T
102

XOCHIMILCO SERVICIOS DE INFORMACION
ARCHIVO HISTORICO

86796

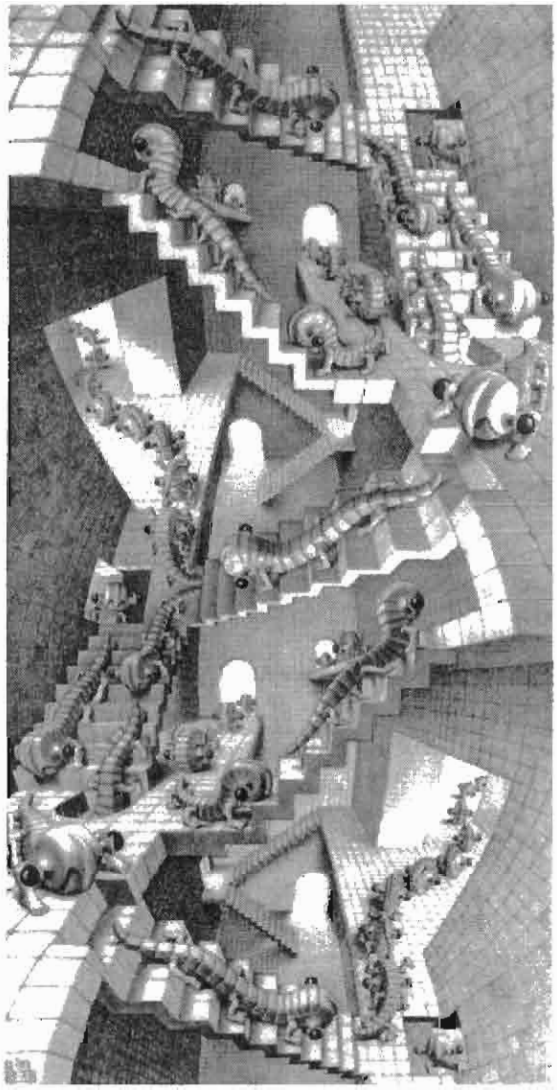
XOCHIMILCO SERVICIOS DE INFORMACION
ARCHIVO HISTORICO

Casa abierta al tiempo

Universidad Autónoma
Metropolitana
Unidad Xochimilco
División de Ciencias Sociales y Humanidades

Transiciones tecnológicas y especialización en el diseño para la innovación

Un estudio para México



TESIS para optar al grado de

DOCTORADO EN CIENCIAS SOCIALES
con especialidad en
Economía y Gestión de la Innovación

P r e s e n t a

Mtro. Salvador Cisneros Montes

Asesor: Dr. Daniel Villavicencio Carbajal

Sinodales:

Dr. Javier Jasso Villazul
Dr. Arturo Ángel Lara Rivero.
Dr. Javier Soria López.
Dr. Manuel Soria López.

México D. F. 2010

XOCHIMILCO SERVICIOS DE INFORMACION
ARCHIVO HISTORICO

ÍNDICE.

INTRODUCCIÓN. 5

OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN. 11

HIPOTESIS 13

1 METODOLOGÍA 22

1.1 ENFOQUE MULTIDIMENSIONAL 25

1.2 MACRO ANÁLISIS. 29

1.3 MESO ANÁLISIS. 30

1.4 MICRO ANÁLISIS. 34

2 MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL 38

2.1 ENFOQUE DE SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN Y LAS BRECHAS ANALÍTICAS EN LOS NIVELES DE ANÁLISIS. 43

2.2 EL ENFOQUE DE SISTEMAS TECNOLÓGICOS. 51

2.3 MODELO SOCIOTÉCNICO. 55

2.4. NIVELES CONCEPTUALES APLICADOS A NIVELES EMPÍRICOS. 60

2.5. EL ENFOQUE DE ESTRUCTURA TECNOLÓGICA. 65

2.6. ESTRUCTURA DE CONOCIMIENTO DESDE EL ENFOQUE DE SISTEMAS. 68

2.7. INTERPRETACIÓN ANALÍTICA, DE LO MICRO A LO MACRO Ó VICEVERSA. 74

3 EL COMPORTAMIENTO TECNOLÓGICO DE MÉXICO EN EL PROCESO DE INTEGRACIÓN CON AMÉRICA DEL NORTE. 79

3.1 EL COMPORTAMIENTO TECNOLÓGICO 79

3.2 LA ESTRUCTURA DE CONOCIMIENTO EN LA TRANSFORMACIÓN DE LAS POLÍTICAS COMERCIALES DE MÉXICO CON AMÉRICA DEL NORTE. 84

3.3 TRANSFORMACIONES TECNOECONÓMICAS Y SOCIOINSTITUCIONALES EN EL CONTEXTO DE MECANISMOS DE INTEGRACIÓN COMERCIAL INTERNACIONAL. 92

3.4 TRANSFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE CONOCIMIENTO PARA LA INNOVACIÓN EN AMÉRICA DEL NORTE, (DATOS Y ANALISIS CON EL MODELO CIMOLI & KATZ). 99

4 EL PERFIL TECNOLÓGICO ANTE LA TRANSICIÓN TECNOLÓGICA DE AMÉRICA DEL NORTE. 113

4.1. Horizonte sociotécnico 113
4.2. Régimen sociotécnico. 131
4.3. Nichos de innovación. 141
4.4. Evidencias de alineación de los perfiles tecnológicos. 144

5 EL DISEÑO COMO CAPACIDADES DE ARTICULACIÓN DE ACERVOS DE CONOCIMIENTO PARA LA INNOVACIÓN 147

5.1. Teoría del diseño y concepción de los artefactos tecnológicos. 151
5.2. Una síntesis teórica para comprender el diseño en el proceso de innovacion tecnológica. 159
5.3. Tipologías de diseño y articulación de conocimientos 166
5.4. Artefactos tecnológicos y organización industrial. 175
5.5. Irreversibilidad y Diseño. 181
5.6. Análisis de diseño de artefactos para la innovación tecnológica en México. 184

6 ARTICULACIÓN DE CONOCIMIENTOS PARA LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y CONDICIONES DE DESARROLLO ECONÓMICO *(HACIA UN MODELO DE ANÁLISIS EN ECONOMÍA DE LA INNOVACIÓN)* 187

6.1. El Diseño de Artefactos Tecnológicos en la economía contemporánea. 188
6.2 Artefactos tecnológicos y especificidad de insumos de conocimiento. 191
6.3. Estrategias de Diseño de artefactos tecnológicos, Como Estrategias Empresariales. 194

7. MODELO DE INNOVACIÓN Y GENERACIÓN DE NUEVOS ARTEFACTOS TECNOLÓGICOS A TRAVÉS DE DISEÑO. 197

7.1. Ecuación de Capacidades de Diseño de Nuevos Artefactos Tecnológicos, para Países en Desarrollo y Países Desarrollados. 202
7.2. Modelo General de Innovación y articulación de conocimiento. 207
7.3. Modelo de Estructuras de conocimiento basadas en la obtención de conocimiento nuevo (Países desarrollados). 212
7.4. Modelo de estructuras de conocimiento basadas en la utilizacion de conocimiento difundido + Diseño (Países en Desarrollo) 218
7.5. El sentido de la I+D, en la especialización del diseño de nuevos artefactos tecnológicos, en el caso de países en desarrollo. 221
7.6. Condiciones de desarrollo, acervos de conocimiento y diseño de artefactos tecnológicos. 226

8. CONCLUSIONES 231

9. ANEXOS. 237

Casos de innovación basados en diseño en México, en los sectores de coincidencia de los perfiles tecnológicos para América de Norte. *250*

BIBLIOGRAFÍA 283

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1 Esquema del Despliegue del Sistema de Innovación Tecnológica 16

Ilustración 2 Perspectiva holística de la transición tecnológica 20

Ilustración 3 Representación gráfica del diseño metodológico 28

Ilustración 4 Empresas de estudio 37

Ilustración 5 Determinantes del comportamiento tecnológico. 80

Ilustración 6 Modelo de estructura de costos y capacidades de diseño endógenas (mecanismos de poder de mercado) 91

Ilustración 7 Modelo de sustitución de fuentes de tecnología locales. Katz y Cimoli (2001) 108

Ilustración 8 Perfiles tecnológieos en América del norte 1982. 121

Ilustración 9 Perfiles tecnológicos en América del norte 1997. 124

Ilustración 10 Perfiles tecnológicos en América del norte 2005 128

Ilustraeión 11 Régimen sociotécnico y perfil tecnológico para México después de las transformaciones estructurales del TLCAN 140

Ilustración 12 Perfiles tecnológicos en América del norte 1997. 145

Ilustración 13 Graficas de radar. Alineación del perfil tecnológico entre México y EUA (1982-1997). 146

Ilustración 14 Relación de dependencia 1998-2004 198

Ilustración 15 Coeficiente de inventiva 1998-2004 200

Ilustración 16 Patentes otorgadas en EUA a México y Corea 1969-1997 201

Ilustración 17. Trayectorias de investigación, desarrollo y diseño, en el contecto de condiciones específicas de desarrollo económico 209

Ilustración 18. Frontera tecnológica de I+D, considerando el diseño como una forma de conocimiento. 214

Ilustración 19. Frontera tecnológica de I+D, considerando el diseño como una forma de conocimiento en el caso de innovaciones de productos complejos en países desarrollados. 216

Ilustración 20. Frontera tecnológica de I+D, considerando el diseño como una forma de conocimiento en el caso de innovaciones de productos estandarizados en países en desarrollo. 219

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Esfuerzos tecnológicos y desempeño (1990). Países e indicadores tecnológicos 101
Tabla 2 Patentes registradas en el USPTO por sector y país. 104
Tabla 3 Balanza de pagos de tecnología para México. (1992-2002). 111
Tabla 4 Tipologías de diseño. 172
Tabla 5 Estructura de mercado y tipologías de diseño 174
Tabla 6 Diseño de productos complejos y estandarizados, ejemplos en sectores industriales 178
Tabla 7 Matriz de categorías de diseño, volumen de producción y grado de participación del usuario 179
Tabla 8 Artefactos tecnológieos, tipologías de diseño y tipo de conocimiento 186

ÍNDICE DE ECUACIONES.

Ecuación 1 conjunto finito de conocimientos 203
Ecuación 2 Subconjunto de insumos de conocimiento para un sector tecnológico 204
Ecuación 3 Combinatoria del aeervo de conocimientos 205
Ecuación 4 Capacidades de diseño, productos complejos 205
Ecuación 5 Capacidades de diseño de productos estandarizados 207

Introducción.

Esta investigación plantea un análisis que explique y permita comprender el proceso de diseño para la innovación tecnológica en el caso de México[1], estudiando el fenómeno en el contexto de la vinculación comercial con Estados Unidos de América (EUA) y Canadá, como consecuencia del Tratado de Libre Comercio para América del Norte (TLCAN). Se plantea el análisis de los aspectos estructurales de los acervos de conocimiento y los mecanismos de articulación para la innovación que México ha desarrollado a través de su base industrial.

Se estudiarán las dinámicas del perfil tecnológico de América del norte (AN), profundizando en la configuración de los regímenes sicotécnicos de México, en el contexto de la evolución del horizonte sociotécnico[2] de la región como consecuencia de su transformación comercial, observando los mecanismos que influyen en el establecimiento y formación de acervos de conocimiento, identificando ejemplos de innovación basadas en diseño de artefactos tecnológicos en las empresas mexicanas.

Para realizar estudios en economía de la innovación, debe comenzarse por definir la dimensión analítica desde la que se observarán los fenómenos; en este sentido, los objetos de investigación establecen niveles de agregación de la información para el estudio, ello define el tipo de datos a obtener para la investigación. Esta tesis plantea un enfoque de análisis multinivel que permita estudiar el fenómeno de la innovación desde una

---

[1] Concentrándose en las innovaciones que se basan en diseño, entendido esto último como un mecanismos de innovación tecnológica, a través del cual se articulan los conocimientos nuevos y difundidos para la obtención de nuevos artefactos tecnológicos

[2] En esta tesis se utiliza el término "horizonte tecnológico" como una interpretación del concepto acuñado por Geels 2002 "sociotechnical landscape" y forma parte del instrumental teórico. En los capítulos 1 y 2 se define y explica su relevancia teórica.

perspectiva holística[3]. En el capítulo uno se plantea una metodología denominada aproximaciones transversales inductivas, un enfoque holístico que permite estudiar el fenómeno de la innovación en cortes transversales a lo largo de la evolución del perfil tecnológico de México, como una consecuencia de los procesos de integración comercial con EUA y Canadá a partir de la firma del TLCAN y la consecuente transformación de su estructura productiva.

