente expandible que no disminuye en calidad al ser usado o poseído de la manera que se quiera.
- Segunda, el proceso de generación de conocimiento es acumulativo e integrativo. El conocimiento no es sólo el producto del proceso de innovación sino que también es el principal insumo de cualquier proceso de generación de conocimiento.

Debido a estas dos propiedades, el proceso de generación de conocimiento puede producir **externalidades positivas** (*spillovers* de conocimiento) que pueden afectar no sólo a los participantes directos de los intercambios de conocimiento sino que también tendrá impacto en:

- Las condiciones de apropiabilidad del conocimiento (nivel de apropiabilidad que tiene relación con el grado de protección de las innovaciones generadas por el conocimiento adquirido).

- La forma en que se acumula el conocimiento y cómo será usado en el desarrollo de otras innovaciones.
- Los procesos de aprendizaje que se generen al haber accedido a conocimiento nuevo.
- Los tamaños de la firma y la capacidad de generar nuevo conocimiento.
- El ajuste geográfico del conjunto de innovadores, alrededor de conocimiento útil.
- La forma y medios de difusión del conocimiento adquirido.
- El tipo de firmas y tecnologías que serán sujeto de intercambio de conocimiento.
- El tipo de conocimiento que se transferirá: tacito, codificado, genérico, específico, simple, complejo, etc.

Asimismo, la externalidades positivas que se generan por la creación de conocimiento presentan una problemática relacionada a los incentivos. Por ello es necesario que dentro de los SNI se contemplen mecanismos como los derechos de autor, patentes, leyes de secreto industrial, etc. para incentivar la creación de conocimiento.

Es conveniente mencionar en este momento que dentro de la teorías evolutiva y neoclásica de crecimiento (Silverberg-Verspagen 1994, Semmler 1991, Romer 1990, Lucas 1993), el conocimiento en la forma de inversiones en capital humano y el desarrollo de actividades de R & D tienen incrementos crecientes a escala que se ven representados también en la generación de externalidades positivas en los sectores que los implementan.

Redes

Ya que se ha analizado la importancia del conocimiento en la economía. Sin embargo, los agentes que conforman un SNI no son capaces de generar por si solos todo el conocimiento que necesitan. Es por ello que para compartir y tener acceso al conocimiento que necesitan insertarse en procesos de cooperación entre diversos agentes que revela fuertes tendencias en la creación de redes.

Para describir un sistema de innovación no sólo es suficiente enumerar sus elementos, sino también las relaciones entre los elementos, es por ello que se debe desarrollar una definición de red donde se especifique (Gelsing 1992):

- a) *El número de participantes*, que determina quien esta dentro y fuera de la red; además que enfatiza las relaciones que los participantes realizarán juntos.
- b) *Grado de asimetría y simetría*, en la cual las relaciones entre las firmas están influenciadas por diferentes dimensiones como pueden ser: grado de internacionalización, cultura organizacional, posición dentro de la cadena de valor agregado, etc.
- c) *Estandarización, frecuencia y duración del intercambio*, la clase de información transmitida en las transacciones de mercado esta conectada a precios y cantidades de bienes innovadores dentro de las actividades que realizan los participantes de la red.

d) *El grado de interdependencia de las relaciones*, que permite analizar la red de firmas y las relaciones de red que existen al exterior y su posible conexión con otras redes.

Ahora, podemos definir el concepto de *red* es definido como un conjunto de actores institucionales y organizacionales con interacciones que tienen como última meta la generación y adopción de innovaciones (Edquist 1997).

Siguiendo a De Bresson y Amesse (1993), ellos muestran que las relaciones dentro de las redes son complejas y frecuentemente caracterizadas por reciprocidad en los mecanismos de interacción, ciclos que no son claramente caracterizados por relaciones causales lineales o unilaterales. De lo anterior se desprende que las interacciones y las redes no son las mismas en todas las industrias, tecnologías y espacios temporales, estas pueden ser de la forma siguiente:

- A nivel micro la estructura de producción define conjuntos de relaciones de productor-usuario, la cual es condición para el alcance y dirección del proceso de innovación.
- La forma institucional que caracteriza estas relaciones y especialmente, los elementos de organización en estos mercados refleja las características del proceso de innovación⁸.
- El conjunto institucional una vez establecido, afectará la tasa y dirección de la innovación y por tanto de la generación de nuevo conocimiento.
- La dimensión productor-usuario puede ser mostrada a través de la distancia que separa el espacio geográfico y cultural, donde se pueden crear sinergias en la utilización del conocimiento intercambiado.

Finalmente, las redes de innovación son la regla mas que la excepción, ya que la mayoría de las actividades innovadoras que involucran multiplicidad de actores, entre ellos, a firmas, universidades, laboratorios de R&D y otros. Asimismo, las redes al ser elementos importantes del buen desempeño económico de un país; entonces su creación y mantenimiento serán prioridad de las políticas de innovación que realice un país para mantenerse entre otras cosas competitivo a nivel internacional. (OCDE 1997)

Otros elementos útiles para la construcción del Modelo de Transacciones de Conocimiento, analizado con detalle en el siguiente apartado son presentados por Galli-Teubal (1997) quienes analizan el contexto y los componentes que intervienen dentro de un SNI.

⁸ Para Lundvall (1992) cuando la sobrevivencia de la organización es amenazada, sus miembros se enganchan un proceso conocido como búsqueda desesperada que consiste en dos tipos.

Searching tiene lugar en la academia o organizaciones orientadas en la ciencia, fuera de las firmas que llevan hacia otra clase de materia prima para el proceso de innovación.

Exploring, adiciona cambio tecnológico, una dimensión de dinamismo y cambio radical, extremadamente importante en el largo plazo. Exploring algunas veces resultará en rompimientos de sendas acumulativas y crea la base para nuevos paradigmas tecnológicos.

La diferencia mas importante entre los anteriores tipos de búsqueda, es que *exploring* es menos orientado a metas y que *searching* es mas orientado a ganancias.

Los principales componentes y contenidos sobresalientes del análisis de Galli-Teubal son:

- La ampliación de las opciones tecnológicas.
- Reestructuración de las firmas que impactan en el alcance y variedad de la cooperación tecnológica
- Una tendencia hacia la internacionalización de la R&D.

Estos cambios están conectados con tendencias recientes en los SNI en aspectos tales como los siguientes:

- El papel crítico de las relaciones en las organizaciones.
- La infraestructura tecnológica básica de orientación al mercado.
- La importancia de las organizaciones “suaves”⁹.

Por otra parte, (Meyer 1997) aporta otros elementos que *grosso modo*, describirán los posibles tipos de intercambio entre los agentes de un SNI. El habla de la existencia de:

Transacciones formales.

Son aquellas realizadas por los agentes dentro del sistema de innovación que guardan cierta periodicidad y continuidad ya que se ha establecido un acuerdo entre más de dos agentes interesados en realizar algún tipo de cooperación y/o transacción de conocimiento. Algunos ejemplos de estas transacciones son:

- Desarrollo o compra de patentes
- Compra por parte de los agentes del SNI, de bienes de capital que tienen gran contenido tecnológico.
- Compra-venta de desarrollos basados en ciencia.
- Transmisión de las mejores técnicas utilizadas en una industria o sector industrial.
- Desarrollo de artículos científicos.
- Compra-venta de derechos de *copyright*.
- Obtención de financiamiento para desarrollo de proyectos científico-tecnológicos.

Transacciones informales.

Son aquellas que son realizadas a través de contactos fortuitos, esto es, surgen sin haberlas tenido planeadas por la estrategia de los agentes del SNI pero las cuales resultan benéficas para la creación-difusión de conocimiento al interior o exterior del sistema.

A diferencia de las transacciones formales, este tipo de transacciones son muchas veces no contempladas en la contabilidad para la producción, difusión e intercambio de

⁹ Las organizaciones “suaves” son aquellas que realizan o diseñan políticas y/o estrategias que facilitan el desarrollo del proceso innovador dentro de un SNI. (Johnson 1992)

conocimiento ya que no existen contratos entre actores que permitan una continuidad de las operaciones antes mencionadas.

Las transacciones informales se caracterizan principalmente por la generación de conocimiento tácito, es decir, conocimiento incorporado en el capital humano que genera las innovaciones y este puede ser observado en diferentes procesos de aprendizaje tecnológico¹⁰ tales como: *learning by doing*, *learning by using* y *learning by interacting*.

2. Formalización del Modelo de Transacciones de Conocimiento

Supuestos

1. Se suponen *transacciones de conocimiento de carácter formal e informal*

Recordaremos que las transacciones formales son aquellas donde ya existen convenios claramente establecidos entre diferentes actores dentro de un SNI, mientras que las informales no involucran convenios explícitos. Las transacciones informales son complementarias a las formales.

2. *No existe sustituibilidad de la fuentes de obtención del conocimiento*, es decir, el conocimiento producido por cada uno de los actores dentro del sistema es único y específico, muy difícilmente otro agente podría producir un tipo de conocimiento similar.

Es importante mencionar que el conocimiento generado por cada uno de los componentes del SNI, al ser específico, ocasiona que los elementos interactúen necesariamente entre sí para obtener el conocimiento que necesitan. Otro elemento útil respecto del supuesto de sustituibilidad es que el contexto institucional afecta la transferencia de conocimiento y más aún si este es no codificado.

De lo anterior (Bozemann 1987) menciona que sólo en el largo plazo se convergerá en la tendencia de que el conocimiento tenga la propiedad de sustituibilidad para algunos actores dentro de un SNI, es decir, que diversos actores dentro del sistema podrán proveer el conocimiento específico solicitado por otro.

3. *En este modelo no se considera la maximización de las ganancias* como se observa en los modelos de equilibrio general, ya que algunos actores dentro del modelo no tienen como objetivo el ser rentables sino funcionales dentro del sistema de innovación.

Se desprende del anterior supuesto que este modelo no toma en cuenta que se logre el equilibrio parcial o general.

¹⁰ La definición de aprendizaje “tecnológico” utilizada en este estudio es la de Villavicencio (1995) “proceso colectivo de acumulación de conocimientos y experiencias, que se sustenta en los modos de articulación de los diversos componentes tecnológicos del proceso de producción, así como de los modos de interrelación de los diversos actores de la producción”.

4. Tendremos un supuesto de aditividad que es el efecto total de llevar a cabo varios tipos de producción e intercambio de conocimiento con varios tipos de actores donde se sumarán sus efectos separadamente.

Para el desarrollo del modelo se tomará la siguiente función de producción

$$Y = F(X_{11}, X_{12}, \dots, X_{1n})$$

Para este caso la función arriba mencionada representaría un renglón de la matriz de transacciones de conocimiento.

Donde la variable X tomará los valores de los coeficientes X_{ij} .

Es importante mencionar que la primera derivada de esta función es mayor que cero, mientras que la segunda derivada es igual a cero ya que se suponen rendimientos constantes a factor.

Donde

$$\begin{aligned} &\text{la primera derivada de } \delta Y / \delta X_{ij} > 0 \text{ y} \\ &\text{la segunda derivada será } \delta Y / \delta X_{ij} = 0 \end{aligned}$$

Los actores y el sistema de ecuaciones que resulten de la matriz de interrelaciones del conocimiento serán diferentes para cada caso de aplicación que se desee realizar, esto es, que no será lo mismo para cada sector tecnológico ni tampoco será igual de una industria a otra y de nación a nación.

Por tanto, se espera que existan variaciones temporales.

La matriz de interrelaciones de conocimiento está formada por un conjunto de ecuaciones que se muestran y explican a continuación.

Vista la matriz como un sistema de ecuaciones tendremos:

$$\begin{array}{ccccccccc}
 X_{11} & +X_{12} & +X_{13} & +\dots+\dots+ & X_{1n} & + E_{x1} & = & Y_1 \\
 X_{21} & +X_{22} & +X_{23} & +\dots+\dots+ & X_{2n} & + E_{x2} & = & Y_2 \\
 X_{31} & +X_{32} & +X_{33} & +\dots+\dots+ & X_{3n} & + \dots & = & Y_3 \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
 \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\
 + & + & + & + & + & + & + & + \\
 X_{n1} & +X_{n2} & +X_{n3} & +\dots+\dots+ & X_{nm} & + E_{xn} & = & Y_n \\
 + & + & + & +\dots+\dots+ & \dots & & & \\
 M_1 & + M_2 & + & +\dots+\dots+ & M_n & & & \\
 || & || & || & || & || & & & \\
 \mathbf{X}_1 & \mathbf{X}_2 & \mathbf{X}_3 & & \mathbf{X}_n & & &
 \end{array}$$

Tanto en las columnas como en los renglones (ver Figura 2, página 27) se encuentran los mismos elementos; empresas, laboratorios de R & D, universidades y agencias gubernamentales.

Existen algunos elementos que diferencian la columna del renglón dentro de la Matriz de Interrelaciones de Conocimiento; en el antepenúltimo renglón de la tabla se refiere a las importaciones (**M**) de conocimiento que realizan los agentes del SNI a través de compras gubernamentales, desarrollos tecnológicos en el extranjero, capacitación de personal en el extranjero, etc.

Respecto de las columnas encontramos en el margen derecho la columna de **E_x**, en la cual están consideradas todas las transacciones que involucren conocimiento y que realicen las firmas, laboratorios de R&D, las agencias gubernamentales y las universidades dirigidas hacia el extranjero o mercado internacional.

Es importante mencionar que los rubros de importaciones y exportaciones son consideradas como rubros aparte aunque ellas son realizadas dentro del modelo matricial propuesto por las diferentes interacciones y/o intercambios entre, por ejemplo, empresas-empresas, varios laboratorios de R & D, universidad-universidad y cualquier otra combinación que pueda surgir entre los agentes del SNI mostrados en la matriz.

La importancia de considerarlos separadamente nos dará un indicio de ¿en qué medida este sector industrial, *cluster* de agentes o nación, hace uso de conocimiento proveniente del exterior?, ¿cuánto y qué tipo de conocimiento se exporta?, ¿cuál es la dependencia o no del conocimiento exterior en el desempeño de una nación?, además de mostrar el grado de inserción en la economía globalizada al acceder al conocimiento.

La última columna nos mostrará la demanda total de transacciones basadas en conocimiento realizadas por los componentes que constituyen la Matriz de Transacciones de Conocimiento.

En la matriz de la Figura 2 se encuentran 4 cuadros nombrados de la A a la D, en ellos se

integran las transacciones de conocimiento formales e informales que se realizan dentro de los actores de un mismo tipo, esto es, los intercambios entre diferentes empresas, distintos tipos de laboratorios de R & D, varias universidades y finalmente las diferentes agencias gubernamentales (instituciones puente) que favorecen la generación y difusión de conocimiento.

La forma de plantear las posibles ecuaciones del sistema es un poco mas complicada ya que se utilizan diferentes nombres de literales; la utilización de varios tipos de variables en la Matriz es con fines ilustrativos.

Para facilitar mas la formalización del modelo, supondremos que en cada casilla de la matriz le asignaremos un nombre de variable, en este caso X , con subíndices i y j para diferenciar cada celda. De aquí se desprende que cada elemento de la matriz considerado con notación homogénea X_{ij} mostrará en forma de renglón la cantidad de conocimiento j obtenido del agente o componente i .

Al realizar la sumatoria de los resultados de las transacciones de forma horizontal, el resultado final estará en la columna Y , que significará los requerimientos o demanda de conocimiento por parte de los diferentes agentes involucrados en la difusión-producción de conocimiento. Además, mostrarán el desempeño de los agentes que podrá ser analizado desde una perspectiva de *cluster*, sector tecnológico, sector industrial o nación. El vector renglón X nos mostrará las competencias¹¹ con las que cuenta cada uno de los agentes: firmas, laboratorios de R & D, agencias gubernamentales y universidades.

En el caso de las competencias de la firma, estas podrían ser el conjunto de habilidades tecnológicas diferenciadas, activos tecnológicos complementarios, además de rutinas y capacidades que proveen las bases para formar las capacidades competitivas de la firma en una unidad de negocio particular. Otro tipo de competencias que se verán reflejadas de alguna forma dentro del contenido de la matriz por diversos agentes serían las siguientes: la tasa de estudiantes con niveles universitarios de educación, cantidad de estudiantes con formación en ciencia, ingeniería y matemáticas, inversiones en parques científicos, cantidad de R & D público y privado, *stock* de inversión extranjera directa, importaciones/exportaciones de bienes de capital, movilidad laboral de personas con alto nivel educativo en áreas científicas, etc.

Los resultados de X y Y deben de ser iguales, lo cual mostrará igualdad de la producción y la demanda de conocimiento.

¹¹ Jacobsson (1997) define una **competencia** como la capacidad de identificar capacidades para explotar una nueva tecnología. Este concepto amplio incorpora la habilidad de las firmas e instituciones para cambiar las rutinas organizacionales y la base tecnológica de ellas mismas.

Figura 2. Matriz de Transacciones de Conocimiento

	E ₁	E ₂	...	E _n	LR&D ₁	LR&D ₂	...	LR&D _n	U ₁	U ₂	...	U _n	AG ₁	AG ₂	...	AG _n
E ₁	E ₁₁ / X ₁₁	E ₁₂ / X ₁₂	.../ X ₁₃	E _{1n} / X _{1n}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	X _{1n}
E ₂	E ₂₁	E ₂₂	...	E _{2n}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	E ₃₁	E ₃₂	...	E _{3n}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
E _n	E _{n1}	E _{n2}	...	E _{nn}	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
LR&D ₁			A		L ₁₁	L ₁₂	...	L _{1n}								
LR&D ₂					L ₂₁	L ₂₂	...	L _{2n}								
...					L ₃₁	L ₃₂	...	L _{3n}								
LR&D _n					L _{n1}	L _{n2}	...	L _{nn}			C					
U ₁									U ₁₁	U ₁₂	...	U _{1n}				
U ₂									U ₂₁	U ₂₂	...	U _{2n}				
...									U ₃₁	U ₃₂	...	U _{3n}				
U _n									U _{n1}	U _{n2}	...	U _{nn}				D
AG ₁													A ₁₁	A ₁₂	...	A _{1n}
AG ₂													A ₂₁	A ₂₂	...	A _{2n}
...													A ₃₁	A ₃₂	...	A _{3n}
AG _n													A _{n1}	A _{n2}	...	A _{nn}
U F																
M																
X																

	Diagonal principal (caracterizado principalmente por desarrollo de procesos de aprendizaje al interior de los actores involucrados en la transacción de conocimiento)
	Clusters de agentes dentro del sistema.

3. Explicación de los términos de la matriz de transacciones de conocimiento

Antes de iniciar la explicación de los intercambios de conocimiento tácito y codificado, en forma de inversiones, compra-transferencia de bienes de capital, etc. que se realizan entre los diferentes agentes, es importante mencionar que estas transacciones se desarrollarán en un ambiente competitivo donde puede existir o no la cooperación. Asimismo, es posible interpretar que las transacciones ocurren en una economía abierta o cerrada, ya que se toman en cuenta la importación y exportación de conocimiento.

Se argumenta que en toda transferencia de conocimiento, se entiende implícitamente que se realizan transacciones monetarias o inversiones de capital que sustenten las transacciones de conocimiento, lo anterior es válido cuando existe cooperación y también cuando no la hay.

Ahora se enumeran los principales tipos de transacciones que realizan los agentes.

Firmas ($E_1...E_n$). Intercambio de conocimiento a través de personal altamente capacitado, inversión monetaria inicial para el desarrollo de una innovación, inversión en bienes de capital para generar la innovación, desarrollos tecnológicos en forma de R & D, ayuda a las transferencias tecnológicas y consultorías

Laboratorios de R & D¹² ($LR\&D_1...LR\&D_n$). Principalmente los intercambios están basados en:

- Desarrollos de investigaciones realizadas por los laboratorios e institutos de investigación.
- Transferencias de personal para la investigación.
- Ayuda a las transferencias tecnológicas.
- Generación de *joint-ventures*.
- Reducción de impuestos
- Ofrecimiento de subsidios para proyectos de cooperación en R & D y arreglos institucionales para la realización de contratos con institutos de investigación.

Universidades ($U_1...U_n$). Realizan los mismos intercambios que los laboratorios de R & D, además de ayudar a realizar las transferencias tecnológicas.

Agencias gubernamentales ($AG_1...AG_n$). Uno de sus tipos de intercambio es de carácter pecuniario a través de inversiones de capital y ofrecimiento de créditos blandos para el apoyo a la capacitación, incentivos fiscales, etc.

Resulta importante aclarar la intervención de estas agencias, ya que por una parte, podría notarse que la aportación monetaria de estas agencias para el desarrollo y/o difusión de conocimiento produciría la doble contabilización al realizar las operaciones que

¹² Es importante precisar que para la aplicación de este modelo, se considera a los laboratorios de R&D como privados, mientras que los laboratorios públicos se insertan dentro de las universidades, esto no quiere decir que eso suceda en todos los países pero sí en mayor medida en México.

mostrarán las transacciones entre los diversos agentes del sistema, pero eso no sucederá si se contabilizan únicamente las operaciones (en este caso, monetarias) que tuvieron la específica tarea de ayudar en la creación y/o difusión del conocimiento, ya que las contribuciones monetarias recibidas por parte de los agentes del sistema de parte de las agencias gubernamentales no siempre es capital dedicado al desarrollo tecnológico o de conocimiento.

Es importante mencionar que en el Modelo de Transacciones de Conocimiento se incluyen entre las agencias gubernamentales a las instituciones puente que realizan otras actividades además de aportar recursos financieros¹³.

Uso de Factores (U F). En este rubro se consideran las transacciones que dentro del modelo Leontieff serían el pago a los factores productivos, o sea las transacciones que se llevan a cabo en el mercado laboral, es decir, personal que crea conocimiento. También puede verse la movilidad del mercado laboral como elemento de difusión de innovaciones y conocimiento.

Además el uso de factores puede representar las transacciones que no es posible realizar en cooperación con las firmas, laboratorios de R & D u otro agente del sistema y, por tanto, se recurre al mercado para su obtención, es decir, pago de intereses por el cual el empresario toma esta opción de inversión y no otras.

Importaciones (M_I) y Exportaciones (E_x). Si se considera una economía abierta es posible realizar importaciones y exportaciones de R & D, bienes de capital (tecnología), habilidades en forma de capital humano debido a la movilidad laboral o por intercambios entre firmas.

4. Resultados esperados

En los resultados que se obtengan de la matriz se podrá observar en qué medida el conocimiento afecta:

- Los niveles de productividad cuando una firma inserte en sus procesos de producción nuevo conocimiento en cualquiera de sus formas (tácito-codificado).
- El aprendizaje realizado en las firmas, universidades, instituciones, firmas, etc., de forma que pueda cumplirse lo que plantean Stiglitz y Dasgupta (1987), “el *stock* de conocimiento frecuentemente se incrementa a través del uso intensivo del

¹³ Para la OCDE, las funciones de estas instituciones son:

- Apoyar las actividades de R&D en las firmas y difusión de nuevas tecnologías.
- Realizar procesos de certificación, verificación, medición y estandarización; además de ofrecer servicios de información, consultoría y entrenamiento.

conocimiento” y “entre mas usado el conocimiento, mas durable es y menos probable es que sea olvidado”.

El aprendizaje dentro de las firmas puede tener consecuencias que son diferentes a las planteadas en modelos de producción convencionales, un ejemplo de ello es la generación de grandes economías en las actividades de producción.