La metodología de análisis que se propone en esta investigación, pretende construir puentes analíticos entre los estudios de economía de la innovación a nivel micro, meso y macro, aproximándose a una síntesis metodológica que permita obtener conclusiones relevantes a través de cortes transversales del comportamiento económico en momentos de transformación de los mecanismos de integración comercial o consolidación económica.

Desde la perspectiva de la economía de la innovación, se ha explorado el fenómeno de la innovación en tres estadios o niveles de análisis, en el capítulo dos se presenta un marco teórico y se exponen los principales conceptos analíticos que servirán como herramientas teóricas para esta investigación.

En el marco teórico se discuten los enfoques teóricos sobre los que se ha fundamentado el estudio de la economía de la innovación que aquí se presenta, estableciendo una síntesis teórica para esta tesis que se aleja de las interpretaciones causales y cuantitativas de expansión económica planteadas por la teoría neoclásica, la cual explica sus resultados en el nivel de análisis en el que se estudia el fenómeno económico, generalmente a nivel macroeconómico.

---

[3] Una discusión más completa sobre el uso metodológico de los niveles ontológicos del enfoque multinivel puede encontrarse en Geels, F. 2010. "Ontologies, socio-technical transitions (to sustainability), and the multi-level perspective", Research Policy.

El enfoque teórico de esta tesis toma distancia de la perspectiva neoclásica del crecimiento para integrarse al enfoque de la construcción social de las innovaciones tecnológicas y la inherente articulación, complementariedad e influencia recíproca entre los niveles macro, meso y micro del desarrollo tecnológico.

Considerando que la construcción de conceptos teóricos en las investigaciones sobre economía de la innovación son el resultado del análisis científico sobre evidencia empírica, los conceptos teóricos se integran a las dimensiones analíticas correspondientes; en este sentido se presenta una revisión crítica de los enfoques analíticos de lo macro a lo micro en la segunda parte del segundo capítulo, construyendo una revisión crítica que establezca puentes metodológicos de interacción entre los diferentes niveles y categorías teóricas, las cuales serán aplicadas a la evidencia empírica de la que esta tesis dispone.

El enfoque holístico de esta tesis propone un marco teórico que incluye la discusión e integración de tres cuerpos de literatura en economía de la innovación. En primera instancia, desde una perspectiva micro el proceso de innovación tecnológica es asociado a los mecanismos internos de las empresas individuales, las cuales generan y usan conocimientos nuevos y difundidos en el contexto de una estructura de conocimientos específica.

Desde la perspectiva micro, los mecanismos de innovación parecen consecuencia interna del funcionamiento de las empresas, sin embargo al considerar un segundo cuerpo de la literatura desde una perspectiva analítica meso, se puede reconocer el papel de los actores sociales en el proceso de innovación, para este enfoque los desarrollos científicos y tecnológicos no son construidos por los individuos, sino por la interacción entre diferentes grupos sociales resultando en la transformación de la estructura de la realidad y su acervo de conocimientos.

La presentación del marco teórico y conceptual pretende articular el fenómeno de la innovación tecnológica con un tercer enfoque analítico, el cual rebase el estudio de las capacidades organizacionales intrafirma, integrando en el análisis los entornos institucionales de la organización, así como por los patrones tecnológicos o científicos específicos en los cuales el proceso de innovación está embebido.

Aunque el enfoque teórico multinivel podría ser complejo para un estudio longitudinal del cambio tecnológico, esta tesis muestra que si resulta un marco teórico adecuada para estudios de cortes transversales para el caso de México, los cuales den cuenta de los procesos de transformación tecnológica y permitan identificar las estructuras asociadas a los mecanismos de innovación en empresas mexicanas.

En el tercer capítulo se analiza el comportamiento tecnológico como un proceso evolutivo de la transformación del perfil tecnológico, en este sentido se puede reconocer que el ambiente socioeconómico a nivel macro funciona como un factor que condiciona y favorecer prácticas empresariales en proceso de innovación específicos.

La interpretación evolutiva del comportamiento tecnológico de México en el proceso de integración comercial con América del norte, nos aleja del referente analítico de firma o empresa representativa, conduciendo a esta tesis a la identificación de senderos de innovación, abandonando la noción de comportamiento seguidor de las empresas de sectores específicos, con lo que la idea de tendencia al equilibrio prácticamente desaparece del cuadro interpretativo de esta tesis.

Desde esta interpretación, el proceso de integración comercial se convierte en el origen de transferencia de productos, maquinaria, equipo, etc., pero sobre todo de acervos de conocimiento. En el tercer capítulo se muestran los elementos analíticos que pueden dar

cuenta de que no todas las empresas tuvieron la posibilidad, ni las habilidades para absorber los nuevos conocimientos embebidos en las derramas tecnológicas. Ello permitirá analizar en capítulos subsecuentes los sectores alineados al horizonte tecnológico, los cuales no solo pudieron desarrollar mecanismos de absorción y uso del conocimiento difundido, sino que desarrollaron capacidades de diseño de nuevos artefactos tecnológicos para la innovación.

Aunque podrían esperarse efectos benéficos a partir de la integración comercial de América del norte, el eje de análisis del capítulo tres, se concentra en la falta de una política dirigida para su aprovechamiento. Se mostrará que para el caso de México, la falta de coordinación de una política industrial con la apertura comercial sentó las bases para la alineación no dirigida de las capacidades tecnológicas y de diseño con los perfiles tecnológicos que previamente habían establecido Estados Unidos de América y Canadá.

En el capítulo cuatro se usará la taxonomía Pavitt (1984) como el referente metodológico para caracterizar los perfiles tecnológicos, resulta claro que no se puede usar esta metodología para dirigir esta investigación hacia la búsqueda de configuraciones exitosas tal como lo hizo Pavitt en el caso de Inglaterra; para el caso de México sabemos de antemano que no existen evidencias de un proceso articulado de innovación en el contexto de América del norte. Sin embargo, es posible usar esta taxonomía para describir la configuración del perfil tecnológico para México, EUA y Canadá.

Considerando la desproporción de los volúmenes absolutos del PIB manufacturero de los tres países de la región, en términos relativos se puede describir el perfil tecnológico e identificar indicios de influencia mutua entre los perfiles tecnológicos. Más aún si se realizan cortes transversales como los descritos en la metodología de aproximaciones transversales inductivas presentada en el capítulo uno, se describe con suficiente claridad

evidencias del proceso de transición tecnológica y los efectos en la articulación productiva.

La aproximación taxonómica de Pavitt (1984) y el ejercicio metodológico de aplicación para México de Dutrénit y Capdevielle (1993), que se ocupan el capítulo cuatro, nos permite realizar cortes transversales en el PIB manufacturero que describan el perfil tecnológico de los tres países de América del norte y es posible realizar una comparación de la composición de las actividades industriales, del ritmo de cambio tecnológico, y mostrar evidencia de procesos de articulación, alineación o complementariedad en los sectores tecnológicos asociados a la construcción de capacidades de diseño para la innovación en el contexto de los procesos de integración comercial de América del norte.

Interpretar el diseño como una capacidad tecnológica conduce a esta tesis a dedicar el capítulo cinco a caracterizar sus mecanismos de funcionamiento. Aunque el diseño implica una forma de conocimiento y habilidades para la generación de nuevos artefactos tecnológicos, también es un mecanismo para el uso de los acervos de conocimiento nuevo y difundido. El diseño es un proceso de innovación cuyos mecanismos no son uniformes y tampoco conduce invariablemente a la solución de problemas o satisfacción de necesidades, como proceso creativo está sujeto a un alto grado de incertidumbre, es variable, adaptable, irrepetible y su definición ha resultado compleja e incompleta hasta ahora. Es por ello que se recurre a la elaboración de una taxonomía de diseño, la cual describa e interrelacione no solo las fuentes de conocimiento, sino el tipo de producto, insumo de conocimiento asociado y el impacto en los mecanismos de innovación.

Para el capítulo seis, se describe el papel de diseño como un proceso articulador de conocimiento encaminado a la obtención de artefactos tecnológicos en el contexto de la economía contemporánea, esto permitirá ver que las empresas establecen en el proceso de diseño una forma de contingencia y mecanismo de supervivencia en economías

dinámicas. En este sentido el diseño de nuevos artefactos será visto como un elemento que contribuye a establecer las bases de una organización industrial específica.

En el capítulo siente se presenta un modelo general de análisis que integra el factor de potencial creativo de las empresas de un país, como un elemento diferenciador de la dinámica de innovación, esto permitirá ver qué tipo de conocimiento es requerido y cómo este es articulado para la concepción de artefactos tecnológicos, así como la consolidación de proceso recurrentes de innovación en diferentes contextos de desarrollo económico. Finalmente en el capítulo ocho se presentan las principales conclusiones de esta tesis.

Objetivos y preguntas de investigación.

La generación de cualquier artefacto tecnológico requiere de una base de conocimiento sobre la cual se construyen las innovaciones (Simon 1970; Baldwin y Clark 2000). En este sentido, el diseño de los artefactos tecnológicos es el mecanismo a través del cual se articulan los conocimientos nuevos y difundidos para la innovación tecnológica. Sin embargo, para estudiar este fenómeno desde una perspectiva más amplia que permita una mejor comprensión del proceso, la investigación en economía de la innovación requiere ampliarse más allá del estudio de los agentes de la innovación y su interacción en el ámbito de la gestión empresarial, es necesario estudiar el perfil tecnológico en el que se desarrollan los acervos de conocimiento de los que pueden hacer uso los agentes de la innovación. Esta investigación estudia las dinámicas de transformación de los perfiles tecnológicos y estructuras de conocimiento internacionales específicos a nivel regional. así como una posible recomposición de la naturaleza y alcance de los Sistemas Nacionales de Innovación más allá de la delimitación geográfica (Kaiser. R. y Prange. H. 2004; Zedtwitz y Gassmann 2002), lo cual influya de manera directa en los mecanismos

de diseño para la innovación de las empresas. En este trabajo se mostrará evidencia que puede sugerir la configuración de un perfil tecnológico convergente y un sistema de innovación sui géneris para América del Norte (México, Estados Unidos de América y Canadá) basado en la transformación de los regímenes tecnológicos y la configuración de una estructura de conocimiento y mecanismos de especialización en el diseño para los países de la región.

Para lo anterior, esta tesis mostrará el perfil tecnológico de México y sus transformaciones en el contexto de América del Norte a través del análisis de tres momentos de transformación de las políticas económicas y comerciales, a saber: 1985 (Inicio de la apertura comercial de México), 1997 (homologación de los sistemas de cuentas nacionales para México, Estados Unidos de América y Canadá, como parte de los acuerdos del Tratado de Libre comercio para América del Norte TLCAN) y 2005 (consolidación de los acuerdos comerciales del TLCAN); De igual modo se estudiará la composición del GIDESP[4], como un mecanismo de incentivo a la formación de un acervo específico de conocimientos para México, finalmente se presentarán casos ilustrativos de empresas en nichos de innovación cuyos mecanismos de diseño respondan a las transformaciones del horizonte tecnológicos, acervos de conocimiento de la región y los mecanismos de alineación de los regímenes tecnológicos. Respondiendo a las siguientes preguntas:

¿Cuál ha sido la transformación del perfil tecnológico de México y su grado de articulación con el de Estados Unidos de América y Canadá, para la configuración de la industria manufacturera mexicana y su relación con los incentivos para la innovación?

ARCHIVO HISTORICO

[4] GIDESP. Gasto en investigación y desarrollo experimental por sector productivo. Siglas del INEGI México.

¿Existe una estructura de conocimientos para México, sobre la que se desarrolle el proceso de diseño de los artefactos para la innovación, la cual esté relacionada con el perfil tecnológico de América del Norte?

Hipótesis

Desde 1982, los sistemas económicos de los tres países de América del Norte (México, Estados Unidos de América y Canadá) han transitado por un proceso de globalización e integración comercial. México experimentó una transformación radical en su estructura productiva desde mediados de la década de 1980 influida por el agotamiento del modelo de industrialización por sustitución de importaciones (ISI), este cambio se vio acentuado en 1986, con el ingreso de México al acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT por sus siglas en inglés); en el mismo sentido, la negociación del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) con Estados Unidos de América (EUA) y Canadá a partir de 1988, así como la creación de un ambiente favorable para la inversión extranjera directa (IED) sentaron las bases para un proceso de transformación de la planta productiva y reconfiguración industrial de México. Finalmente, con el consecuente abandono de las políticas comerciales proteccionistas, así como el fortalecimiento del respeto a la propiedad intelectual e industrial y la desregulación de transacciones tecnológicas, se reconfiguró la región más allá del ámbito comercial, penetrando hasta la dimensión tecnológica y del diseño de artefactos para la innovación.