- Los niveles de conocimiento que una economía o sector están dispuestos a comerciar con economías o sectores de otros países. Esta consideración es importante porque las firmas que han integrado conocimiento lo han convertido en una arma estratégica para poder obtener una mejor posición dentro del mercado o para ser consideradas por el Estado industria estratégicas. Esto último les permite obtener apoyo en sus proyectos y ser protegida para competir a nivel internacional con ciertas ventajas.
- La generación de una estructura de relaciones más estrechas entre los actores que componen la matriz, esto es, la generación de pequeñas redes que pueden convertirse en una o varias redes grandes dentro de un SNI

Se deriva de lo anterior que la falta de vinculación entre diferentes actores ocasiona pérdida de bienestar de los actores, ya que no potencializan sus competencias tecnológicas y/o conocimiento específico para lograr sinergias que aumenten sus ganancias, situación competitiva comercial o tecnológica, etc.

5. Limitaciones del modelo.

- Se trata de un modelo estático, es decir, se analiza la información de un momento en el tiempo y no se puede utilizar para predecir cómo evolucionará el comportamiento de los actores con respecto a las transacciones de conocimiento.
- Debido a que la información cuantitativa no explica todos los elementos de la dinámica de relaciones de los agentes dentro del SNI, será necesario además un análisis cualitativo.

IV. Trabajo Empírico

En este apartado se realizará la prueba empírica del Modelo teórico de Transacciones de Conocimiento utilizando la taxonomía tecnológico sectorial de Pavitt (1984) en los siguientes sectores:

- Dominado por el proveedor
- Oferentes especializados
- Intensivo en escala
- Basado en ciencia

Y en el *cluster* farmacéutico.

El apartado esta organizado de la siguiente manera: La parte uno muestra los antecedentes de estudios realizados que tienen semejanza con el Modelo que propone este trabajo; en la sección dos, se mencionan las fuentes de información utilizadas para la prueba empírica del Modelo de Transacciones de Conocimiento; en la sección tres se explica la justificación de la utilización de la taxonomía de Pavitt para realizar la prueba empírica.

La cuarta sección muestra la metodología a seguir para realizar la aplicación de los indicadores en el Modelo; la sección cinco, se explica la forma de cómo tratar de homogeneizar las unidades de medida; la sección seis trata sobre la utilización de los indicadores dentro del modelo en una apreciación tecnológico-sectorial propuesta por Pavitt (1984).

La sección siete analiza el modelo desde una perspectiva de *cluster* tecnológico; analizando específicamente el *cluster* farmacéutico. Finalmente, en la parte ocho se tratan algunas de las limitaciones encontradas en la utilización de datos dentro del modelo.

1. Antecedentes

Uno de los objetivos principales de la OCDE que aparece publicado en diversos documentos realizados por países pertenecientes a esta organización, es la creación de una metodología basada en indicadores que permitan evaluar el desempeño de un SNI, ya que un conocimiento mas profundo de su funcionamiento especialmente en la manera en que el conocimiento es producido, difundido, adoptado y puesto en operación se ha reconocido ampliamente como pre-requisito para la creación de políticas en el área de ciencia y tecnología, debido a lo anterior se han realizado estudios piloto para responder este planteamiento. Hasta ahora varios países de la OCDE han realizado este tipo de análisis.

Uno de los estudios fue realizado por **Fidel Aroche** (1995) donde el objetivo de su estudio es plantear los cambios en los coeficientes técnicos a lo largo del tiempo. A partir

de ello es posible utilizar algunos indicadores y con ello observar la naturaleza del cambio tecnológico y estructural en la economía mexicana.

Aroche propone la utilización de técnicas estadísticas paramétricas y no paramétricas para analizar el cambio estructural en el total de la economía. A su vez, muestra que el alcance del estudio puede ser llevado al análisis de diferentes economías tanto en el caso de que cada una de estas matrices de Insumo-Producto pertenezca a países distintos o bien a periodos diferentes en un país.

Además, plantea que si se tienen dos matrices de coeficientes técnicos, las diferencias por columna entre las matrices medirán las diferencias entre los requerimientos de insumos por unidad de producto por industria en cada economía y por tanto, las diferencias entre tecnologías utilizadas por cada sector.

Los datos que él utiliza es la base de datos de Insumo-Producto oficial (publicadas por el INEGI) sobre México de los años: 1970, 1975 y 1980.

Su estudio concluye que la economía mexicana parece haber pasado por un periodo de transformaciones en la década de los 70's, dado que paso por el auge de la industrialización sustitutiva de importaciones al de crecimiento basado en la explotación y exportación de recursos petroleros. Además que demuestra que buena parte de este cambio tecnológico se debe a cambios en la organización de las industrias y no necesariamente a sus relaciones con el resto de la economía.

Otro estudio relevante es realizado por **Alcorta y Peres** (1998) el cual está basado teóricamente en el enfoque de los SNI, (similar al que se ha presentado en este estudio).

Este trabajo intenta medir el desempeño innovador de los países Latinoamericanos y del Caribe utilizando un indicador conocido como INDICE DE ESPECIALIZACION TECNOLOGICA (IET), el cual refleja la especialización tecnológica de un país o región pero no refleja la especialización de una estructura productiva completa.

Los autores argumentan que un país puede desarrollar capacidades tecnológicas en áreas de bienes no comerciables a nivel mundial o también en productos potencialmente comerciables los cuales son principalmente orientados hacia el mercado doméstico. No obstante, para decir que un país tiene fuertes capacidades tecnológicas domésticas, ello debe de reflejarse en sus exportaciones, por lo menos en el largo plazo.

Además, desde un punto de vista de creación de políticas, la estrategia de una nación hacia la exportación en el contexto actual, es que debe de enfocarse en sectores donde las capacidades tecnológicas sean convertidas en cuotas de mercado mundial significantes.

Estos autores concluyen que el desempeño tecnológico del área geográfica de análisis ha sido modesto; excepto para ciertas zonas exportadoras mexicanas que procesan o

producen principalmente automóviles o productos relacionados a la industria de maquinaria y equipo.

2. Fuentes de información

Continuando con el modelo propuesto en la sección anterior, es momento de analizarlo con información provista por un estudio sobre el sistema nacional de innovación mexicano OCDE-CONACYT que a su vez integra varios trabajos sobre el tema, los cuales contienen indicadores e información cualitativa que serán de gran utilidad para la aplicación empírica del modelo propuesto en la sección anterior.

La información e indicadores utilizados en el estudio OCDE-CONACYT tuvo como principales fuentes de información las siguientes:

- INEGI
- La ENESTYC
- Project Data elaborado por el CIDE.
- Diversos estudios sobre cambio tecnológico realizados por profesores de Producción Económica y de la Maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico de la UAM Xochimilco.

3. Justificación del uso de la taxonomía tecnológico sectorial de Pavitt

Para el tratamiento de la evidencia empírica se utilizará el enfoque tecnológico sectorial, ya que este enfatiza los contenidos de la innovación (tecnología e industria) específicos relacionados a procesos de cambio tecnológico que tienden a variar entre los diferentes sectores y sobre las condiciones de oportunidades tecnológicas, acumulatividad y apropiabilidad del conocimiento o de las innovaciones

Siguiendo a Pavitt (1984) y Capdevielle (1998) la taxonomía tecnológico-sectorial utilizada en este estudio tiene una gran ventaja metodológica, ya que fue construida considerando las principales fuentes, esfuerzos de las firmas y sectores industriales.

Además, cada uno de estos sectores tecnológicos podría ser visto como un sistema con formas específicas para crear competencias tecnológicas. Actualmente, es posible identificar cada sector tecnológico en términos de los siguientes elementos:

- a) ¿En qué medida el sector depende de la tecnología incorporada en bienes de capital y equipo?
- b) ¿Qué tanto las competencias del sector pueden ser explicadas por los montos y tipos de gastos en R&D?
- c) Si las competencias sectoriales están relacionadas a flujos de conocimiento de otros sectores externos (*spillovers*) y dentro de las firmas del mismo sector y si estas

capacidades o la falta de ellas pueda ser explicada por la dirección de los elementos antes mencionados o si estas dependen de otros elementos los cuales son mas difíciles de medir y que requieren estudios de caso específicos para una mejor comprensión, ya sea respecto de los cambios organizacionales, conocimiento tácito incorporado en recursos humanos, aprendizaje dentro de las firmas o instituciones, etc.

Existen varias formas posibles por las cuales la aplicación empírica puede ser realizada:

1. Realizar un análisis comparativo entre dos años o períodos específicos para poder ver lo que ha sucedido entre dos diferentes estadios temporales en los sectores tecnológicos.
2. La comparación de los cuatro principales sectores tecnológicos a la Pavitt en un año o periodo determinado, lo que nos ofrece la situación que guarda un SNI en un momento del tiempo.
3. Análisis por clusters tecnológicos
4. Análisis institucional

Para los fines de aplicación empírica, en este estudio se ha decidido aplicar la forma dos y tres. Esto es, se hace el análisis de los cuatro sectores tecnológicos para el año de 1991 y se estudiará el *cluster* correspondiente a la industria farmacéutica.

4. Metodología para realizar la prueba empírica.

La metodología utilizada para realizar este estudio empírico se muestra a continuación:

1. Seleccionar los posibles indicadores a utilizarse en cada celda, usando como base la guía sobre indicadores que se muestra en la parte del anexo. Es natural que dentro de cada casilla pueda haber varios indicadores que miden la interacción entre dos agentes del sistema de innovación.
2. Observar la información cuantitativa disponible y además dar una apreciación cualitativa del valor del indicador. Toda esta información se colocará dentro de la celda correspondiente en la matriz de transacciones de conocimiento.

Se considerará comúnmente el tratamiento de información porcentual, ya que con ello se elimina el trabajar con cifras de diferentes unidades y con diferente cantidad de dígitos.

Debe tenerse en cuenta que los indicadores porcentuales pueden representarse de distintas formas de acuerdo con el rango que se utilice para construirlos (de 0 a 1 ó de 1 a 100).

Es posible encontrar casillas dentro de la matriz de transacciones de conocimiento que no tengan algún indicador cuantitativo, por lo que se hace necesario utilizar información o análisis cualitativos.

3. Para calificar la información cualitativa se realizará una ponderación, grado de impacto o intensidad de la relación que pudiera tener la interacción entre agentes, es decir, se clasificara como alto-bueno-positivo (+), regular (**R**) y bajo-malo-negativo (-).
4. Finalmente, al obtener los valores en el vector columna **Y** y vector renglón **X**, se realizará un análisis de comparación sectorial, además que se observará el comportamiento en el desempeño y las competencias tecnológicas de cada sector al realizar la interpretación de los vectores arriba mencionados

Para el análisis de *clusters* tecnológicos se procederá de forma similar.

5. Homogeinización de las unidades de medida.

Esta sección mostrará cómo será posible hacer homogéneos los valores de los indicadores utilizados en cada celda de la matriz de transacciones de conocimiento.

La importancia de esta sección radica en que la utilización de valores porcentuales en esta prueba empírica finalmente no nos dice de manera precisa que sucede con los resultados obtenidos en los vectores **X** y **Y** de la matriz de Transacciones de Conocimiento.

Como se ha visto en este estudio, se han utilizado valores porcentuales de los indicadores en cada celda de la Matriz de Transacciones de Conocimiento para cada sector

tecnológico pero estos no han tenido los mismos parámetros de medición; por ello es decisivo saber que tratamiento se le debe de hacer al valor porcentual del indicador.

Primero, tomar los valores porcentuales de los indicadores tal y como puedan ser obtenidos de la fuente de información, estos tendrán una referencia (por lo general) derivados de un valor monetario.

Segundo, para lograr una homogeneidad de los valores de los indicadores, obtener el valor en unidades monetarias, lo cual facilitará su uso y operatividad.

Tercero, lo que es muy importante obtener para este caso, los *coeficientes técnicos de conocimiento* que son obtenidos de forma similar a los coeficientes técnicos en el Modelo Insumo-Producto de Leontieff.

Obteniéndose los coeficientes técnicos de conocimiento se podrá construir la matriz **(I-A)** la cual **facilitará** en mucho el trabajo de realizar comparaciones entre diferentes estados temporales, entre sectores tecnológicos o *clusters* de agentes.