La hipótesis general de esta tesis parte del reconocimiento de que existe una configuración interactiva de los perfiles tecnológicos de los tres países de América del Norte, asociada a sus procesos de integración comercial; lo que podría estar consolidando un "sistema supranacional de innovación tecnológica convergente", constituido por tres sistemas nacionales de innovación articulados por su interacción comercial y

configurando acervos de conocimiento específicos para el diseño de artefactos tecnológicos. Este proceso podría ser identificable como un mecanismo de alineación de los perfiles tecnológicos de México, EUA y Canadá, estableciendo las bases de un horizonte tecnológico y una estructura de conocimiento específica para la región, sobre la que se desarrolla el proceso de diseño y generación de nuevos artefactos tecnológicos para la innovación, en un proceso complementario de especialización para la innovación tecnológica en América del Norte[5].

La organización de las relaciones económicas y socio-técnicas de México EUA y Canadá, así como la disponibilidad de recursos intangibles (acervos de conocimiento, capacidades de articulación de conocimientos y diseño) y materiales (capital humano, infraestructura productiva) modelan y son al mismo tiempo modelados por los perfiles tecnológicos, las estructura de conocimientos y los acervos científico tecnológicos con los que cuenta la región de América del Norte, definiendo con ello trayectorias de innovación particulares y sistemas de innovación específicos, asociados a los sectores industriales con mayor participación en la estructura productiva de la región de América del Norte, lo cual direccionaría los mecanismos de articulación de conocimiento a través del diseño de nuevos artefactos tecnológicos para la innovación en México coherentes con el perfil tecnológico y los acervos de conocimiento disponible en la región de América del Norte.

Si los procesos de integración comercial en América del Norte han influido en la transformación socio-técnica de los países integrantes de la región, modificando sus perfiles tecnológicos a lo largo del tiempo, podrían identificarse ventanas de oportunidad para las nuevas configuraciones tecnológicas, sobre las que operan de manera estratégica

---

[5] Otra evidencia de alineación de los proceso de innovación podría encontrarse en la inversión extranjera directa, la cual constituye un mecanismo que "direcciona" los esfuerzos de innovación y construcción de capacidades tecnológicas, véase Romo D. (2005). lo cual termina por establecer mecanismos igualmente dirigidos de diseño de nuevos artefactos tecnológicos.

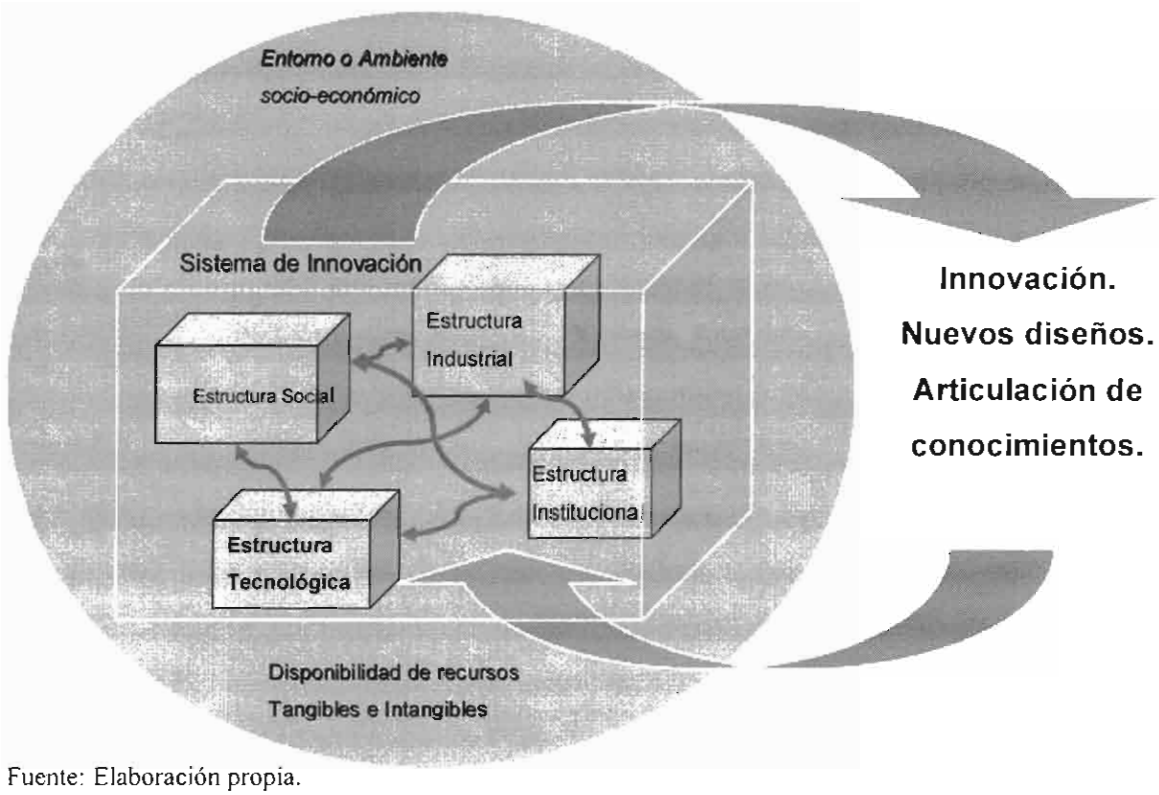
los procesos de diseño de nuevos artefactos para la innovación en cada país. Lo anterior podría mostrar las bases de un proceso de alineación de las estructuras de conocimiento y los sistemas de innovación en un mecanismo de coevolución tecnológica de la región, así como la especialización de capacidades de diseño de los artefactos tecnológicos en México de acuerdo a una tipología específica, concordante con la posición que ocupa en la estructura comercial e industrial de la región de América del Norte.

Lo anterior se basa en el reconocimiento de que la estructura científico-tecnológica de cualquier país, interactúa con otras estructuras tales como la socio-económica, industrial ó institucional, conformando un sistema de innovación el cual se sustenta sobre las bases del entorno socio-económico, así como por la disponibilidad de recursos tangibles e intangibles[6]. Lo anterior constituye el despliegue del sistema de innovación, como un círculo virtuoso, tal como se muestra en la ilustración uno.

---

[6] Esta idea es formulada de una manera más acabada en el trabajo de Vergrant Philip J. (1998) bajo el concepto de "El modelo social de las innovaciones industriales".

Ilustración 1 Esquema del Despliegue del Sistema de Innovación Tecnológica



Fuente: Elaboración propia.

Esta investigación reconoce que existen diferentes niveles y enfoques de análisis para el estudio del proceso de innovación tecnológica. Las investigaciones en transiciones de los sistemas de innovación se han desarrollado en diferentes términos, por ejemplo: Transformación de regímenes (Van de Poel, 2003), Revoluciones Tecnológicas (Pérez, 2002), Transiciones tecnológicas (Geels, 2002), Sistemas de innovación (Elzen et al., 2001). Estos estudios han propuesto diferentes senderos y mecanismos en el proceso de cambio tecnológico, comúnmente ilustrados con casos de estudios particulares de

acuerdo con los niveles de análisis específicos. Esta investigación usa una perspectiva multinivel, la cual entiende el cambio tecnológico como la consecuencia de procesos y convergencias a múltiples niveles de la estructura económica, social y comercial. La perspectiva multinivel distingue tres niveles heurístico analíticos: nichos de innovación (nivel micro), regímenes sociotécnicos (nivel meso) y horizontes sociotécnicos[7] (nivel macro) (Rip y Kemp, 1998; Geels 2002)). Esta investigación considera una transición tecnológica como cambios de un régimen sociotécnico a otro, concentrándose en los mecanismos de interacción entre los niveles micro y macro.

El régimen sociotécnico es una versión extendida de la idea de régimen tecnológico de Nelson y Winter (1982), la cual se refiere a las rutinas cognitivas compartidas en una comunidad tecnológica y explica los patrones de desarrollo a lo largo de trayectorias tecnológicas. El campo de la sociología de la tecnología ha ensanchado esta explicación, argumentando que la comunidad científica, los hacedores de política científica y tecnológica, usuarios y grupos de interés especiales, contribuyen también a conformar el patrón de desarrollo tecnológico (Bijker, 1995). El concepto de régimen sociotécnico da cabida a una comunidad más amplia de actores sociales en el proceso de innovación y resalta la importancia de sus mecanismos de alineación. Los regímenes sociotécnicos establecen trayectorias tecnológicas existentes en varios sentidos: Rutinas cognitivas que dirigen la visión de los ingenieros hacia desarrollos tecnológicos sin distraerse de los focos de análisis preestablecidos en los cambios ó paradigmas tecnológicos más recientes, (Nelson y Winter 1982). Reglamentos y estándares (Unruh, 2000), adaptaciones de estilos de vida a sistemas tecnológicos, inversiones "hundidas" en maquinarias, infraestructura y capacitación (Tushman y Anderson, 1986; Christensen, 1997).

---

[7] En esta tesis se emplea el término "horizonte sociotécnico" a falta de una mejor traducción del término "sociotechnical landscape" (Geels 2002)

Desde una perspectiva micro, es en los nichos tecnológicos donde surgen las innovaciones radicales, los nuevos diseños para la innovación son inicialmente inestables en relación con las configuraciones sociotécnicas y los nichos tecnológicos actúan como espacios de incubación que protegen los nuevos diseños contra una estricta selección de mercado (schot, 1998; Kemp et al., 1998), favoreciendo los que mejor interactúan con los paradigmas tecnológicos y las configuraciones industriales, estableciendo así los criterios materiales para el funcionamiento de políticas científicas y tecnológicas. Los nuevos diseños para la innovación a nivel de nichos tecnológicos, son desarrollados y soportados por pequeñas redes de actores, comúnmente por individuos al margen de grupos y comunidades establecidas, aunque siempre en el marco de las estructuras de conocimiento de la región y las tendencias en la asignación del gasto para la investigación y desarrollo del país.

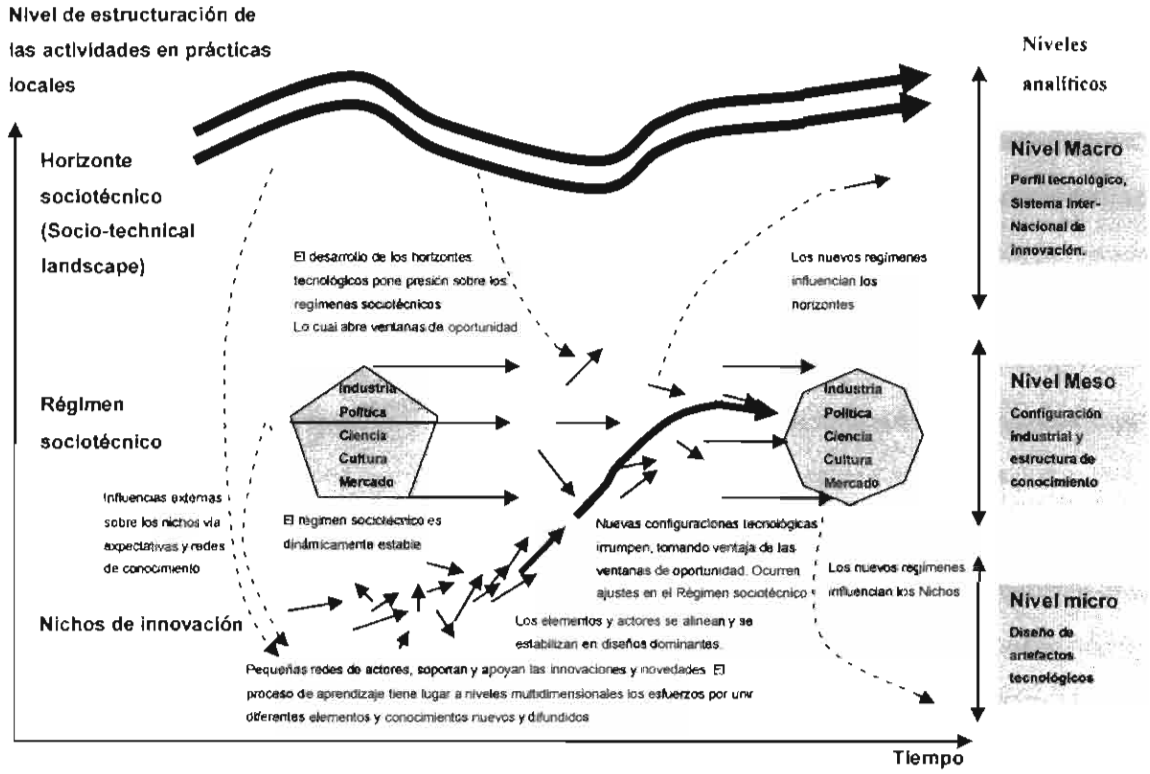
El horizonte tecnológico (sociotechnical landscape) conforma un ambiente exógeno más allá de la influencia directa de los nichos y los actores de los regímenes tecnológicos, estos son los espacios de funcionamiento de los acuerdos comerciales multinacionales y los procesos de articulación comercial internacional (macroeconomía, tratados internacionales, patrones de integración multilateral, desarrollos macro políticos). Los cambios en los horizontes tecnológicos usualmente tienen lugar en el largo plazo. (en términos temporales se podría hablar de décadas).