Lo anterior se haría al tener la ecuación

$$(I - A) X = Y$$

donde **Y** hace referencia al vector columna y **X** al vector renglón obtenidos de la matriz de transacciones de conocimiento donde se podrán observar los cambios de las comparaciones al nivel que se deseen realizar.

El contar con una matriz de coeficientes técnicos de conocimiento homogénea en las unidades de medida y referidas a valores monetarios mostrará de manera precisa la valoración de esfuerzos realizados conjunta e individualmente por cada uno de los agentes del SNI analizado.

5. Prueba empírica del Modelo de Transacciones de Conocimiento para el caso mexicano.

Este análisis toma principalmente información de los trabajos de Capdevielle y Unger contenidos en el estudio OECD-CONACYT (1998).

Los indicadores (8) extraídos de estos trabajos cumplen con algunos elementos que son útiles para la aplicación en este modelo. Inicialmente cumplen con tener el mismo año (base) de elaboración, que es el año de 1991. En segundo lugar, la fuente de información es similar, ya que ambos estudios (elaboración de algunos indicadores) se basaron en información de bases de datos de CONACYT, INEGI y la ENESTYC.

Es importante señalar que el valor presentado en el análisis de los cuatro sectores tecnológicos, está en valores porcentuales; en la sección cinco de este apartado se profundizará en este aspecto.

Nota: FE se refiere dentro del análisis matricial que se presentará a continuación como las Formas Extranjeras, mientras que FN hace referencia a las Firmas Nacionales.

Sector dominado por el proveedor

	Empresas	Labs. R&D	Univs.	Ag. Gub	Export.	Y
Empresas	a.FE (R) 0.66 a. FN (-) 0.62 b. FE (+) 25 b. FN (-) 11.1	a.FE (+) 0.53 a. FN (-) 0.47 b. (R) 0.58	(+)	(-)	n.d	FE(+) FN(-)
Labs. R&D	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	
Univs.	(+)	n.d	n.d	n.d	n.d	
Ag. Gub	(-)	n.d	(R) 0.31	n.d	n.d	
Uso Factor.	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	
Import.	FE (-) 3.27 FN (-) 3.41	n.d	n.d	n.d		
X	FE(R) FN(-)					

El análisis de Unger (1998) que está basado en la tecnología incorporada y las habilidades en México, muestra que las diferencias entre las firmas extranjeras y nacionales tienen gran relación con la especialización industrial de cada tipo de firmas y el sector en que éstas se desarrollan. Sin embargo, debe ser claro que las firmas nacionales están produciendo con base en las ventajas naturales domésticas, de manera contraria a las firmas extranjeras, las cuales están insertas a estrategias globales que implican menor número de interacciones con los proveedores de materiales en México.

El indicador (a) en la casilla X_{11} muestra un gasto regular en este sector tecnológico, ya que la información que se observa en este indicador es la siguiente: para las firmas extranjeras el **gasto en investigación R&D** es de 0.66% que está nueve puntos porcentuales sobre el promedio del conjunto de firmas extranjeras.

Por la parte de las firmas nacionales se tiene un gasto de R&D bajo, ya que el valor del indicador (0.62%) se encuentra por debajo del promedio del conjunto de industrias nacionales que es 0.68%

Dentro de la misma celda X_{11} encontramos otro indicador (b) que es el de **firmas que introdujeron maquinaria y equipo modernos** (incluyendo maquinaria controlada digitalmente o robots) aunque la introducción de robots sólo fue en pocas firmas (20). En este aspecto se observa que las firmas extranjeras tienen un desempeño positivo ya que valor del indicador es de 25%, 3% superior al promedio del total de firmas extranjeras, y en cambio el comportamiento del sector por parte de las firmas nacionales vemos que

tienen un desempeño negativo al compararse con el promedio del total de firmas nacionales ya que el promedio de las firmas nacionales es 12.2% y el promedio del sector es de 11.1%.

Para el análisis de la celda X_{12} (a) tomaremos como indicador el porcentaje de **gasto en R&D realizado por las firmas** tanto extranjeras como nacionales, ya sean estas firmas grandes, pequeñas y medianas.

Para este sector se observa que las firmas extranjeras tienen un gasto superior a la media del total de la manufactura (0.58%), sobrepasandola por 14 puntos porcentuales, mientras que para las firmas nacionales el gasto es menor al promedio de la manufactura (0.47%).

Para confirmar lo que se observó con el indicador (a) de la celda X_{21} , ahora se tomará el indicador de **gasto en R&D competitivo** realizado por las firmas (b), en este caso será mas general ya que el indicador no está desglosado por firmas extranjeras o nacionales. Para el sector dominado por los proveedores se muestra un nivel regular (0.58%), el cual es igual al mostrado por la media del total de la manufactura que es de (0.58%).

Respecto de las celdas X_{13} y X_{31} , la interrelación de las universidades con las firmas será obtenida del análisis de Casas (1998) sobre el perfil regional y sectorial de México. El estudio de Casas muestra que en el sector dominado por el proveedor las principales áreas de colaboración de las universidades-industrias son principalmente: alimentos, minería, agricultura, silvicultura, fusión de metales, industria de la carne y pesca, con la participación principal de firmas pequeñas y medianas.

Para la explicación de las celdas X_{14} y X_{41} , utilizaremos también el estudio de Casas que analiza en que medida la interacción entre agencias gubernamentales e instituciones puente (entorno institucional) ayudan en la generación-difusión de conocimiento. Este trabajo muestra un comportamiento negativo en la relación entre agencias gubernamentales (instituciones puente) y las firmas y viceversa. Esto es, la cooperación entre firmas e instituciones puente es débil.

Para el análisis de la casilla X_{43} utilizaremos el indicador de porcentaje de **gasto en R&D realizada por el gobierno**, esto es conocido como GERD. Para este sector se muestra que se mantiene un comportamiento regular ya que el compararlo con el promedio total de la industria se observa que son iguales, esto es, 0.31%.

Para el análisis de la celda X_{61} se utilizará el indicador de **tasa de transferencia tecnológica** que realizaron las firmas. Aquí se hará el supuesto de que la transferencia tecnológica se realizado con base en la adquisición de tecnología del extranjero, ya que no específica el origen de esta transferencia.

Para este caso, consideraremos un comportamiento positivo cuando los índices sean menores ya que se guarda menor dependencia tecnológica con el extranjero en la transferencia tecnológica y será comportamiento negativo cuando se recurra a mayores niveles de importación vía transferencia.

Para el caso de las firmas extranjeras en este sector se tiene una eficiencia superior a la media del total de firmas extranjeras, esto es, las firmas extranjeras en el sector tienen un porcentaje de 3.27% y el porcentaje del total de firmas extranjeras es 2.83.

Similarmente, las firmas nacionales superan los porcentajes de transferencia tecnológica del promedio general de firmas nacionales y del promedio total de firmas (3.41%).

Sector de oferentes especializados

	Empresas	Labs. R&D	Univs.	Ag. Gub	Export.	Y
Empresas	a. FE (+) 0.96 a. FN (+) 1.17 b. FE (R) 21.6 b. FN (-) 4.6	a. FE (+) 0.8 a. FN (+) 0.96 b. (+) 0.99	(-)	(-)	n.d	FE(R) FN(R)
Labs. R&D	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	
Univs.	(-)	n.d	n.d	n.d	n.d	
Ag. Gub	(-)	n.d	(-) 0.19	n.d	n.d	
Uso Factor.	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	
Import.	FE (-) 5.49 FN (-) 4.62	n.d	n.d	n.d		
X	FE(-) FN(-)					

Para la celda X_{11} (a), se observa en este sector, que tanto las firmas extranjeras como nacionales tienen un **gasto en R&D** positivo dentro de la escala manejada, ya que se tienen porcentajes de 0.96 y 1.17 % respectivamente.

Específicamente podemos verificar que el gasto en R&D en los casos de las firmas nacionales y extranjeras casi duplican el valor del indicador para el total de la manufactura.

Otro indicador utilizado en esta casilla (b) es el de **firmas que introdujeron maquinaria y equipo modernos**, aquí se observa que las firmas extranjeras en este sector tienen un comportamiento regular ya que el valor del indicador se coloca sólo 4 décimas por debajo del promedio del conjunto de todas las firmas extranjeras el cual es (22%).

Y por otra parte, la introducción de maquinaria y equipo moderno en las firmas nacionales es bajo (4.6%), casi es tres veces menor que el promedio del total de firmas nacionales (12.2%).

Además este sector tecnológico tuvo reducciones en la inversión por parte de firmas extranjeras pero esta reducción está compensada con la expansión moderada de nuevas firmas nacionales. Esta tendencia es dirigida hacia los sectores industriales de partes de metal y equipo para generación de electricidad.

Para el análisis de la celda X_{12} tomaremos como indicador el **porcentaje de gasto en R&D realizado por las firmas** tanto extranjeras como nacionales, incluyendo dentro de estas últimas firmas grandes además de pequeñas y medianas empresas.

Es este sector donde se encuentran los porcentajes más altos de gasto en R&D, ya que tanto para firmas extranjeras (0.8%) como nacionales (0.96%) se observan los indicadores mas altos que superan los promedios del total de la manufactura.

Para confirmar lo que se observó con el indicador (a) en la celda X_{12} , ahora se tomará el **indicador sobre gasto en R&D competitivo** por parte de las firmas (indicador b), en este caso será mas general y no se tendrá información del comportamiento de este indicador por industrias extranjeras o nacionales.

En el sector de oferentes especializados el indicador muestra ser positivo (0.99%) respecto del promedio del total de la manufactura.

Respecto de las celdas X_{13} y X_{31} , la interrelación de las universidades con las firmas será obtenida de un análisis del perfil regional y sectorial con base en el estudio de Casas, el cual muestra que no existe cooperación universidad-firma en este sector tecnológico.

Respecto de las celdas X_{14} y X_{41} , se muestra una cooperación con nivel bajo entre firmas y agencias gubernamentales.

En la casilla X_{61} se observa el mismo comportamiento respecto del **porcentaje de transferencia tecnológica** que se ha observado en el sector dominado por el proveedor pero en este sector los porcentajes son mayores, permitiéndonos observar que se realiza una mayor transferencia tecnológica del exterior, es decir, este es el sector con los más altos índices al compararse con los otros tres sectores tecnológicos.

Para el análisis de la casilla X_{43} utilizaremos el indicador de porcentaje de **gasto en R&D gubernamental**, conocido como GERD.

Dentro de este sector este indicador muestra un nivel bajo ya que es de 0.19%, o sea inferior en 12 puntos porcentuales al promedio total de la industria (0.31%).

Sector intensivo en escala

	Empresas	Labs. R&D	Univs.	Ag. Gub	Expor.	Y
Empresas	a. FE (-) 0.41 a. FN (R) 0.68 b. FE (+) 23 b. FN (+) 13.2	a.FE (-) 0.4 a. FN (-) 0.5 b. (R) 0.5	(-)	(-)	n.d	FE(-) FN(-)
Labs. R&D	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	
Univs.	(-)	n.d	n.d	n.d	n.d	
Ag. Gub	(-)	n.d	(R) 0.32	n.d	n.d	
Uso Factor.	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	
Import.	FE (+) 2.2 FN (+) 3.09	n.d	n.d	n.d		
X	FE(-) FN(R)					

En la casilla X_{11} el indicador que se refiere al **gasto en R&D por parte de las firmas** extranjeras (a), puede calificarse como bajo ya que se tiene 0.41% que es inferior al logrado por el conjunto de firmas extranjeras (0.57%). Al observar el gasto para firmas nacionales se observa que es regular ya que coincide el promedio del gasto en R&D de este tipo de firmas con el promedio logrado por el total de firmas en el sector.

Para el caso del indicador (b) se observa que el comportamiento de **introducir nueva maquinaria y equipo por parte de las firmas** extranjeras y nacionales dentro de este sector es positivo ya que ambas tienen valores de ese indicador mayores que el promedio de ambos tipos de industria y mayor que el promedio de todo el conjunto de industrias en el país.

Para el análisis de la celda X_{12} tomaremos como indicador el **porcentaje de gasto en R&D realizado por las firmas** tanto extranjeras como nacionales (a), incluyendo dentro de estas últimas firmas grandes además de pequeñas y medianas empresas.

En este sector, a diferencia de lo que ocurrió en el sector de los proveedores especializados, se observan tanto en firmas extranjeras como nacionales los menores niveles porcentuales en gasto en R&D de las firmas, esto es, están por debajo de la media porcentual del total de la manufactura con 0.4% y 0.51% respectivamente.

Para tratar de confirmar lo que se observó con el indicador (a) en la celda X_{12} , ahora se tomará el indicador sobre **gasto en R&D competitivo** por parte de las firmas (indicador b), en este caso será mas general ya que no hay información desagregada por industrias extranjeras o nacionales. En el sector intensivo en escala el indicador se muestra casi igual al promedio del total de la manufactura (2.55%)

Respecto de las celdas X_{13} y X_{31} , la interrelación de las universidades con las firmas, Casas señala que la cooperación universidad-industria es deficiente y la existente se localiza principalmente en las siguientes ramas industriales: Química (ingeniería

industrial), automotriz (componentes electrónicos), textiles, metal-mecánica, procesamiento de agua, algunos tipos de alimentos y en algunos productos de la industria agrícola. La cooperación se realiza principalmente en firmas pequeñas y medianas aunque, en lo que respecta al sector automotriz la participación es también de firmas grandes. De manera similar a los otros sectores tecnológicos analizados la cooperación entre agencias gubernamentales y firmas es pobre.

Para el análisis de la casilla X₄₃ utilizaremos el indicador de la **tasa de gasto en R&D gubernamental**. En este caso se tiene un comportamiento regular ya que el indicador para este sector es de 0.32%, porcentaje superior en tan sólo 1 punto porcentual respecto al total de la manufactura.

Para la explicación de la casilla X₆₁ se tomará el indicador de **porcentaje de transferencia tecnológica**, lo cual muestra en los casos de firmas extranjeras y nacionales porcentajes inferiores de transferencia tecnológica, lo anterior respecto de el promedio del total de firmas tanto nacionales como extranjeras así como del promedio total del conjunto de firmas.

Sector basado en ciencia

	Empresas	Labs. R&D	Univs.	Ag. Gub.	Expor.	Y
Empresas	a. FE (+) 0.86 a. FN (+) 1.19 b. FE (-) 10 b. FN (+) 12.9	a. FE (R) 0.66 a. FN (+) 0.7 b. (+) 0.79	(+)	(-)	n.d	FE(+) FN(+)
Labs. R&D	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	
Univs.	(+)	n.d	n.d	n.d	n.d	
Ag. Gub	(-)	n.d	(-) 0.0	n.d	n.d	
Uso Factor.	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	
Import.	FE (-) 3.42 FN (+) 2.47	n.d	n.d	n.d		
X	FE(R) FN(+)					

Dentro de la celda X_{11} el indicador (a) en este sector, el **gasto en R&D por las firmas**, es positivo para ambos tipos de firmas (extranjeras y nacionales) con indicadores que superan por mas de 30 puntos porcentuales los promedios para cada conjunto de firmas.

El porcentaje de firmas extranjeras en el sector que han **introducido nueva maquinaria y equipo** en este sector (10%), es bajo respecto del promedio del total de firmas extranjeras que es de 22%. Mientras que de forma contraria las firmas nacionales en este sector superan el promedio del total de firmas nacionales.

Para el análisis de la celda X_{12} se tomará el indicador el porcentaje de **gasto en R&D realizado por las firmas** tanto extranjeras como nacionales (indicador a), incluyendo dentro de estas últimas firmas grandes además de pequeñas y medianas empresas.

En este sector se observa que para el caso de las firmas extranjeras tiene un comportamiento calificado como regular o normal, ya que el porcentaje para el sector (0.66%) es ligeramente superior al de la media del total de la manufactura (0.52%) y para las firmas nacionales este porcentaje es (regular) ligeramente inferior al del total de la manufactura.

Para tratar de confirmar lo que se observó con el indicador (a) en la casilla X_{12} , ahora se tomará el indicador sobre **gasto en R&D competitivo** por parte de las firmas (indicador b), en este caso será mas general y no se tendrá información del comportamiento de este indicador por industrias extranjeras o nacionales. En este sector basado en ciencia se observa en indicador porcentual mayor del esfuerzo competitivo en R&D de las firmas el cual es de 0.79% que es superior al promedio total de la manufactura.

Respecto del comportamiento de las firmas nacionales el indicador muestra que este porcentaje es menor al promedio de las firmas nacionales dentro del sector así como del promedio general de firmas, incluidas extranjeras y nacionales.

Respecto de las celdas X_{13} y X_{31} , la interrelación de las universidades con las firmas de acuerdo a Casas (1998), que muestra que la cooperación dentro del sector basado en ciencia es positiva y se observa principalmente en las siguientes ramas industriales: Química, biotecnología, sector salud, farmacéutica, maquinaria especializada, automotriz (componentes electrónicos), metal-mecánica (nuevos materiales), industria de la carne (biotecnología), electrónica, química (ingeniería ambiental e ingeniería química y electromecánica). Participan principalmente firmas medianas, pequeñas y muy pocas de tamaño grande.

Este mismo análisis de Casas revela que la cooperación agencias gubernamentales-firmas es negativo ya que existen muy pocos vínculos para el desarrollo-difusión de conocimiento.

Para el análisis de la casilla X_{43} utilizaremos el indicador de porcentaje de gasto en R&D realizado por el gobierno, conocido como GERD. Para este sector el gasto gubernamental en R&D se considera muy bajo (0.0%), esto es, no existe por parte del gobierno, agencias gubernamentales (instituciones puente) ningún apoyo a este sector en este rubro.

Para el caso de la casilla X_{61} se usa el indicador utilizado en los otros sectores **porcentaje de transferencia tecnológica** que muestra un comportamiento ligeramente diferente a los anteriores sectores, esto es, que mientras para las firmas extranjeras el porcentaje de transferencia dentro del sector (3.92%) es mayor que el promedio de firmas extranjeras y además superior al del promedio general en el que se incluyen firmas extranjeras y nacionales.

7. ANALISIS CUALITATIVO DEL *CLUSTER* FARMACEUTICO

Comportamiento de firmas extranjeras y firmas nacionales durante 1989-1995

Este análisis se introdujo ya que parte de la información necesaria para realizarlo está contenida en el estudio OECD-CONACYT, del estudio realizado por Gonsen (1998) aunque es preciso mencionar que en dicho trabajo existen otros dos estudios a nivel *cluster*, el de Lara sobre industria automotriz y el de Arvanitis sobre la industria química.

El concepto de Breschi y Malerba (1997) sobre régimen tecnológico, es más específico tecnológica e industrialmente; originalmente ha sido definido como una red de agentes que interactúan en un área económica-industrial bajo una infraestructura institucional. Un *régimen tecnológico* es definido por el tipo y nivel de condiciones de oportunidad y apropiabilidad, por la acumulatividad del conocimiento tecnológico, por la naturaleza del conocimiento y los medios de transmisión y comunicación del mismo.

De acuerdo a la definición, se pone gran énfasis en la manera en que *clusters* específicos de firmas, tecnologías e industrias están relacionadas en la generación y difusión de nuevas tecnologías y flujos de conocimiento que tienen lugar entre ellos. Además, el concepto de *cluster* se enfoca en los recursos del conocimiento y el papel jugado por el espacio geográfico en los procesos de transmisión del mismo. Los límites de los sistemas sectoriales de innovación son endógenos, ya que emergen de condiciones específicas de cada sector.

La dinámica total en la población de firmas activas en un sector es por tanto una preocupación central de los sistemas sectoriales de innovación, mientras que el concepto de sistemas sectoriales de innovación produce relaciones con taxonomías propuestas en la literatura del cambio tecnológico (Pavitt), donde se pone atención a las diferencias entre sectores en los modos de aprendizaje y en los medios de protección de innovación.

	Empresas	Labs. R&D	Univs.	Ag. Gub	Expor.	Y
Empresas	FE(-) FN(-)	FE(-) FN(-)	n.d	FE(-) FN(-)	FE(+) FN(-)	FE(-)FN
Labs. R&D	FE(-) FN(-)	n.d	n.d	n.d	n.d	()
Univs.	FE(-) FN(-)	n.d	n.d	n.d	n.d	()
Ag. Gub	FE(R) FN(R)	FE(-) FN(-)	n.d	n.d	n.d	()
Uso Factor.	n.d	n.d	n.d	n.d	n.d	()
Import	FE(+) FE(+)	n.d	n.d	n.d		
X	FE(-)FN	()	()	()		

El llenado de la Matriz de Transacciones de Conocimiento se obtiene del estudio de Gonsen (1998) donde se señalan las siguientes características del *cluster* farmacéutico:

- Las firmas extranjeras dominan el mercado y la concentración industrial de las firmas privadas es alto.

Aunque la tasa de exportación/importación es bajo en México como señala Gonsen, debe de notarse que las exportaciones se han incrementado en un promedio anual del 29% en el periodo 1990-1996 mientras que las importaciones han crecido sólo un 17%, lo cual es una tendencia favorable.

- La industria farmacéutica en México está sujeta a gran número de medidas gubernamentales que afectan las actividades innovadoras de las firmas, entre ellas podemos señalar las siguientes:

Son aplicadas estrictas medidas para la protección del consumidor, pero debido a que las medicinas no son desarrolladas nacionalmente, el efecto retardante en las medidas de control en la innovación son mínimas, ya que estos controles son realizados principalmente en Estados Unidos por la Administración de Alimentos y Medicinas, FDA por sus siglas en inglés.

Otra acción gubernamental que ha tenido impacto en el desempeño tecnológico de la industria ha sido el control de precios, donde la SECOFI tradicionalmente ha tenido una política de intervención. Esto ha generado niveles superiores de eficiencia en las firmas los cuales fueron necesarios para sobrevivir con menores márgenes de ganancia y al mismo tiempo fueron una barrera para el crecimiento y la inversión en R&D.

- La investigación básica ha recibido bastante apoyo gubernamental principalmente en las áreas de biología molecular e ingeniería de proteínas que usualmente son agrupadas bajo el nombre de biotecnología. Sin embargo, aún existiendo una política de apoyo a la biotecnología los esfuerzos en esta dirección han sido escasos y no han tenido un impacto directo en las actividades innovadoras de las firmas aunque han tenido el efecto de promover las capacidades tecnológicas locales, específicamente en el subsector de los farmacoquímicos.

Las actividades de R&D son mínimas en firmas establecidas en México y, aunque las alianzas y colaboraciones en R&D son la tendencia mas generalizada en la escena internacional estas son extremadamente escasas en México.

- Las relaciones tecnológicas interfirma en México se relacionan principalmente a licencias tecnológicas como son: licencias de software, asistencia técnica y administración. La colaboración entre las firmas mexicanas es mas que pobre entre aquellas de su propio grupo.

- Las relaciones universidad-industria son de corto plazo, específicas e informales y se observan casos de aproximaciones casuales-informales entre los científicos que buscan principalmente financiamiento privado para sus propios proyectos.

El área de mayor éxito en la colaboración ha sido en biotecnología tradicional que sin embargo no indica que haya grandes capacidades tecnológicas clave en las instituciones dedicadas a este tipo de investigación.

Respecto al régimen tecnológico de este sector, Gonsen lo muestra de la siguiente forma:

Para el caso de *firmas extranjeras*, se presentan muy buenas **condiciones de oportunidad para la innovación** ya que estas firmas incorporan laboratorios de R&D que utilizan las últimas técnicas de investigación en áreas científicas avanzadas.

Para las *firmas nacionales*, las oportunidades para innovar están relacionadas principalmente a la diferenciación de producto a través del uso de nuevos materiales o excipientes que provienen de los proveedores de insumos o debido a la introducción de nuevos equipos y materiales para el envasado y empaque, además de enfocarse también en los costos bajos de producción relacionados principalmente a cambios graduales en los procesos de manufactura.