El enfoque multinivel (Geels y Schot 2007) argumenta que las transiciones vienen dadas por interacciones entre procesos a tres niveles analíticos, sin una relación causal establecida: (i: nivel micro) Nichos de innovación que construyen el "momentum" interno[8], a través de procesos de aprendizaje, mejoramiento de la relación precio/desempeño y apoyo de las fuentes públicas y privadas de financiamiento para la

[8] Diseño de nuevos artefactos tecnológicos ó en términos de J. Schumpeter diseños para la "destrucción creativa"

investigación y desarrollo, alentando un uso alternativo de los acervos de conocimiento. El proceso de aprendizaje tiene lugar a niveles multidimensionales, los esfuerzos por unir diferentes elementos y conocimientos nuevos ó difundidos convergen, las nuevas búsquedas se alinean estabilizándose en diseños dominantes sobre la base de las estructuras de conocimiento determinadas por el perfil tecnológico. (ii: nivel macro) cambios a nivel del horizonte tecnológico (a través de proceso tales como acuerdos comerciales a nivel internacional ó transformaciones políticas a nivel de regiones económicas) crea presión en el régimen sociotécnico y (iii: nivel meso) la desestabilización del régimen sociotécnico crea ventanas de oportunidad para los nichos de innovación. La alineación de este proceso permite el establecimiento de nuevos diseños en mercados de influencia, donde las innovaciones compiten con los regímenes existentes, transformándolos e influyendo en la evolución del horizonte sociotécnico tal como se describe en la ilustración 2.

Ilustración 2 Perspectiva holística de la transición tecnológica



Elaboración propia, adaptado de Geels y Schot 2007

Los procesos de integración comercial que México estableció a partir de mediados de la década de los ochenta fue el principio de una profunda transición que implicó el abandono de una estrategia de desarrollo encabezada por el Estado para dirigirse hacia un modelo alternativo que dio más énfasis al mercado. El proceso de integración global de la economía mexicana colocó al país en una situación adecuada para la adquisición de tecnología y habilidades gerenciales, las cuales desempeñan un papel esencial en el proceso de desarrollo industrial. La importancia del desarrollo de capacidades tecnológicas nacionales para la producción radica en el hecho de que posteriormente ocurra una profundización, reflejada en la habilidad de llevar a cabo tareas más complejas en términos de adaptación, mejora, diseño, ingeniería desarrollo e innovación de productos y procesos. Esta profundización genera beneficios adicionales para el proceso

de desarrollo industrial, tales como una difusión más amplia de la tecnología, mayor uso de componentes nacionales, mayor diferenciación de productos, mayor valor agregado interno y mayor habilidad para responder a cambios en las condiciones del mercado; sin embargo no hay estudios que expliquen con suficiente claridad cuáles son los mecanismos a través de los cuales se logra este proceso ó que describan las transformaciones estructurales y los efectos en el comportamiento de las empresas para la innovación .

Esta investigación considera que la integración comercial y la posible transferencia tecnológica o efectos de derramas no implica que se generen mecanismos autónomos o espontáneos de innovación al interior de las empresas. Cada país debe combinar los elementos tecnológicos nacionales y extranjeros de forma que se desarrollen progresivamente capacidades nacionales en las áreas en las que sean más eficientes (Dahlman el al. 1985), sin embargo no existen suficientes estudios para el caso de México en el que se identifiquen los sectores industriales ó nichos de innovación específicos con potenciales de desarrollo o de construcción de capacidades de diseño para la innovación; tampoco se han identificado suficientemente las influencias recíprocas de los diferentes niveles de estructuración de los procesos de innovación.

Cabe hacer notar que aún cuando la integración de México con EUA y Canadá ha tenido como consecuencia la transferencia de información y bienes tecnológicos, esto no implica que también se transfiera el entendimiento tecnológicos, de modo que resulta incierto hasta que grado las estructuras de conocimiento y los perfiles tecnológicos de la región afectan las capacidades de diseño para la innovación en las empresas mexicanas.

1 Metodología

En esta sección se describe el proceso a través del cual se desarrolló esta tesis y se analizaron los datos disponibles, así como los estudios de los artefactos tecnológicos particulares para dar sustento y confrontar la hipótesis planteada. Por la naturaleza de las preguntas de investigación y el planteamiento de la hipótesis que se presentó en la sección anterior, se platea un estudio multidimensional que considera distintos niveles de análisis, así como una revisión en momentos representativos de La transformación de las políticas industriales y comerciales de de la últimas tres décadas de la historia de México.

En la mayoría de las economías capitalistas contemporáneas, se han establecido reformas profundas en la políticas económicas y comerciales a lo largo de las últimas tres décadas, abriendo las economías nacionales a la competencia externa, desregulando los mercados y privatizando las actividades económicas. En este proceso, la política económica y comercial se alejó considerablemente de los regímenes orientados hacia adentro y liderados por el Estado.

Tal como fue planteado en la política de industrialización por sustitución de importaciones, las nuevas políticas, junto con el rápido proceso de globalización de la economía mundial que se desarrolló durante el decenio de 1980, dieron lugar a una profunda transformación del entorno económico, institucional y tecnológico de los países de Latinoamérica, pero en el caso de México este proceso fue dominado por una política de comercio exterior tendiente a la integración con América del norte. En este sentido, la mayoría de los estudios económicos, así como la formulación de los modelos de política

económica, comercial y de relaciones exteriores, recurrieron a marcos analíticos y metodologías neoclásicas[9].

Aunque casi todos los países de Latinoamérica experimentaron un cambio significativo en su estructura productiva, socioeconómica y tecnológica, así como en sus modelos de funcionamiento institucional, en el caso de México este proceso fue dirigido por un modelo neoliberal de apertura comercial con EUA y en menor medida con Canadá.

El sustento teórico del análisis neoclásico para las políticas económicas formuladas para América latina por el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional, se basaron en las ideas convencionales del crecimiento equilibrado, las cuales se construyen en términos de un algoritmo que generalmente hacen omisión de las instituciones y la interacción entre la configuración de los perfiles tecnológicos y los nichos de innovación.

En el método de análisis neoclásico, las interacciones de lo macroeconómico y lo microeconómico, los cambios de la estructura productiva, la evolución conjunta de las fuerzas económicas, institucionales, tecnológicas y el proceso de creación y destrucción de las capacidades de organización productiva que exhibe la economía durante el proceso de crecimiento económico, no son objeto de suficiente análisis.

Para la corriente de análisis neoclásica[10], metodológicamente es necesario diferenciar entre las fuentes "inmediatas" y "últimas" de crecimiento económico. Desde este enfoque, la relación entre el capital y la mano de obra mejora gracias a una mayor tasa de inversión respecto del PIB- constituyendo una fuente "inmediata" de crecimiento, en tanto que el aprendizaje, la acumulación de capacidades tecnológicas locales, los cambios

---

[9] El paradigma de economía política que los gobiernos de América del norte utilizaron como sustento teórico del modelo de libre comercio e integración comercial a partir de la década de 1980 fue el liberalismo económico y los marcos teóricos de la síntesis neoclásica.

[10] Nos referimos a los enfoque analíticos y metodológicos de Kuznets y Abramovitz

institucionales y el mejoramiento de la capacidad de organización productiva, así como la construcción de capacidades de diseño para la innovación se consideran fuentes "ultimas" de desarrollo económico y representan fuerzas sociales abstraídas del análisis, las cuales operan sin influencia directa en las dinámicas de desarrollo económico.

Contrariamente a lo que indica la teoría convencional del crecimiento, que da por sentada la estructura productiva y examina su expansión en el tiempo como si ocurriera en una trayectoria equilibrada[11], desde la perspectiva metodológica de esta investigación se considera que las transformaciones en la estructura productiva y comercial constituyen gran parte de la esencia del desarrollo.

Es la evolución de la estructura productiva lo que modifica la división del trabajo, influye en mecanismos de especializaron y el crecimiento de la productividad, pero más importante aún, establece la configuración de perfiles tecnológicos y acervos de conocimiento que permiten la expansión gradual de actividades que hacen uso más intensivo de ellos, incluida la innovación asociada a tipologías de diseño específicas para la región, las cuales terminan por influir en la composición de las estructuras productivas y de especialización en el diseño para la innovación.

Desde la perspectiva metodológica de la investigación que aquí se presenta, las interacciones de lo macroeconómico a lo microeconómico, así como la configuración de regímenes tecnológicos y creación de capacidades de diseño que de ellas se derivan, son de importancia fundamental para comprender la esencia del desarrollo económico.

---

[11] Usando la analogía de Harberger (1998). La expansión de la estructura productiva, vista como una trayectoria equilibrada, sería tanto como si una esfera se expandiera y el tamaño relativo de cada parte de la estructura no cambiara a medida que aumenta su tamaño. Sin embargo desde la perspectiva de este trabajo el crecimiento, implica necesariamente la recomposición de las partes en el proceso de crecimiento. Para hacer una analogía, el desarrollo económico se parecería al crecimiento de un árbol, el cual no solamente crece de tamaño, sino que experimenta un proceso de transformación estructural paralelo a su crecimiento.

1.1 Enfoque multidimensional

Esta investigación se ha desarrollado desde una perspectiva de análisis multidimensional con un enfoque holístico que parte de la dimensión analítica macro hacia la micro, para ello se realizó un estudio transversal comparativo del horizonte tecnológico en la región de AN, describiendo la transformación del régimen tecnológico en México como consecuencia de la integración comercial del TLCAN. Lo anterior permitió identificar ejemplos representativos que ilustran los mecanismos de diseño en los nichos de innovación en los sectores de mayor participación en la composición del PIB manufacturero en México.

Esta investigación no presenta un estudio longitudinal del proceso de transformación de los sistemas a lo largo del tiempo, es un análisis sobre tres cortes transversales de los perfiles tecnológicos de los países de América del norte: 1985, 1997 y 2005 respectivamente[12]. El método de aproximaciones transversales inductivas[13] que se propone en esta tesis, parte de un estudio macro que permite describir la configuración de los perfiles tecnológicos de México, en un análisis comparado con los de EUA y Canadá,

Las fechas de los cortes transversales responden a que en 1985 se inició el proceso de transición hacia la apertura económica y el fin del periodo de política económica y comercial que en México se conoció como Industrialización por Sustitución de Importaciones (ISI), de igual modo 1997 representa un momento de funcionamiento

---

[12] Las fechas para los cortes fueron establecidas debido a que el primer estudio del perfil tecnológico para la industria manufacturera de México en comparación con Estados Unidos de América fue realizado por Dutrenit y Capdeville en 1986 con datos del PIB manufacturero de 1982. Con la misma metodología en esta tesis se realizó el estudio del perfil tecnológico para México, Estados Unidos de América y Canadá, con datos de 1997, ya que este fue el año de la homologación de las claves por rama de actividad del PIB para los paises integrantes del TLCAN.

[13] En el ámbito del método científico, la inducción es la acción y efecto de extraer, a partir de determinadas observaciones o experiencias particulares, el principio general que en ellas está implícito.

pleno de los tratados de libre comercio de AN donde por primera vez se homologaron las claves de la cuentas nacionales para el PIB manufacturero, finalmente 2005 es la fecha en la que se liberan las restricciones establecidas en las primeras negociaciones del tratado en sectores productivos como el agrícola y manufacturero, especialmente en la industria automotriz. En estas etapas se pueden buscar de manera confiable indicios de los rasgos característicos de los perfiles tecnológicos de la región, así como evidencia de la posible articulación de los sistemas tecnológicos y productivos en los países de AN.

Para lo anterior, se identificaron los sectores industriales con mayor participación en el PIB manufacturero y que caracterizan el perfil tecnológico de los tres países usando la taxonomía de Pavitt[14] como referente teórico para la agrupación de las sub-ramas de actividad productiva, estudiando su dinámica de transformación en los periodos señalados.