Respecto a las condiciones de **apropiabilidad del conocimiento** en *firmas extranjeras*, los beneficios se empiezan a obtener a partir de la publicación de la Ley de Promoción y Protección de la propiedad Industrial de 1991, donde se muestra que estas ya pueden patentar las sustancias tecnológicas críticas (principio activo). Para las *firmas nacionales*, las condiciones de apropiabilidad del conocimiento se basan en la posesión de activos complementarios (farma-químicos).

Respecto de la **acumulación tecnológica** en *firmas extranjeras*, se encuentran altos niveles, donde la fuente continua de innovación es la R&D debido a la disponibilidad de mayores recursos financieros internos; además, la adopción de la biotecnología ha provocado mayor acumulación tecnológica al interior de este tipo de firmas ya que algunas han implementado o adquirido laboratorios de R&D dedicados a esta disciplina.

En el caso de *firmas nacionales*, la investigación y desarrollo en biotecnología está casi ausente, no manejan alguna de las nuevas tecnologías en sus laboratorios de R&D, si es que estas firmas los llegaran a tener. Las posibilidades de alianzas teniendo como base la biotecnología son bajas; por tanto este tipo de firmas no llegan a percibir las ventajas y sinergias que pueden ser generadas con este tipo de relaciones.

Al hablar de la **base de conocimiento** en las *firmas extranjeras* se observa que este rubro es de gran complejidad; el componente tácito del conocimiento se relaciona a avanzadas competencias de estas firmas y el componente codificable proviene de avances en algunas disciplinas científicas, es por ello que a la industria farmacéutica se le caracteriza como una industria basada en ciencia.

Para las *firmas nacionales*, la naturaleza de las actividades innovadoras y la ausencia de investigación básica en los laboratorios de R&D disminuye ampliamente el papel complementario de la parte del conocimiento genérico y codificado que emergen de los descubrimientos científicos. Además no existe en México la transmisión del conocimiento genérico a la industria dado el bajo nivel de competencias en investigación que posee este tipo de firmas.

8. Limitaciones de la prueba empírica

Una de las mas importantes limitantes para el desarrollo de este estudio es la incompatibilidad de los indicadores en lo que respecta a fuentes de la información y los años de análisis de los diferentes estudios que fueron útiles para obtener los valores de los indicadores.

Aunque se cuenta con mayor cantidad de información y de estudios no se logró compatibilizar la información de cada uno de estos para tener homogeneidad en los datos que podrían ser utilizados en este trabajo, es decir, la información cuantitativa encontrada tiene grandes diferencias temporales y no es homogénea para su utilización dentro de cada casilla.

Existen grandes lagunas de información publicada útil para el desarrollo empírico de este modelo. Muchos indicadores necesarios para un análisis mas completo de este modelo no se ha desarrollado en México o están a un nivel de gran agregación, por lo cual no son útiles para este estudio de carácter tecnológico sectorial y de *cluster*.

Se encuentra poca evidencia respecto del desarrollo de estudios que exploren la situación de varios sectores tecnológicos en México y de estudios que traten sobre las *core technologies* o capacidades tecnológicas de ciertos *clusters* de agentes.

Es claro que el análisis de las competencias internas de cada agente dentro del modelo de transacciones de conocimiento es importante, pero no es competencia de este estudio. Un análisis de este tipo requiere estudios más profundos a nivel más micro, como los que se realizan en el estudio OCDE-CONACYT (Lara, Arvanitis, Gonsen, 1998), que puedan mostrar de manera mas clara y específica la conducta de los agentes cuando trabajan dentro de un *cluster* y en un régimen tecnológico dado.

Otro de los problemas importantes en el uso de indicadores de insumo-producto como indicadores de las relaciones innovadoras, es que las grandes transferencias económicas podrían reflejar en realidad las relaciones formales olvidando parcialmente el gran impacto de las relaciones informales entre los agentes que componen un SNI; ejemplo de ello puede ser el análisis sobre la difusión incorporada en maquinaria y equipo que usualmente es limitada debido a que las estadísticas no revelan la fuente del equipo o la tecnología, limitando su utilidad para seguir los flujos de tecnología en los actores que

componen un SNI¹⁴.

¹⁴ Cf. OCDE 1996

V. Interpretación de Resultados

Con la información analizada a este momento se tendría un análisis parcial del desempeño y de las competencias de los agentes dentro de un SNI, basado en el modelo de transacciones de conocimiento; ya que se cuenta con información casi completa en los cuatro sectores tecnológicos analizados en lo que se refiere al primer renglón se cuenta con 80% de los datos y respecto a la primera columna se cuenta con el 70% de los datos que llenen esas casillas en la Matriz de Transacciones de Conocimiento para cada uno de los cuatro sectores tecnológicos.

Los resultados obtenidos en el vector **Y** en el **sector dominado por el proveedor** para las *firmas extranjeras* muestran que los requerimientos de conocimiento de las firmas fueron satisfechos positivamente. Los flujos de conocimiento que se establecieron entre los diversos agentes que componen el sector y las firmas fueron en su mayoría adecuados.

Al analizar el resultado en el vector **X** se observa que las competencias tecnológicas e institucionales creadas en el conjunto de este tipo de firmas son regulares y que es necesario reforzar los flujos de conocimiento entre los otros agentes para mejorar las capacidades tecnológicas e institucionales.

Respecto a las *firmas nacionales* la demanda de conocimiento muestra que no fue satisfecha por los otros agentes del sistema. Asimismo, la creación o mejora competencias tecnológicas son no favorables, lo que puede indicar que es necesario mejorar los vínculos de cooperación basados en los flujos de conocimiento entre los otros agentes.

Para el caso del **sector de oferentes especializados**, tanto las *firmas extranjeras* como *nacionales* muestran un resultado regular en el vector **Y**, lo que permite inferir que los requerimientos de conocimiento económicamente útil proveniente de los agentes del sector no se están realizando eficientemente. De lo anterior, se observa que los flujos de conocimiento provenientes de las universidades y agencias gubernamentales (instituciones puente) no satisfacen las necesidades de conocimiento requeridas por este sector.

Lo anteriormente expuesto impacta negativamente la creación de competencias de los agentes de este sector (**X**), el cual siendo uno de los sectores tecnológicos más importantes para el desarrollo de innovaciones, crecimiento económico y competencias útiles para otros sectores tecnológicos de una nación, ha sido descuidado en México.

El **sector intensivo en escala** muestra que la demanda de conocimiento (**Y**) de las firmas no ha sido satisfecha por los otros agentes del sector, tanto para las *firmas extranjeras* como para las *nacionales* lo cual indica que los flujos para obtener conocimiento de los otros agentes son débiles en el intercambio o aún más, que no existen.

Las competencias creadas (vector **X**) en firmas extranjeras y nacionales se pueden ver como regulares; comúnmente estas competencias creadas tienen relación con la explotación de abundante dotación de factores que las firmas utilizan sin tratar de mejorar los flujos de conocimiento económicamente útil.

Finalmente, el **sector basado en ciencia** muestra que las *firmas extranjeras* respecto de la demanda de conocimiento de los otros agentes y las competencias con las que cuenta se califican como regulares debido principalmente a que este tipo de firmas no busca la vinculación con otros agentes para crear flujos de conocimiento, sino de aprovechar principalmente los bajos costos de producción, es decir, la producción de maquila.

Respecto a las *firmas nacionales*, estas muestran una demanda por conocimiento (**Y**) positiva, es decir que han establecido vínculos con la mayoría de los otros agentes del sector, exceptuando a las agencias gubernamentales e instituciones puente para que satisfagan sus necesidades de conocimiento. De forma similar muestra que las capacidades (**X**) creadas son favorables.

Es importante mencionar que los resultados obtenidos para las firmas nacionales podrían ser un poco engañosos, ya que podrían significar que las firmas nacionales han desarrollado capacidades y vínculos con otros agentes basados en conocimiento favorables en un sector caracterizado por el desarrollo de tecnologías de punta. Lo anterior sólo se podrá rechazar o aceptar con base en los resultados totales que se obtengan al analizar el vector X y Y del sector.

De modo general podremos decir que la fuente de tecnología extranjera en el caso de partes, bienes de capital importados y componentes de bienes de capital especializados es muy importante en un país que carece de firmas competitivas para la producción local de estos equipos.

En el caso de México, los proveedores especializados de particular importancia para la integración del sistema de innovación y cruciales en la formación de redes, están en gran ausentes. Como consecuencia de ello, no sólo se está limitando el país al acceso de mucha tecnología incorporada en bienes de capital sino también a la facilidad de importar este tipo de bienes que esta ligada al proceso de aprender a como reparar y mejorar la tecnología extranjera incorporada en estos bienes¹⁵.

El desempeño descrito anteriormente indica la naturaleza superficial del ensamblado (maquila) de la mayoría de las exportaciones mexicanas en bienes de alta tecnología, ya que la mayoría de estas son maquila o exportaciones temporales provenientes de los sectores basados en ciencia y de proveedores especializados que tienen un gran contenido de importaciones.

Respecto al gasto en R&D por parte de las firmas (BERD) y del gobierno (GERD) se observa que el BERD como porcentaje total de las ventas permanece de forma general en

¹⁵ Cf. Fernandez (1998)

un nivel muy bajo, hecho que se ha agravado mas debido a la limitada dispersión del gasto entre sectores productivos y tecnológicos.

Los sectores basados en ciencia y de proveedores especializados son los que llevan a cabo los mayores esfuerzos en el gasto en R&D de las firmas y cuando se analiza su estructura se puede observar lo siguiente:

Uno, México esta especializado en sectores que a nivel internacional tienen niveles bajos de gasto en R&D.

Dos, es fácil suponer que las actividades productivas en México no requieren esfuerzos consistentes de R&D, como son requeridos en economías desarrolladas.

Tres, las diferencias en algunos sectores muestran que la economía mexicana muestra un patrón de especialización internacional y de comercio intra-industrial con gran presencia de firmas extranjeras.

Cuarto, este aumento del gasto de R&D de las firmas esta altamente concentrado en aquellos sectores de la economía que exporta. (automóvil, vidrio, cemento, maquinaria de oficina y computadoras, equipo electrónico, etc.)

Quinto, el BERD parece estar dirigido a actividades relacionadas a procesos de modernización de la producción y mejora de la organización de la producción¹⁶.

A su vez Casas (1998), identifica de manera general para los cuatro sectores tecnológicos las tendencias dominantes en el patrón de colaboración entre universidades e industria en México, es decir, las basadas en actividades de investigación.

Ella menciona que aunque no se puede mencionar una relativa especialización a nivel regional a causa de la frecuencia de las relaciones entre los diferentes campos del conocimiento y las ramas industriales, tampoco hay patrón alguno a nivel nacional respecto de la colaboración de universidades e industrias. La relación entre campos de conocimiento e industria es extremadamente irregular, particularmente en áreas de conocimiento y en firmas relacionadas a los campos de alta tecnología.

En general, las relaciones son de naturaleza espontánea, promoviendo la confianza en las relaciones personales. Sin embargo, la consolidación de las relaciones de colaboración dependen generalmente del apoyo provisto por los programas gubernamentales (instituciones puente) y en las facilidades ofrecidas por las instituciones académicas, en términos económicos, legales e institucionales.

¹⁶ Cf. Cimoli et al. (1997).

VI. Conclusiones

Es muy importante considerar que las transacciones informales de conocimiento se han considerado muy ligeramente en este estudio, debido a la falta de mas estudios sobre *clusters* de firmas que expliquen este comportamiento al interior de los agentes considerados en el sistema. Ante ello cabe enfatizar que la aportación de este conjunto de flujos y *stocks* de conocimiento es muy importante y no se deberá entender que por no contabilizarlo no tiene gran importancia para este análisis sino todo lo contrario¹⁷.

Los elementos teóricos planteados en los apartados dos y tres que tratan la base teórica y la formalización del Modelo de Transacciones de Conocimiento, suministran una racionalidad general para la intervención política, esto es, una guía para situaciones cuando la política puede mejorar la eficiencia económica de una nación con base en el desempeño de los sectores tecnológicos.

El aspecto central de la creación de política evolutiva tiene su preocupación en el proceso del cambio creativo y en desarrollo y difusión de tecnologías mejoradas aunque la creación de nuevas tecnologías e innovaciones es necesario pero no suficientes para incrementar el bienestar.

Identificando las instituciones relevantes y los flujos de conocimiento, las políticas pueden ampliar la creatividad de las firmas innovadoras a través de programas de colaboración y de redes, apoyando e integrando la generación de conocimiento relevante y la formación de capacidades.

Para la teoría evolutiva, el problema no consiste en que el comportamiento de la firma pueda ser descrito en términos óptimos sino mas, el como las firmas tienen un comportamiento diferente, como ellas articulan diferentes tecnologías con diferentes desempeños y las mejoran a diferentes tasas en el tiempo.

Fundamentalmente, la operación efectiva de un sistema de innovación evolutiva depende del acoplamiento efectivo de las firmas y otras instituciones basadas en conocimiento para que al unirse amplíen los procesos de aprendizaje que conduzcan a la generación de productos y procesos innovadores de impacto positivo en una economía nacional.

El sector público puede jugar un importante papel estableciendo y estimulando el equilibrio en una situación donde el sector privado es confrontado con ambientes extremadamente inestables, para esto requiere de mantenimiento y renovación de procesos de aprendizaje para mantener y desarrollar cualidades del usuario a alto nivel, además del aprendizaje interactivo entre el usuario y el sector privado mediante negociaciones institucionales y sociales para lograr beneficios mutuos y societarios.

¹⁷ Como lo señala Foray “donde se realiza una transacción de conocimiento, también tiene lugar una transacción informal muy importante que normalmente esta relacionada a transferencias de conocimiento tácito”.

El desarrollo de indicadores de innovación para México es una tarea que tiene que realizarse en el corto plazo no sólo para que se utilicen en este modelo sino para que permita realizar nuevas investigaciones que posibilitan un conocimiento más profundo del proceso de innovación en nuestro país. Además que también posibilita el diseño de políticas de innovación mas acorde a la realidad que experimentan los diferentes agentes que componen un SNI, un sector tecnológico, industrial o *cluster*.

La prueba empírica del Modelo de Transacciones de Conocimiento en una taxonomía tecnológico sectorial y a nivel de *cluster* de agentes observada en este estudio indica que esta herramienta puede ser considerada para la evaluación del desempeño innovador basado en flujos de conocimiento.

Asimismo, este estudio también ha mostrado que el contar con mayor cantidad de indicadores acerca de las transacciones de conocimiento realizadas por los agentes de un SNI mostrará de manera mas precisa las **competencias** (observadas en el vector renglón **X**) con las que cuenta cada agente del sistema además de la **demanda por conocimiento** que tiene de manera conjunta e individual cada agente del sistema (observable en el vector columna **Y**).

VII. ANEXO

Indicadores asociados a cada casilla de la matriz de transacciones de conocimiento.

A continuación se muestra una serie de indicadores que podrían ser utilizados para la medición de cada celda en la matriz de transacciones de conocimiento; ellos fueron tomados de los diferentes estudios piloto que han realizado varios países europeos, incluidos Austria, Dinamarca, Italia, Noruega, Bélgica, Estados Unidos, Inglaterra y Holanda que han sido entregados y discutidos en reuniones de expertos de los diferentes países pertenecientes a la OCDE en la búsqueda por encontrar una manera de cuantificar el desempeño y las capacidades tecnológicas dentro de un sistema nacional de innovación.

	Empre- -sas	Labs. de R&D	Univer- -sida- -des	Agencias Guberna- mentales	Expor- -taciones	Y
Empresas	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	Y ₁
Labs. de R&D	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄	X ₂₅	Y ₂
Universidades	X ₃₁	X ₃₂	X ₃₃	X ₃₄	X ₃₅	Y ₃
Agencias gubernamentales	X ₄₁	X ₄₂	X ₄₃	X ₄₄	X ₄₅	Y ₄
Uso de factores	X ₅₁	X ₅₂	X ₅₃	X ₅₄	X ₅₅	Y ₅
Importaciones	X ₆₁	X ₆₂	X ₆₃	X ₆₄		
X	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄		

X₁₁

- Nuevos productos como proporción de las ventas por sector
- Proporción de firmas innovadoras que utilizan diferentes tipos de información.
- Proporción de inversiones en las firmas.
- Uso de patentes por sector por producto o proceso (licencias)
- Concentración tecnológica (patentes per capita)
- Proporción de inversión extranjera directa (IED) en la formación de capital fijo
- Porcentaje de firmas con cooperación en R&D intrafirma
- Uso de CAD/CAM/CIM en el sector u otro equipo de alta tecnología como ROBOTS
- Porcentaje de empleados que recibe entrenamiento
- Entrenamiento formal ofrecido por los empleadores
- Beneficios del aprendizaje al interior de la firma
- Intensidad y distribución del aprendizaje
- Inversiones en aprendizaje
- Importancia de relaciones informales en colaboraciones
- Modos de cooperación en actividades relacionadas a la innovación

- Evidencia de cooperación en investigación y colaboración tecnológica entre las firmas dentro de un sector
- Evidencia de cooperación en investigación horizontal
- Evidencia de grandes programas cooperativos que involucran investigación multidisciplinaria
- Pertenencia a organizaciones o instituciones que realicen R&D, laboratorios y universidades
- Grado de relación entre las firmas y agencias gubernamentales
- Gastos en tecnología nueva
- Insumos intermedios y de capital relacionados a alta tecnología
- Tasa de difusión de nuevos productos y procesos
- Tasas de difusión de productos específicos de alta tecnología así como de tecnologías de

X₁₂

- Pertenencia a organizaciones o instituciones que realicen R&D o a laboratorios, o universidades
- Inversiones privadas en R&D
- Importancia de las diferentes clases de contacto al sistema de investigación pública.
- Gasto en R&D privado (BERD)
- Ingresos por contratos de investigación financiados de forma privada con centros de investigación
- Porcentaje de firmas con cooperación en R&D con centros de investigación
- Efectos de la estructura industrial sobre el gasto de investigación y desarrollo (STIBERD)
- Porcentaje de firmas con cooperación en R&D al exterior

X₁₃

- Cooperación entre institutos universitarios y las firmas
- Importancia de las diferentes clases de contacto al sistema de investigación pública.
- Ingresos por contratos de investigación financiados de forma privada con universidades
- Participación de las firmas y las instituciones de educación superior en cooperaciones formales dentro de redes de R&D
- Número e importancia económica de los proyectos formales cooperativos entre universidades e industria
- Intensidad de la especialización tecnológica del copatentamiento entre universidades e industria
- Intensidad de la especialización tecnológica del copublicación entre universidades e industria
- Gasto en transferencia de tecnología

- Pertenencia a organizaciones o instituciones que realicen R&D o a laboratorios de universidades

X₁₄

- Distribución efectiva y relevante de información y consejos sobre tecnología
- Competencias relevantes para aumentar difusión de algunas tecnologías
- Tasa de acceso a información de instituciones puente
- Control efectivo y uso de recursos de la firma a instituciones puente
- Porcentaje de firmas con cooperación en R&D inducida por las instituciones puente
- Participación de las firmas en actividades de estandarización

X₁₅

- Balanza de pagos tecnológica (tasa de cobertura)
- Ventaja Comparativa Revelada (RCA) Referente a alta tecnología.
- Ventaja Comparativa Revelada (RCA) Referente a tecnología media
- Ventas de tecnología por tipos de tecnología y tamaños de firma
- Difusión de R&D para evitar leyes antimonopolio (internacionalización de la R&D)

X₂₁

- Ventaja comparativa en R&D (especialización en R&D)
- Distribución del R&D en servicios y manufactura como porcentaje del total de los negocios de la empresa
- Intensidad del R&D
- Cooperación en R&D respecto de la realizada por firmas y sus socios (por tamaño de firmas)
- Socios para R&D cooperativo (clientes, proveedores, empresas madre/hija/hermana, competidores, *joint ventures*, consultores, laboratorios gubernamentales, institutos de investigación, universidades/educación superior, laboratorios de R&D operados por la industria, otros)
- Valor agregado en la manufactura debido a la intensidad de la R&D.
- Porcentaje de R&D por desempeño y sectores que lo financian
- Proporción acumulada de los costos de la innovación
- Proporción de R&D indirecto
- Proporción de R&D indirecto en la manufactura
- Proporción de R&D en los costos totales de la innovación
- Porcentaje de firmas con cooperación en R&D
- Porcentaje de firmas con cooperación en R&D intrafirma en el país o el exterior

X₂₂

- Proporción de firmas con cooperación en R&D entre firmas innovadoras de acuerdo al socio.
- Flujos al interior y al exterior de R&D incorporado (sectorial)
- Disponibilidad de contar con infraestructura electrónica y/o de alta tecnología
- Gastos en tecnología nueva
- Carreras profesionales del personal de R&D
- Porcentaje de cambios generados con los productos innovativos
- Porcentaje de personal activo de R&D en proyectos perdidos
- Participación en redes formales colectivas de R&D
- Insumos intermedios y de capital relacionados a alta tecnología
- Beneficios del aprendizaje al interior de los laboratorios de R&D
- Intensidad y distribución del aprendizaje
- Inversiones en aprendizaje
- Importancia de relaciones informales en colaboraciones entre laboratorios de R&D

X₂₃

- Participación en redes formales colectivas de R&D con universidades
- Intensidad y especialización de los centros de investigación y las instituciones de educación superior en actividades de patentamiento
- Proyectos conjuntos de R&D en institutos universitarios

X₂₄

En los estudios mencionados no se encontraron indicadores asociados o relacionados a esta celda.

X₂₅

- Externacionalización de la R&D para evitar leyes antimonopolio

X₃₁

- Número y especialización tecnológica de universidades relacionadas a instituciones que principalmente trabajan para la industria
- Cooperación entre institutos universitarios y las firmas
- Impulsos para la cooperación vía graduados, conferencias, publicaciones científicas, iniciativas de la empresa, iniciativas del instituto de investigación, contactos personales, por iniciación de la cooperación por instituciones de transferencia, contacto externo de los institutos de investigación y las universidades.
- Proporción de empleo de personal de educación superior
- Índice de personal con educación superior que va hacia las firmas
- Proporción de spin-offs en diferentes agentes de la matriz
- Propensión a patentar por parte de las universidades
- Porcentaje de firmas con cooperación en R&D con instituciones de educación superior
- Comparación entre los campos de conocimiento cubiertos por las instituciones de

- educación superior y los campos de conocimiento cubiertos por la industria (sectores)
- Intensidad del uso de la base de conocimiento universitario por las firmas de negocios
- Importancia del conocimiento técnico obtenido de universidades para las actividades innovativas de las firmas de negocios
- Frecuencia de citas académicas usadas en patentes corporativas

X₃₂

- Proyectos conjuntos de R&D en institutos universitarios
- Comparación entre los campos de conocimiento cubiertos por los centros de investigación y los campos de conocimiento cubiertos los laboratorios de R&D
- Número de asociaciones exitosas en R&D arregladas por las instituciones puente entre laboratorios de R&D privado y públicos

X₃₃

- Intensidad y especialización de los centros de investigación y las instituciones de educación superior en actividades de patentamiento
- Disponibilidad de contar con infraestructura electrónica o de alta tecnología
- Carreras profesionales de personal de R&D
- Gastos en infraestructura tecnológica nueva
- Beneficios del aprendizaje al interior de las universidades
- Intensidad y distribución del aprendizaje
- Inversiones en aprendizaje
- Importancia de relaciones informales en colaboraciones
- Nivel general de los investigadores en los laboratorios de R&D públicos