Aunado a la configuración que guardan los perfiles tecnológicos, resultó parte fundamental del análisis identificar el grado de interrelación con el gasto gubernamental para el fomento de la innovación en las empresas; en este sentido se estudió la composición del GIDESP[15] que México ha configurado, considerándolo como un indicador que puede revelar un factor de influencia en los regímenes tecnológicos sobre los que se crean ventanas específicas de oportunidad para los nichos de innovación a nivel micro.

El estudio de ramas de actividad productiva con mayor participación en el aprovechamiento del GIDESP podría mostrar evidencia de mecanismos de direccionamiento de las actividades de innovación a nivel de nichos de innovación,

---

[14] Para ver la metodología puede verse el apartado 1.2.
[15] GIDESP Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental por Sector Productivo. Fuente: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

permitiendo identificar empresas representativas que puedan ilustrar los mecanismos de aprovechamiento de los acervos de conocimiento así creados.

Los esfuerzo de la empresas en producir diseños para la innovación podrían influir en la generación y reconfiguración de las estructuras de conocimiento y su financiamiento, lo cual también podría observarse en el estudio comparado de la composición del GIDESP asignado en los programas para el desarrollo tecnológico, ya que se pueden identificar las empresas que acceden a este financiamiento y el tipo de diseños para la innovación que desarrollan.

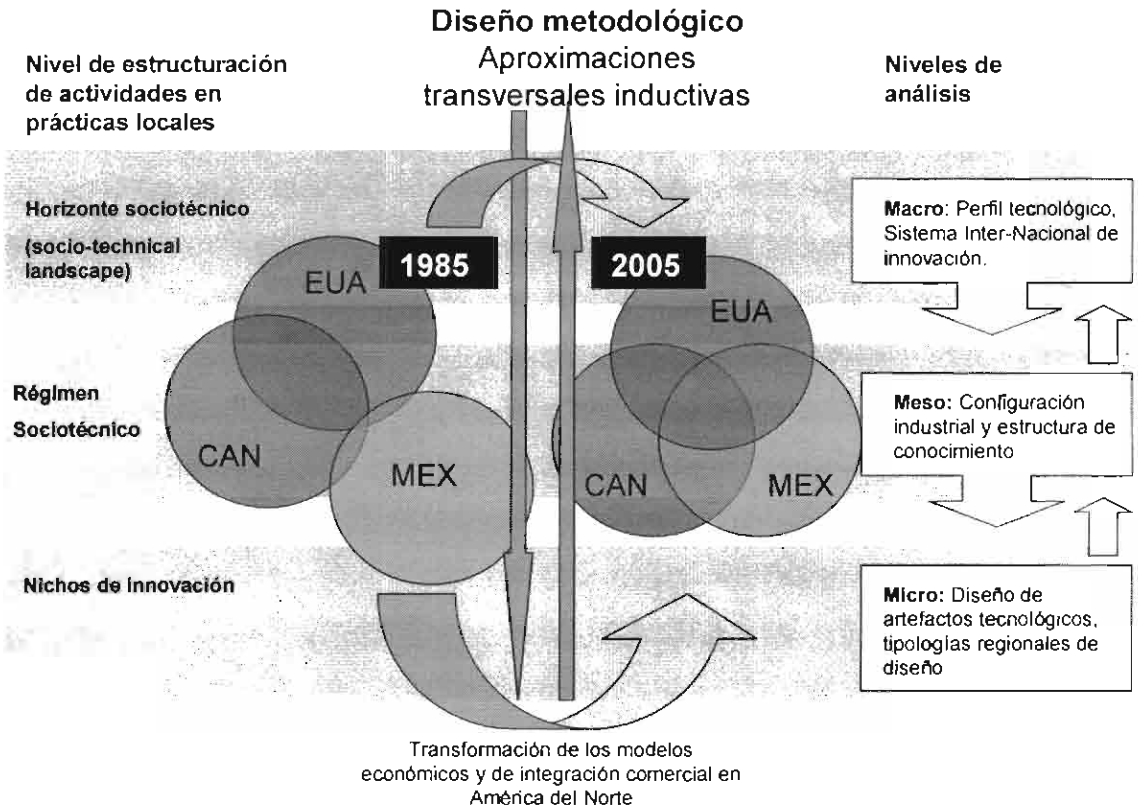
Aunque no es posible derivar generalizaciones sobre la construcción de capacidades de diseño endógeno en las empresas mexicanas a partir de estudios de caso, desde una perspectiva metodológica inductiva si es posible identificar evidencias del impacto e influencia de las transiciones tecnológicos y las modificaciones en los regímenes tecnológicos a partir de la descripción monográfica de casos representativos de empresas innovadoras de los sectores identificados en el análisis macroeconómico.

Debe reconocerse que existe una brecha analítica inherente a las metodologías de investigación en economía de la innovación entre los estudios macroeconómicos a nivel de los agregados de la economía nacional y los estudios de caso monográfico de experiencias de innovación. Muchos de los análisis planteados son limitados porque tratan de explicar el fenómeno en si mismo y no establecen las influencias y mecanismos de interacción que se dan entre los diferentes niveles analíticos.

Contando con un análisis multinivel del perfil tecnológico para México en el contexto de América del norte y con los estudios de caso de innovaciones basadas en diseño, es posible proponer un modelo estilizado para el estudio de las innovaciones y generación de nuevos artefactos tecnológicos, a través de una abstracción matemática de los procesos

de uso y articulación del conocimiento para el diseño. La utilidad de este modelo radica en que permitiría formalizar los mecanismos de la innovación basadas en capacidades de diseño de artefactos tecnológicos y aprovechamiento de los acervos de conocimiento construidos sobre la base de un perfil tecnológico específico; proponiendo que los nuevos artefactos tecnológicos responden a una tipología de diseños que permite caracterizar los mecanismos de creación y desarrollo de nuevos productos en el contexto de niveles diferenciados de desarrollo económico, grados de articulación de los perfiles tecnológicos y acervos de conocimiento específicos.

Ilustración 3 Representación gráfica del diseño metodológico



Elaboración propia. En esta representación gráfica de la metodología se puede observar que los niveles de construcción de actividades productivas son analizados con los marcos metodológicos en diferentes niveles de análisis, estableciendo las bases para una síntesis analítica y la propuesta de un modelos matemáticos que permita comprender los mecanismos de innovación basados en diseño.

1.2 Macro análisis.

Tomando como punto de partida analítico el concepto de Sistema Nacional de Innovación, es posible estudiar los procesos de integración y articulación de las instituciones con los agentes económicos que participan en los proceso de innovación en cada país; sin embargo a este nivel analítico no se cuenta con la descripción cuantitativa de las relaciones productivas de un país y su entorno.

Esta tesis comienza con un estudio a nivel Macroeconómico de la estructura del PIB para México, EUA y Canadá, tomando como referente analítico la taxonomía de Pavitt (1984) y recurriendo a la metodología Dutrénit, Capdevielle (1993) para reconstruir el perfil tecnológico de la industria de los tres países de América del Norte y su dinámica innovadora en la década de los ochenta. Siguiendo las ideas de (Kaiser. R. y Prange. H. 2004; Zedtwitz y Gassmann 2002), esta tesis sugiere que es posible que se estén formando perfiles tecnológicos y estructuras de conocimiento internacionales específicos a nivel de la región de América del Norte, así como una recomposición de la naturaleza y alcance de los Sistemas Nacionales de Innovación más allá de la delimitación geográfica,

Aunque ya se ha descrito el perfil tecnológico de México[16] en estudios realizados con datos de 1982, en esta investigación se reproduce la metodología en tres periodos significativos de la transformación estructural de la política económica de México como son 1985 (Inicio de la apertura comercial de México), 1997 (consolidación de la homologación de los sistemas de cuentas nacionales para México, Estados Unidos de América y Canadá, como parte de los acuerdos del Tratado de Libre comercio para América del Norte) y finalmente 2005 (que representa la apertura comercial en sectores

[16] Véase: Dutrenit, G y Capdevielle M. "El perfil tecnológico de la industria mexicana y su dinámica innovadora en la década de los ochenta" 1993, en El trimestre económico Vol LX (3) México Jul-Sep 1993

de alto impacto en la economía mexicana como la industria automotriz). Con los resultados de estos ejercicios analíticos se puede observar la dinámica de transformación del perfil tecnológico y la estructura productiva de México en el contexto de América del norte, concentrándose en la dinámica de reconfiguración del SNI más que solo describir nuevos sistemas de innovación en algún nivel territorial específico.

Usando la idea de reconfiguración de sistemas de innovación a nivel internacional, estamos en posibilidad de alinear este estudio con la discusión sobre la transformación de los sistemas políticos, el cual ha emergido recientemente en las aportaciones teóricas de las ciencias políticas. Esto es importante porque los sistemas políticos, (al menos en las sociedades occidentales contemporáneas) se encuentran igualmente expuestos a los procesos de transnacionalización e integración regional (Gayer, 1998; Hettne, 1999; Hooghe and Marks, 2001; Kuhlmann 2001) Este trabajo intenta identificar las características al interior del sistema nacional de innovación así como los mecanismos de reconfiguración supranacional mas allá de los límites territoriales de México en el contexto de América del norte.

Desde la perspectiva metodológica que se ha establecido en esta tesis, es posible describir y analizar el horizonte sociotécnico de México y su transformación a lo largo de dos décadas en el contexto de una estrecha integración comercial y la transformación de las políticas comerciales de América del norte.

1.3 Meso análisis.

Si bien resulta útil contar con un estudio a nivel macro del perfil tecnológico para México, EUA y Canadá, en el que se describe la estructura tecnológica de la región, esto no permite observar cuales son las ramas de actividad que influyen mayormente en la

determinación del régimen sociotécnico o si es que esta influencia se desarrolla en el contexto de una articulación de México con los países de la región comercial de AN en la que se inserta.

En la primera aproximación se buscaron coincidencias o patrones de alineación en la configuración de las ramas de actividad en el PIB manufacturero de la región de AN, lo cual puede estar ejerciendo un factor de influencia en la determinación de los sectores tecnológicos más dinámicos y por ende los que mayormente demandan y aprovechan los recursos que el Estado dispone para el desarrollo tecnológico. En este sentido el gasto en investigación y desarrollo experimental por sector productivo (GIDESP[17]), representa una fuente adecuada de datos para el estudio y permite identificar la existencia de coincidencias entre los sectores tecnológicos del PIB manufacturero y la posible alineación de los perfiles tecnológicos fomentados por el gasto gubernamental.

Para poder describir la configuración de los regímenes tecnológicos de México en el contexto de AN, entendido como consecuencia de las dinámicas de estructura y conducta de las empresas, es indispensable recurrir a las aportaciones teóricas de las corrientes contemporáneas de la organización industrial, en la cual se concibe a los agentes económicos como elementos dinámicos y activos de las configuraciones estructurales de la economía industrial, tomando decisiones no necesariamente unilaterales, ni aisladas y considerando las consecuencias de sus acciones en las modificaciones de la estructura de mercado.

Desde la perspectiva metodológica de esta tesis, se reconoce que las empresas influyen directamente en la modificación las estructuras y configuran los regímenes tecnológicos a través de sus dinámicas innovativas en vez de integrarse a estructuras predeterminadas

---

[17] (GIDESP) Este indicador es usado por el INEGI y el CONACYT, se recurre a este indicador ya que se cuenta con datos suficientemente claros y con el nivel de agregación para un análisis sectorial.

por los organismos de gobierno. Las estructuras industriales y las formas de organización son resultado de las estrategias, dinámicas de innovación, mecanismos de asignación de recursos para la investigación, desarrollo y diseño de nuevos artefactos para la innovación. Las reglas del juegos no necesariamente so establecidas por los organismos de gobierno sino por las dinámicas estructurales de las empresas y su relación con las fuentes de financiamiento y asignación de recursos públicos y privados para la innovación.

En otras palabras, metodológicamente las líneas de causalidad entre la estructura, el comportamiento y el desempeño, no pueden ser estudiadas como un fenómeno unidireccional. Es necesario considerar que la competencia y la integración comercial son procesos dinámicos que influyen en la configuración de los perfiles tecnológicos y consecuentemente en las fuentes de financiamiento para la innovación tales como el GIDESP. En este sentido las empresas se mantienen atentas a los cambios en el entorno demandando recursos de financiamiento y usando acervos de conocimiento configurados por la articulaciones del horizontes sociotécnico a nivel nacional e internacional, estableciendo estrategias de juegos cooperativos con sus rivales, adaptándose y transformando no solo las estructuras de mercado, sino las comerciales, tecnológicas y más aún determinando la estructura de los acervos de conocimiento y simultáneamente influyendo en la asignación del gasto público para su construcción.