X₃₄

- Grado de cooperación entre universidades e instituciones puente
- Cantidad de proyectos ofrecidos por desarrollos intra-universidad para difusión por parte de las instituciones puente
- La eficiencia en la transferencia de proyectos tecnológicos a las instituciones puente
- La importancia económica de las instituciones puente
- Instituciones de investigación y desarrollo que forman una institución puente

X₃₅

- Interacción entre universidades e instituciones puente
- Producción de investigación en la universidad que ha sido útil en las instituciones puente.
- Ingresos de las patentes y software entre convenios de universidades e instituciones puente.
- porcentaje de investigadores de universidades que han publicado estudios y patentado aplicaciones

- el monto de conocimiento técnico producido y distribuido sin cargo a las universidades
- Bases de datos de expertos (experiencia)
- Producción científica de publicaciones

X₄₁

- Iniciación de la cooperación por instituciones de transferencia con agencias gubernamentales
- Gasto gubernamental en investigación y desarrollo.
- Gasto en adopción de tecnología para transferencia a empresas
- Cambios en los stocks de capital en la R&D
- Evaluación de Centros de Investigación y centros de Información Tecnológica
- Distribución efectiva y relevante de información
- Competencias amplias y relevantes
- Porcentaje de firmas con cooperación en R&D financiados por el gobierno
- Presupuestos destinados a instrumentos de política orientada a la difusión
- Efectividad de varios instrumentos de política orientada a la difusión
- Utilidad de las instituciones puente para ayudar a las firmas
- Orientación de la tecnología y las políticas de innovación hacia la difusión
- Promoción de la transferencia de tecnología

X₄₂

- Gasto en R&D público (GERD)

X₄₃

- Uso de consultores y firmas de ingeniería técnica en actividades de R&D
- Papel de las instituciones puente en la creación de políticas para la construcción de redes formales e informales de R&D
- Participación en actividades de estandarización (nacionales e internacionales)

X₄₄

- Interacción entre diferentes instituciones puente
- Intercambio de información para generación de proyectos tecnológicos, consultoría a firmas, estandarización de normas, etc.
- Número de convenios entre instituciones puente para difusión tecnológica

X₄₅

- Número de convenios que realizaron instituciones puente con firmas en el extranjero por diversos motivos relacionados a aspectos tecnológicos.

- Servicios de consultoría en otros países

X₅₁

- Recursos humanos en ciencia e ingeniería (graduados de universidades) por miles respecto de la fuerza laboral.
- Ventaja Comparativa Revelada (RCA) intensiva en capital humano
- Impulsos para la cooperación respecto de graduados, conferencias, publicaciones científicas, iniciativa de la empresa, iniciativa del instituto y contactos personales
- Movilidad del personal.
- Movilidad de investigadores y personal con habilidades (flujos de conocimiento desincorporado)
- Intensidad de conocimiento por sector y tipo de educación
- Cambio en la intensidad de conocimiento por sector y tipo de educación
- Comparación salarial por niveles educativos.
- Cantidad de egresados y de ingreso en las universidades por carreras (principalmente en áreas técnicas, ingeniería y matemáticas)
- Fuente/destino de ingenieros en las firmas pequeñas y medianas
- Personal calificado en ciencia e ingenieros en las firmas
- *Stock* de ingenieros y científicos en firmas
- Empleo de ingenieros y científicos en las firmas

X₅₂

- Absorción de estudiantes de educación superior en el área de laboratorios de R&D
- Movilidad de personal de R&D de los centros de investigación a las industrias
- Personal calificado en ciencia e ingenieros en laboratorios de R&D
- *Stock* de ingenieros y científicos en laboratorios de R&D
- Empleo de ingenieros y científicos laboratorios de R&D
- Influencia del personal directivo en la capacidad innovadora de la firma
- Tecnologías empleadas por los graduados en R&D además de los científicos e ingenieros en R&D
- Intercambios temporales y posiciones mezcladas del personal de R&D

X₅₃

- Patrones de reclutamiento y destino del personal universitario
- Importancia de la movilidad parcial de personal dentro de las universidades
- Comparaciones entre los spin-offs académicos y las firmas basadas en nueva tecnología

X₅₄

- Importancia de la relación entre parques científicos y los spin-offs académicos

- Importancia de las firmas spin-offs creadas por académicos con formación científica o ingenieril.

X₅₅

- Cantidad de científicos e ingenieros que han ido al extranjero con fines laborales
- Cantidad de científicos e ingenieros que han ido al extranjero con fines académicos
- Número de académicos de nivel terciario que dan clases en el extranjero.

X₆₁

- Balanza de pagos tecnológica (tasa de cobertura).
- Ventaja Comparativa Revelada (RCA) en alta tecnología.
- Ventaja Comparativa Revelada (RCA) en tecnología media
- Compra de tecnología por tipos de tecnología y tamaños de firma
- Recepción tecnológica por país de origen (importaciones)

X₆₂

- Proporción de R&D realizado externamente
- Porcentaje adquirido de R&D externo como porcentaje de los costos totales de R&D
- Porcentaje de firmas con cooperación en R&D en el exterior
- Introducción de científicos o personal de R&D en firmas mexicanas

X₆₃

- Accesibilidad y capacidad de usar bases de conocimiento internacionales por medio de convenios universitarios
- Número de profesores visitantes en universidades nacionales

X₆₄

En los estudios mencionados no se encontraron indicadores asociados o relacionados a esta celda.

VIII. Bibliografía

- Astori, D. (1988) Enfoque crítico de los modelos de contabilidad social. Siglo XXI, 7a. ed., capítulos 7-8.
- Alcorta, L. y Wilson Peres (1998) Innovation Systems and Technological Specialization in Latin America and the Caribbean. *Research Policy*, 26. pp. 857-881.
- Aroche, F. (1995) Cambio Técnico y Cambio Estructural. La Hipótesis de Coeficientes Decrecientes, Pruebas Estadísticas con Datos para México. *Estudios Economicos*, UNAM, No. 10.
- Breschi, S. y Franco Malerba. (1997) Sectoral Innovation Systems: Technical Regimes, Schumpeterian Dynamics and Spatial Boundaries, en Charles Edquist (Ed.). *Systems of Innovations. Technologies, Institutions and Organizations*. Pinter, London.
- Carlsson, B. y Staffan Jacobsson. Diversity Creation and Technological Systems: A Technology Policy Perspective, en Charles Edquist (Ed.). *Systems of Innovations. Technologies, Institutions and Organizations*. Pinter, London.
- Chenery, H. y Paul Clark. (1963) *Economía Interindustrial*. FCE, México.
- Cimoli, M (ed.) (1998) CONACYT-OECD National Innovation Systems Project. The Mexican Innovation System. Work in Progress. June.
- et al (1998) Modes of Industrial Development, S & T Policies and Competitiveness in Mexico. Enero. *Working paper*.
- y Marina Della (1997) The Nature of Technological Change and its Main Implications on National and Local Systems of Innovation. Octubre. *Working paper*.
- Crow, M. y Bozeman, B. (1987) R & D Laboratory Classification and Public Policy: The Effects of Environmental Context on Laboratory Behaviour. *Research Policy*, 16 (5), 229-256.
- Dalum, B. et al. (1992) Public Policy in the Learning Society, en Lundvall, B. (ed.) *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter, London.
- Dasgupta, P. y Paul Stoneman. (eds.) (1987) *Economic Policy and Technological Performance*. Cambridge University Press, USA.
- De Bresson, C. y Amese, F.(1991) *Networks of Innovators: A Review and Introduction*

to the Issue. Research Policy, vol. 20, no. 5.

Edquist, C. (ed.) (1997) *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*. Pinter, London.

-----y Bjorn Johnson. Institutions and Organizations in Systems of Innovation, en Charles Edquist (Ed.). *Systems of Innovations. Technologies, Institutions and Organizations*. Pinter, London.

Foray, D. (1997). Generation and Distribution of Technological Knowledge: Incentives, Norms and institutions *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*. Charles Edquist (Ed.). Pinter, London.

Freeman, C. (1992) Formal Scientific and Technical Institutions in the National Systems of Innovation. en Lundvall, B. (ed.) *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter, London.

----- (1988) Japan: A New National Innovation System en *Technical Change and Economic Theory*. G. Dosi (ed.).Pinter, London

----- y Bengt-Ake Lundvall. (eds.). (1988) *Small Countries Facing the Technological Revolution*. Pinter, London.

Galli, Riccardo y Morris Teubal (1997) Paradigmatic Shifts in National Innovation Systems en Charles Edquist (Ed.). *Systems of Innovations. Technologies, Institutions and Organizations*. Pinter, London.

Gelsing, L. (1992) Innovation and the Development of Industrial Networks. en Lundvall, B. (ed.) *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter, London.

Johnson, B. (1992) Institutional Learning. en Lundvall, B. (ed.) *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter, London.

Lundvall, B. (1992) National Systems of Innovation. en Bengt-Ake Lundvall (Ed.). *Towards a theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter, London.

----- (1992) User-Producer Relationships, National Systems of Innovation and Internationalisation.en Lundvall, B. (ed.) *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Pinter, London.

----- (1990) Innovation as Interactive Process: From User-Producer Interaction to the National System of innovation. en *Technical Change and Economic Theory*. Dosi, G. et al. Pinter. Capítulo 17, pp. 349-369.

- Lucas, R. (1993) Making a Miracle. *Econometrica*, vol. 61, no. 2, March.
- Mariña, A. (1993) Insumo-Producto: Aplicaciones Básicas para el Análisis Económico Estructural. UAM-Azcapotzalco. México.
- Metcalf, S. (1995) The Economic Foundations of Technology Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives. Capítulo II, pp. 409-512.
- Meyer, F. (1997) Science-based Technologies and Interdisciplinary: Challenges for Firms and Policy. en Charles Edquist (Ed.). *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*. Pinter, London.
- Nelson, R. (1993) National Innovation Systems. A Comparative Analysis. Oxford University Press. New York.
- OECD (1996) Oslo Manual. París. p.3
- (1997) Pilot studies. Austria, Dinamarca, Italia, Noruega, Bélgica, Estados Unidos, Inglaterra y Holanda.
- (1997) An Empirical Comparison of National Innovation Systems: Various Approaches and Early Findings. *Working Group on Innovation and Technology Policy*. December, Paris.
- Pavitt, K. (1984) Sectoral patterns of technical change. Towards a Taxonomy and a Theory. *Research Policy*, No.13. 343-373.
- Pérez, C. (1996) La Modernización industrial en América Latina y la Herencia de la Sustitución de Importaciones. Comercio Exterior, Mayo, México.
- (1992) Cambio Técnico, Reestructuración Competitiva y Reforma Institucional en los Países en Desarrollo. *El Trimestre Económico*, Febrero, México.
- Porter, M. (1990) La ventaja competitiva de las naciones. Vergara, Buenos Aires. Capítulo V.
- Romer, P. (1990) Endogenous Technological Change. University of Chicago.
- Rosenberg, N. (1982) Inside the Black Box. Cambridge University Press, USA, pp. 120-159.
- Semmler, W. (1991) The dynamics of innovation and Diffusion with Competing Techniques. Department of Economics, Graduate Faculty, Mayo, New York;

Silverberg, G. y Bart Verspagen (1994) Economics Dynamics and Behavioral Adaptation to an Evolutionary Endogenous Model. *IIASA paper*, September. Laxenburg.

Stevens, C. (1997) Mapping Innovation. *OECD Observer*, No. 207. August-September.

Varian, L. (1995) *Microeconomía Intermedia*. Mc Graw Hill, México.

Villavicencio, D. (1993) ¿Qué entendemos por aprendizaje tecnológico? *Tecnoindustria*, México, CONACYT, num. 11, Agosto-Septiembre, pp. 22-28.

----- y Rigas Arvanitis (1994) Transferencia tecnológica y aprendizaje tecnológico: Reflexiones basadas en trabajos empíricos en *Trimestre Económico*, No. 242, México.

Apéndice de los capítulos 1 y 2. Nota matemática sobre la teoría de la producción. Madrid, España.