La articulación global de los mercados, la diversificación y la integración vertical, son particularidades de las estructuras en las cuales predominan las grandes empresas, pero también las PyMES son capaces de influir en las dinámicas productivas y la asignación de recursos de inversión sobre todo en países como México. Una característica importante de la estructura de mercado de las economías modernas es el creciente tamaño de sus empresas no de manera individual sino por los mecanismos de articulación y juegos cooperativos, cuya participación en la actividad económica es considerable. Bain

(1963) y Scherer (1980) se refieren al predominio de las grandes empresas como la concentración global o concentración agregada de la producción industrial.

Dentro del marco de la organización industrial, la concentración de mercado es sin duda un elemento metodológico importante para estudiar los mecanismos de articulación de las empresas a nivel sectorial. La competencia económica se realiza en el seno de los mercados, por tanto el poder relativo de las empresas en éstos es determinante para entender su funcionamiento e identificar los mecanismos que influyen en el financiamiento y la determinación de los regímenes tecnológicos que establecen las brechas de oportunidad para los esfuerzos de innovación de las empresas.

Para los alcances de esta tesis resultó útil estudiar la distribución de los sectores con mayor influencia en el PIB manufacturero de acuerdo con los sectores tecnológicos propuestos en la taxonomía Pvitt, lo cual permite identificar el tipo de empresas con mayor influencia en las actividades productivas. Para ello se recurrirá al estudio de los sectores con mayor participación en el PIB manufacturero, identificando las evidencias de alineación con los de EUA y Canadá. El grado de concentración describe el número y distribución de tamaños de vendedores o compradores. Esta medida depende de dos factores: el número de empresas en el mercado y su dimensión relativa.

Una medida útil de la concentración es el porcentaje de las empresas más grandes (ordenadas por su participación en el mercado) en el total industrial respecto a las ventas, el empleo o la producción. $C = \sum_{i=1}^{k} Si$, en esta investigación se tomó como referencia el total del valor agregado del PIB nacional, que junto con los criterios de la taxonomía de Pavitt y el perfil tecnológico, describen la configuración industrial para los tres países con posibilidades de ser comparada en la dinámica de transformación temporal descrita en el análisis macro.

Con lo anterior se pretende identificar la configuración y comportamiento de los sectores industriales y su influencia en los regímenes tecnológicos, así como en las transformaciones de los perfiles tecnológicos de México en el contexto de AN. Esto también podría sentar las bases metodológicas para determinar si puede existir un proceso de alineación de los acervos de conocimientos nuevos y difundidos sobre los que operan las empresas para generar innovaciones.

1.4 Micro análisis.

Existe una gran cantidad de estudios a nivel de las empresas, así como experiencias de innovación que son representativas de casos exitosos que se pueden interpretar como representativos de ciertos aspectos del proceso de innovación tecnológica, sin embargo los criterios de selección de casos para su estudio se refieren a la disponibilidad de evidencia o bien a que se puede demostrar la construcción de capacidades tecnológicas. Aunque este tipo de estudios responden convenientemente a las preguntas de investigación que los dirigen, no queda suficientemente claro el impacto o influencia de estas experiencias en los regímenes tecnológicos y menos aún en los perfiles tecnológicos del país en el que operan.

En esta tesis los casos de innovación fueron seleccionados a partir de los sectores industriales del perfil tecnológico con mayor participación en la composición del PIB manufacturero de México que se proponen en los estudios meso, los cuales presentan un mayor grado de articulación con los sectores industriales de los perfiles tecnológicos de EUA y Canadá, producto del macro análisis descrito anteriormente.

Contar con el análisis de los proceso de innovación e indicios del impacto de estas actividades en los regímenes tecnológicos y las composición de los sectores más

dinámicos en la producción industrial, es útil no solo por descubrir los proceso de interacción para la innovación a diferentes niveles de la actividad económica y comercial, sino porque permite identificar con claridad los nichos de innovación y las tipologías de diseño con las que operan las empresas.

La metodología de estudios de caso es recomendada para investigar eventos del pasado cuando las personas importantes para la secuencia de eventos se encuentran disponibles para entrevistas que aclaren retrospectivamente lo acontecido (Yin, 1994). La selección de una metodología de estudio de caso es recomendada para estudios exploratorios, este tipo de estudio facilita el acceso a reflexiones sobre nuevos problemas no tratados a fondo en la literatura, como el uso de los acervos de conocimiento para la innovación y las tipologías de diseño, pero también para buscar evidencias de interacción con los regímenes tecnológicos y mecanismos de uso de los acervos de conocimiento que se establecen a nivel nacional.

Es importante hacer notar que las posibles evidencias y conclusiones producto de este tipo de análisis, no son demostrativas sino ilustrativas de ciertos mecanismos de articulación de conocimientos en las dinámicas de diseño de artefactos tecnológicos, lo que puede ayudar a describir las tipologías de diseño para la innovación con las que trabajan las empresas mexicanas en el contexto de un proceso de articulación comercial internacional.

La metodología de estudio de caso se basa en muchas de las técnicas que se usan en las investigaciones históricas hasta cierto punto monográficas, pero su fuerza particular estriba en su capacidad de incluir datos de una gran variedad de fuentes de evidencia, como observaciones directas, entrevistas sistemáticas, datos de archivo y documentación. De esta manera, un estudio de caso puede definirse como una historia de un fenómeno del pasado o actual, extraída de múltiples fuentes de evidencia (Leonard-Barton 1995).

Ya que esta investigación observa el fenómeno de transformación estructural del perfil tecnológico en cortes transversales y en tres niveles analíticos (explicados en las dos secciones precedentes), se decidió que el estudio micro podría enriquecerse con esta metodología de estudios de caso gracias a su grado de complementariedad con las metodologías de investigaciones a nivel meso y macro que se plantean, además de la sinergia que ofrece la combinación de diferentes metodologías para la recopilación y análisis de datos cualitativos y cuantitativos.

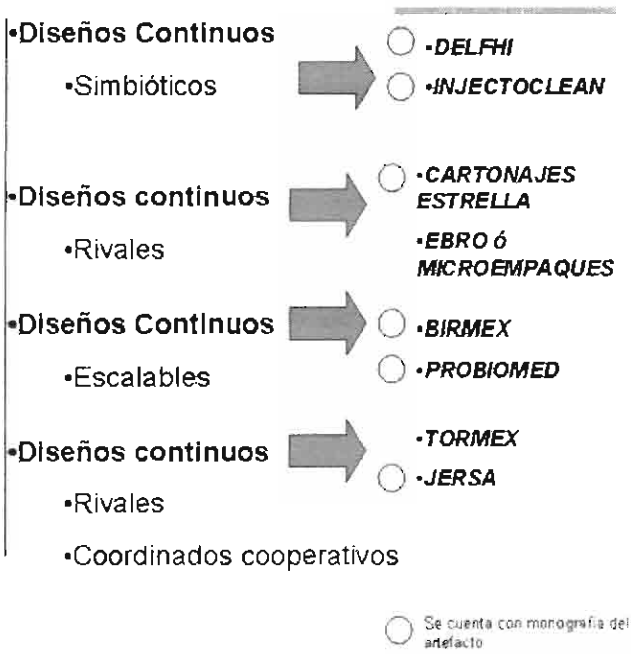
Un caso aislado no es susceptible de generalizaciones y está potencialmente abierto a diversas distorsiones en su interpretación (Leonard-Barton, 1991), por lo tanto, la evidencia surgida del estudio de múltiples casos suele ser más confiable y la investigación generalmente adquiere un carácter más sólido (Herrior y Firestone, 1983). El estudio de múltiples casos aumenta la validación externa y ayuda a prevenir interpretaciones distorsionadas en las observaciones.

Uno de los objetivos de esta investigación es establecer las diferentes tipologías de diseño y los acervos de conocimientos necesarios para los procesos de innovación, en este sentido la metodología de estudios de casos múltiples permiten analizar y comparar casos específicos de los sectores del perfil tecnológico de México con evidencia de alineación con los perfiles tecnológicos de EUA y Canadá, para caracterizar los proceso de diseño en relación con una tipología específica.

Con la intención de que los casos seleccionados fueran representativos del fenómeno de innovación y para el establecimiento de una tipología de diseño, se recurrió a seleccionar empresas que hubieran demostrado un comportamiento particular representativo, en este sentido, aquellas que hubieran obtenido el Premio Nacional de Tecnología ó bien hubieran demostrado la capacidad de generar innovaciones tecnológicas basadas en

diseño y el uso de acervos de conocimiento de los sectores tecnológicos identificados en el estudio de los perfiles tecnológicos de México. Producto de ello se estudiaron los casos de las siguientes empresas:

Ilustración 4 Empresas de estudio



Elaboración propia con datos del premio nacional de tecnología y fondos de inversión en desarrollo tecnológico del CONACYT 1997-2005.

2 Marco teórico y conceptual.

A continuación se presentarán los enfoques teóricos que permiten establecer las categorías analíticas de esta tesis, construyendo un marco teórico referencial que permita establecer puentes epistemológicos que interconecten tres cuerpos de literatura en economía de la innovación surgidos de tres diferentes niveles analíticos.

Desde una perspectiva de estudio micro, el proceso de transformación tecnológica podría ser la consecuencia de la actuación y comportamiento de las empresas individuales, las cuales se ven en la necesidad de adquirir, generar y usar conocimiento nuevo o difundido para el desarrollo del proceso de innovación tecnológica en el contexto de una estructura de conocimiento específica.

Por su parte, desde la perspectiva analítica macro dicha estructura de conocimiento podría identificarse como la consecuencia del funcionamiento de las variables agregadas de la producción industrial y los entornos institucionales de las organizaciones, estableciendo patrones tecnológicos o científicos específicos en los cuales el proceso de innovación se desarrolla como sistemas nacionales de innovación.

Aunque los enfoques de análisis micro y macro permiten arribar a conclusiones relevantes sobre los mecanismos de innovación en las empresas y las dinámicas de los sistemas nacionales respectivamente, no queda suficientemente clara la interacción entre las empresas a nivel micro y las estructuras a nivel macro.

Esta investigación plantea un estudio desde un enfoque multinivel a través de una perspectiva analítica de aproximaciones transversales inductivas[18], para ello se exponen las principales ideas que conducen a la construcción teórica de esta tesis.

Desde un nivel analítico macro se puede estudiar el perfil tecnológico para América del Norte, estableciendo simultáneamente las bases teóricas asociadas al diseño de los artefactos tecnológicos, las cuales permiten caracterizar desde un nivel analítico mico las tipologías de diseño sobre las que se despliega el proceso innovador para México en el contexto de América del Norte y su relación con una estructura de conocimiento específica para la región.

El fenómeno de la innovación tecnológica ha sido identificado como un proceso complejo en diferentes niveles analíticos y asociado a una gran diversidad de actores ó interrelaciones. Aunque no se tengan claros los mecanismos o fuentes de la innovación se ha reconocido que las innovaciones tecnológicas ocupan un lugar clave para las ventajas competitivas de las empresas, así como para el establecimiento de procesos endógenos de crecimiento económico y prosperidad de las economías nacionales (Koopman y Munich, 1999).

Dada la importancia del progreso tecnológico como un factor crucial y a través del cual se desarrolla el proceso de innovación, una parte de la teoría de la innovación ha resaltado la importancia de los recursos o capacidades internas a la firma aún sobre las influencias externas. (Teece y Pisano, 1994).

---

[18] El razonamiento inductivo es una modalidad del razonamiento no deductivo que consiste en obtener conclusiones generales a partir de premisas que contienen datos particulares. En este razonamiento se generaliza para todos los elementos de un conjunto la propiedad observada en un número finito de casos. Ver planteamiento metodológico en el capítulo 1.

Un segundo cuerpo teórico reconoce el papel de los actores sociales en el proceso de innovación proponiendo una interpretación en la que se reconoce que los grupos sociales influyen en la concepción y configuración de las innovaciones tecnológicas; para este enfoque los desarrollos científicos y tecnológicos no son construidos por los individuos, sino por la interacción de diferentes grupos sociales resultando en la transformación de la estructura de la realidad y su acervo de conocimientos (corriente conocida como "constructivismo social")[19].

Por otra parte existe un tercer enfoque analítico, el cual propone que las actividades de innovación de las empresas, no solo están basadas en las capacidades organizacionales intrafirma, sino que son modeladas fundamentalmente por los entornos institucionales de la organización, así como por los patrones tecnológicos o científicos específicos en los cuales el proceso de innovación está embebido, desde esta interpretación teórica podría reconocerse que las diferencias nacionales o regionales en el desempeño tecnológico pueden ser atribuidas a variaciones en el ambiente institucional (Lundvall et al., 2002, p. 220).

Desde mediados de los años 80's, Freeman (1988, 1992), Lundvall (1992[a]), y Nelson (1993), entre otros, encabezaron el desarrollo del concepto de Sistema Nacional de Innovación (SNI), con el objeto de describir las interrelaciones entre el desarrollo tecnológico y los factores institucionales que influyen en las organizaciones innovadoras en Europa, (Lundvall et al., 2002). Desde principios de los años 1990's Este enfoque a sido diversificado por estudios que reconocen la evolución de sistemas autónomos de innovación a nivel local, regional, europeo y global[20].

---

[19] Los orígenes de esta idea pueden encontrarse en los trabajos de: Callon, 1984; Pinch y Bijker, 1984; y Hughes, 1984.

[20] Ver por ejemplo: Acs, 2000; Braczyk et al., 1998, Cooke et al., 2000; Dalum et al., 1999, De la Mothe y Paquet, 1998; Howells, 1999; Mytelka, 2000)

Mientras que desde una perspectiva se ha resaltado la importancia de instituciones locales y redes, mecanismos de transferencia, mercados laborales regionales, así como ambientes socio-culturales específicos, un segundo punto de vista considera la internacionalización de mercados, tecnologías y actividades corporativas, así como la regionalización a nivel continental (en particular para el caso de Europa) de las políticas públicas. Estas dos corrientes tienen en común que se refieren a la influencia y creciente importancia de los arreglos institucionales sobre el nivel del Estado-Nación. Es importante aclarar que adicionalmente a esos estudios que se concentran en la dimensión territorial de sistemas de innovación, existe una literatura creciente sobre sistemas sectoriales de innovación, la cual propone que los sistemas sectoriales tienen bases tecnológicas y de conocimiento específicas. (Carlsson, 1997; Malearba, 2002).

Desde una perspectiva macro, esta tesis contribuye a la investigación de las características del sistema nacional de innovación para el caso de México, el cual ha sido reconfigurado territorialmente ante los proceso de integración regional de América del norte a partir de la firma del tratado de libre comercio (TLCAN). Por ello se tomó como inicio de aproximación y marco teórico el concepto de Sistema Nacional de Innovación desde la perspectiva del constructivismo social de las innovaciones tecnológicas. Reconociendo la recomendación teórica de Lundvall et al. (2002 p. 215) "Mientras los Estados nacionales existan como entidades políticas con sus agendas particulares para la innovación, es útil trabajar con la dimensión Nacional del Sistema como objeto analítico"; no se tratará de extender la categoría analítica de Sistemas de Innovación en un nivel territorial más amplio para América del Norte[21], pero si se estudiará la dinámica de las configuraciones supranacionales de los Sistemas de Innovación a lo largo de los siguientes capítulos.

---

[21] Algunos estudios si han propuesto la necesidad de enfoques alternativos llevando el concepto de SNI a otros niveles territoriales tal como lo hace Carlsson et al. (2002, p 236), quien ha expuesto la necesidad de un análisis mas dinámico sobre la noción de Sistema Nacional de Innovación.

Es necesario reconocer que los procesos de globalización e integración comercial han reconfigurado a las regiones más allá del ámbito territorial, es por ello que usando el concepto de configuraciones supranacionales de sistemas de innovación se estará en posibilidades de alinear este estudio con un una discusión creciente sobre la transformación de los sistemas políticos y su impacto en las configuraciones industriales. Esto será relevante en la construcción de un argumento explicativo coherente con la realidad internacional contemporánea sujeta a procesos de transnacionalización y regionalización constante ante los proceso de globalización comercial contemporáneos[22]

En la siguiente sección se exploran las implicaciones teóricas que la hipótesis de esta tesis plantea en cuanto a la posible configuración de un sistema supranacional de innovación en América del norte, el cual se ve reflejado en la convergencia de perfiles tecnológicos de los tres países[23] (México, EUA y Canadá) en contextos de integración comercial, tal como se muestra en el capítulo referente al análisis comparativo de las trayectorias de innovación y consolidación de los perfiles tecnológicos.

La perspectiva macro de esta investigación se inserta en el debate teórico sobre el concepto de Sistema Nacional de Innovación y las interpretaciones contemporáneas relacionados con los procesos de globalización e integración comercial, haciendo una aportación complementaria a los enfoques de sistemas regionales, locales e internacionales de innovación. De igual manera propone el uso del concepto de perfil

---

[22] Ver por ejemplo: Geyer, 1998; Hettne, 1999; Hooghe y Marks, 2001; Schulze y Ursprung, 1999; Strange, 1998.

[23] Es posible que esta convergencia no sea el resultado de una estrategia deliberada de los países de América del norte, sin embargo las transformaciones en el horizonte tecnológico determinan las condiciones para que se establezca una estructura supranacional. De igual manera podría especularse que las configuraeiones supranacionales son dominadas por el país con mayor influencia económica y comercial, en este sentido EUA, podría constituir en eje de alineación de las estructuras supranacionales sobre el cual se articulan México y Canadá en el contexto de la actividad económica y de comercio internacional.

tecnológico para la identificación de las estructuras industriales que influyen en la determinación de acervos de conocimiento asociadas a los proceso de integración comercial y de las configuraciones de articulación supranacional de innovación.

A continuación se presenta el marco teórico que permite estudiar las configuraciones supranacionales de sistemas de innovación de América del norte y así poder dilucidar la manera en la que las empresas mexicanas construyen, asimilan y usan los acervos de conocimiento para realizar el diseño de los artefactos tecnológicos para la innovación.

2.1 Enfoque de sistemas nacionales de innovación y las brechas analíticas en los niveles de análisis.

Un sistema de innovación, puede ser analizado desde sus aspectos funcionales o territoriales (Malerba, 2002)[24]. Pero de cualquier manera es necesario considerar la creación, difusión y uso del conocimiento. Esta investigación recurre a un enfoque territorial y estructural, tomando como punto de partida el sistema nacional de innovación (SNI). De acuerdo con Galli y Teubal (1997, p. 345) un SNI es definido como "el conjunto de organizaciones, instituciones e interconexiones para la generación, difusión y aplicación de conocimiento científico y tecnológico en un país específico". Esta es una definición demasiado amplia y general lo que implicaría incluir en el análisis un vasto número de organizaciones e instituciones para analizar las características de un SNI específico, más aún si se tratara de definir un SNI para México en el contexto de América del Norte.

---

[24] Carlsson et al., 2002; Niosi, 2002, plantean la discusión sobre la dimensión de análisis de los Sistemas Naciones de Innovación mas allá de sus aspectos espaciales, considerando sus aspectos funcionales.

Mientras que se ha considerado cierta flexibilidad analítica en los niveles de aproximación y en las variables, Lundvall (1992b, p. 13) ha propuesto algunos indicadores básicos, los cuales deben reflejar diferencias en los sistemas nacionales de innovación de los países específicos, esta perspectiva "refleja el echo de que la economía nacional es la consecuencia de la estructura de los sistemas de producción y del arreglo institucional general".

Por lo anterior, puede decirse que el SNI se caracteriza por un conjunto diferenciado de organizaciones e instituciones socialmente construidas. Entre las organizaciones se encuentran actores económicos y reguladores (Galli y Teubal, 1997, p 346). Las instituciones pueden ser de naturaleza formal y/o informal (Edquist y Jonson, 1997, p. 49) las normas y reglamentos son ejemplos de instituciones "formales", mientras que las tradiciones, prácticas y normas de cooperación son parte de las instituciones "informales". De acuerdo con Edquist y Jonson (1997, p. 50), la distinción entre instituciones "formales" e "informales" es importante porque su relación difiere significativamente; sin embargo estudiar el impacto de las instituciones informales sobre el proceso de innovación es problemático debido a su naturaleza tácita, a diferencia de las instituciones formales. En cualquier caso, cada tipo de instituciones juega un rol específico al interior del SNI.

Considerando lo anterior, en esta investigación el TLCAN y sus acuerdos de integración comercial son interpretados como una institución formal que influye en la consolidación del SNI mexicano en el contexto de América del Norte. En este sentido el TLCAN ha establecido las reglas formales, los procedimientos y estándares para la producción, así como las prácticas de operación que estructuran la relación entre individuos al interior de las unidades políticas y económicas a nivel nacional[25]. En consecuencia, las instituciones

[25] Esta idea sigue la perspectiva analítica de Hall, 1986, p. 19

crean simultáneamente orden y continuidad, así como impacto sobre la conducta y desempeño del sistema (Lundvall et al., 2002, p. 220)[26].

Organizaciones e instituciones establecen una conexión estrecha en la que las empresas y organismos gubernamentales se encuentran inmersos en un determinado ambiente institucional o conjunto de reglas tácitas; de este modo las instituciones definen la estructura de incentivos para las actividades de innovación al interior de un país, esto da forma a las organizaciones y determina el tipo de interrelación entre ellas (Edquist y Johnson, 1997)[27], modelando al mismo tiempo los mecanismos y prácticas para la innovación[28]. Por otro lado, estas perspectivas analíticas han considerado que las instituciones se encuentran inmersas también en organizaciones como prácticas establecidas, esto sugiere una afectación mutua entre organizaciones e instituciones.

Aunque los estudios antes mencionados no han considerado como parte de la investigación los acervos de conocimientos ante la transformación dinámica de organizaciones e instituciones, podrían reconocerse los efectos sobre la transformación y uso de los acervos de conocimiento, los cuales pueden ser relevantes a nivel operativo de las empresas. Esta investigación propone que las transformaciones institucionales formales e informales podrían tener un impacto en los mecanismos a través de los cuales las unidades de diseño de las empresas usan y construyen los acervos de conocimiento en el ambiente de integración comercial específico en el que se desarrollan.

Desde una perspectiva macro, un creciente número de investigadores en campos de estudio tales como la dinámica industrial y política tecnológica, proponen que el

---

[26] También puede encontrarse un razonamiento similar en Olsen, 1996, p. 250.

[27] En el mismo sentido puede considerarse el trabajo de March y Olsen, (1998)

[28] En el capítulo 4 se profundizará en el análisis de las afectaciones en la prácticas de diseño, formalizando las tipologías de diseño para la innovación y los procesos de especialización en los nichos de diseño (ver conclusiones finales)

desarrollo tecnológico no puede ser visto como un fenómeno aislado y que debe ser estudiado como una parte de un sistema más amplio, un sistema de innovación[29], previamente a estos trabajos se ha desarrollado el enfoque de la construcción social del conocimiento, estudiando el fenómeno de la innovación tecnológica transitando de lo micro a lo macro al considerar las relaciones sociales como un elemento determinante en el diseño y evolución de los artefactos tecnológicos específicos[30], de manera similar ha procedido el enfoque de sistemas socio-técnicos[31].

Aunque los estudios realizados desde la perspectiva de la construcción social del conocimiento y las innovaciones revelan la importancia de las relaciones sociales para el proceso de innovación, los autores comúnmente se concentran en describir las características de los procesos de innovación sobre la base de casos específicos de estudio, lo cual da como resultando investigaciones que difieren en términos de los conceptos usados y los mecanismos de innovación identificados.

La mayoría de los estudios sobre innovación a nivel micro no se concentra en la naturaleza y uso de los acervos de conocimiento que se construyen a nivel de los sectores industriales para el diseño de artefactos para la innovación. En el mismo sentido, aunque los estudios de empresas específicas arroja información relevante para comprender el proceso de diseño de artefactos o gestión del conocimiento para la innovación tecnológica al interior de empresas específicas, no siempre se explica el criterio de selección de los casos de estudio en cuanto a su relevancia para un sector de la economía como parte de un sistema de producción a nivel nacional ó como parte de un sistema articulado de países[32].

---

[29] Ver por ejemplo los trabajos de Edquist y Jonson (1997), Lundvall (1982) y Nelson (1992)
[30] Véase Hughes (1983), Carlsson y Stankiewicz (1995).
[31] Puede verse a Bijker (1995)
[32] Ver el capítulo metodológico, en el se aclara la perspectiva analitica que presenta esta tesis para tratar de superar esta limitación.

Desde una perspectiva macro, la mayoría de los estudios de SNI coinciden en que la noción de país es un nivel apropiado de análisis, existen diferentes opiniones sobre cómo debe ser definido más exactamente el sistema. El rango de definición va desde enfoques estrechos donde solo se incluye el desempeño de las organizaciones de I+D, así como estudios específicos de sectores tecnológicos o casos específicos que destacan por su importancia, hasta perspectivas más amplias que incluyen básicamente cualquier cosa que afecte el aprendizaje y la interacción de las organizaciones ó agentes de la innovación a nivel nacional.

Como se describió en los párrafos anteriores, al estudiar los SNI se genera una brecha analítica entre niveles macro y micro conduciendo a resultados disociados en cuanto a los proceso de innovación tecnológica. Como un intento por reducir la brecha analítica, autores como Porter (1990) discuten la importancia de las características nacionales del sistema para las ventajas competitivas de las compañías individuales, intentando tender un puente teórico que una las visiones macro y micro del fenómeno de innovación. La idea básica es que adicionalmente a las funciones de las compañías en términos de actos de innovación (por ejemplo a través de I+D ó pequeños avances basados en conocimiento difundido) existen influencias de los componentes de un sistema más amplio del cual las empresas forman parte.

Uno de los principales componentes en la dinámica antes descrita son los mecanismos encargados de guiar las actividades de innovación tecnológica, influenciando la dirección en la cual las compañías despliegan sus recursos y habilidades; por ejemplo la demanda doméstica puede influir la percepción de oportunidades de las empresas[33], en este sentido,

[33] Desde una perspectiva más amplia podría suponerse que también influye de manera importante la demanda internacional

los estándares y la normatividad establecida por las unidades de gobierno, ayudan o fuerzan a las compañías a elegir senderos específicos de desarrollo y actuación.

Desde la perspectiva analítica de las características nacionales de las ventajas competitivas de Porter (1990), uno de los roles fundamentales de las unidades de gobierno es estimular los mercados, proveer infraestructura y educación, así como dar a las compañías incentivos para invertir en innovación, lo cual es de vital importancia dado que el suministro de recursos, (en términos de capital y competencia), son necesario para obtener ventajas competitivas. Aunque esta perspectiva analítica permiten identificar una influencia de lo macro institucional a lo micro innovativo, no toman como parte de su análisis los elementos que permitan caracterizar la estructura y tipo de los acervos de conocimiento en relación con la configuración de los perfiles tecnológicos de un país en el contexto de una región determinada, el tipo de análisis que se puede realizar desde esta perspectiva teórica no permite identificar los mecanismos que influyen en la asignación de recursos de inversión para el desarrollo tecnológico y empresarial de un país[34].

Desde otra perspectiva analítica de los SNI se puede considerar que la construcción y uso del conocimiento es uno de los principales factores que dirigen el desarrollo tecnológico, en este sentido Lundvall (1992) no está interesado en la competitividad industrial, sino en la producción, difusión y uso de nuevo conocimiento económicamente útil. Este enfoque se basa en el rol del aprendizaje en la producción de nuevo conocimiento. De acuerdo con este enfoque, existen varias fuentes de nuevo conocimiento, mientras que algunos se originan desde la búsqueda y esfuerzos de exploración en I+D, otros surgen del aprendizaje en conexión con las actividades cotidianas de producción.

---

[34] En referencia a esta discusión y la interpretación que presenta esta tesis, véase el capítulo referente al análisis meso económico, en el que se analiza la composición del GIDESP, así como la configuración de los acervos de conocimiento sobre los que influye el fenómeno de alineación de las ramas de actividad del sector manufacturero del PIB.

Comúnmente, la identificación de cuellos de botella en la tecnología, afecta la dirección, definición y búsqueda de soluciones, pero es necesario considerar que también es influida por las regulaciones y estándares, es por ello que una importante tarea del sistema de innovación es proveer los recursos y las condiciones necesarias para la construcción de las competencias necesarias. Desde esta perspectiva podría decirse que el TLCAN funciona como fuente de estándares y regulaciones que conducen la búsqueda de soluciones tecnológicas, estableciendo un sendero particular para el desarrollo de acervos de conocimientos específicos para una región integrada comercialmente como la de América del Norte.

Otros estudios que pueden explicar la formación de acervos de conocimientos específicos pueden encontrarse en Edquist y Johnson (1997), los cuales ven la innovación como el resultado del aprendizaje interactivo, donde el conocimiento es combinado en nuevas maneras o el nuevo conocimiento es creado, ya sea a través de la I+D o en relación con las actividades cotidianas tales como producción y mercadeo. Los organismos institucionales juegan un importante rol, en la manera como se busca el nuevo conocimiento, ya que absorben el conocimiento creado por las empresas y utilizan los resultados esperados y no esperados, además contribuyen a la distribución y regulación de este conocimiento (ejemplo: normas, estándares, etc) determinando un arreglo institucional ("institucional set-up") específico.

Esta investigación se inserta en el interés de los estudios de Edquist and Johnson (1997), en cuanto al arreglo institucional como uno de los efectos de la integración comercial de América del Norte, el cual determina cuatro funciones básicas con respecto a la innovación.

- Determina instituciones (ejemplo; leyes de patentes, normas para refrendos y periodos de vigencia), las cuales pueden reducir la incertidumbre, ya sea

proveyendo información acerca del comportamiento tecnológico de las empresas de un sector o reduciendo la cantidad de información requerida para acceder al acervo de conocimiento creado por las empresas.

- Las instituciones administran conflictos y cooperación entre individuos y grupos, por ejemplo: ciertas prácticas de cooperación pueden trabajar como puentes entre diferentes departamentos en una compañía; otro ejemplo es la seguridad social y los arreglos del mercado laboral que puede influir en los conflictos entre productos viejos y nuevos, contrarrestando la resistencia al cambio.
- Las instituciones proveen incentivos para promover el aprendizaje y la participación en el proceso de innovación, los incentivos pueden ser de varios tipos por ejemplo: impuestos, derechos de propiedad y normas.
- Instituciones como una política impositiva, subsidios gubernamentales y localización de recurso en universidades para actividades de innovación, contribuyen al re-direccionamiento de recursos para la construcción del conocimiento estableciendo un sendero específico de desarrollo del proceso de innovación a través de la aplicación y uso del conocimiento nuevo y difundido.

En cuanto a los recursos necesarios para desarrollar y administrar el conocimiento por parte de las empresas, trabajos como el de Nelson (1992) se basan en el estudio comparativo del sistema nacional de innovación de 15 países. El foco central es la inversión en I+D, así como su implementación por parte de los diferentes actores del sistema. En este contexto, la dirección del esfuerzo de innovación es identificada como una función importante e influida por los consumidores; más aún, los incentivos económicos y la innovación tecnológica tienen que ser financiados internamente a través del suministro de capital de riesgo empresarial aplicado a la I+D, valiéndose de las competencias tecnológicas (conocimiento y habilidades).

El nuevo conocimiento puede venir de otras fuentes diferentes a la I+D básicos, por ejemplo a través del Learning-by-doing, learning-by-using ó imitación, pero para que ocurra el aprendizajc, es necesario coordinar las unidades operativas al interior de las empresas que propaguen el conocimiento relacionado con los nuevos desarrollos y promover la cooperación entre empresas. Finalmente puede ser también necesario apoyar (o también crear) mercados, esto puede implicar proveer incentivos a las compañías para exportar o difundir los nuevos productos.

2.2 El enfoque de sistemas tecnológicos.

La perspectiva de la construcción social del conocimiento contribuye a resolver problemas identificados o planteados por el enfoque de sistema socio-técnico. La identificación de un problema tecnológico usualmente involucra el reconocimiento de una demanda y los recursos disponibles que pueden satisfacerla. En algunas ocasiones las invenciones están basadas en la reconsideración de partes del acervo de conocimiento que han caído en desuso o que no lograron integrarse con los que se desarrollan en la tecnología dominante, pero también pueden estar basados en el acervo de experiencias del usos de la tecnología existente ó en inventos recientes que finalmente se convierten en innovaciones (Hughes, 1990). Adicionalmente a la invención y desarrollo de nueva tecnología, existe una necesidad de proveer apoyo financiero y competencias, así como recolectar recursos complementarios[35] (Hughes, 1983).

Para este trabajo de tesis, la relevancia del enfoque de Hughes (1990) es la consideración de la importancia de los factores institucionales, es decir, los valores socioculturales esparcidos en la sociedad y los mecanismos de poder de los diferentes grupos sociales

[35] Véanse los trabajos de Hughes, 1983 y 1990.

que intervienen en la selección de soluciones técnicas, organizacionales y sociales, para una nueva tecnología ó un nuevo sistema tecnológico.

Desde esta perspectiva analítica, para el desarrollo de la tecnología puede ser necesario transformaciones del entorno político y legislativo que estimulen el interés por la nueva tecnología (Hughes, 1983), en este sentido, a través de la destrucción de oportunidades para el establecimiento de sistemas alternativos, se fuerza la unidad dentro de una gran diversidad de alternativas para el desarrollo tecnológico. Podría decirse que se puede controlar el nivel de incertidumbre para la innovación a través de tomar control del entorno político[36].

En el intento por integrar los aspectos sociales en el proceso de innovación tecnológica, se ha considerando la localización espacial de los diferentes agentes de la innovación, a través de trabajos tales como el de Carlsson y Stankiewicz (1995), los cuales definen un sistema tecnológico como "una red de agentes interactuando en un área económico-industrial específica, bajo una infraestructura institucional determinada ó un conjunto de infraestructuras, involucradas en la concepción, difusión y utilización de la tecnología" (Carlsson y Stankiewicz, 1995, pp. 49).

Este concepto es muy similar al desarrollado por Wenk y Kuehn (1997), los cuales describen la innovación en términos de búsqueda y experimentación, es decir aprendizaje, el cual genera un esencial intercambio de información. Más aún, para que un área tecnológica crezca, alguien tiene que percibir las posibilidades de la tecnología e identificar el potencial para el crecimiento; para ello, los recursos necesarios (en términos de financiamiento, competencias etc.) tienen que estar disponibles y coordinadas las diferentes actividades en el proceso.

---

[36] Para ver el análisis de un caso en el control del entorno puede verse el estudio de Hughes 1990

El marco institucional tiene una rol muy importante en el proceso antes mencionado, promoviendo patrones estables de transacción e interacción social, reduciendo la incertidumbre social y previniendo o mitigando conflictos; también se absorben o disminuyen los riesgos de los actores individuales, estimulando mercados o proveyendo información, así como trabajando para la creación de mecanismos eficientes de selección de tecnologías al nivel de las empresas o mercados.

Aunque los estudios anteriores permiten considerar el marco institucional como parte del proceso de innovación a nivel de las empresas, no se considera del todo las relaciones entre ellas, para resolver este problema trabajos como los de Lundgren (1993) usan el concepto de redes industriales, definidas como redes de relaciones entre agentes en un sistema tecnológico. Desde esta perspectiva la innovación es comúnmente dirigida por la identificación de desequilibrios o cuellos de botella en la relación entre los actores del sistema tecnológico, debido a que el problema es definido de diferente manera por los distintos actores de la innovación, tomando en cuenta el hecho de que el trasfondo histórico influye la manera en la que perciben la situación, la investigación y desarrollo del producto resultante seguirá diferentes rutas, esta idea esboza el problema de la incertidumbre en el diseño de los artefactos para la innovación tecnológica, el cual será tratado más adelante.

Para que surjan las redes en el sistema tecnológico, es necesario que algunos actores identifiquen el sistema técnico, es decir, que perciban las complementariedades de diferentes productos y tecnologías, difundiendo esta noción a otros actores. En esta etapa el rol de las redes es coordinar la especialización y división del trabajo entre los actores, desarrollando rutinas de transacción y distribuyendo el excedente económico. Los actores tienen además que atraer recursos y trabajar para legitimar las actividades de la red en el entorno. Más tarde el sistema tecnológico tiene que ser adaptado a otros sistemas a través de inversiones complementarias en otros campos; nuevos problemas pueden ser

identificados a lo largo del proceso de lerning-by-using y son desarrollados los estándares.

Eliassón (1997) desarrolla el concepto de bloques de competencia, el primer requisito para el surgimiento de estos bloques es la presencia de innovadores, quienes integran nuevas y viejas tecnologías en innovaciones. El conocimiento es transferido por el movimiento de personas, así como por la imitación; las empresas identifican y seleccionan las innovaciones comercialmente viables para llevarlas al mercado. Durante el proceso de innovación, es importante que el capitalista empresarial reconozca y financie oportunidades comercialmente viables, además es crucial que existan incentivos para los agentes y motivarlos para que se involucren. El proceso de selección demanda actores competentes a lo largo del proceso que tengan la capacidad de reconocimiento y evaluación de oportunidades. Es por ello que la capacitación es un factor fundamental en las empresas.

Finalmente, cuando el desarrollo tecnológico es implantado en el mercado, tiene como consecuencia la re-localización de factores de producción para el proceso, que paralelamente genera un problema de aceptación social que debe ser resuelto para que el proceso de innovación se desarrolle y difunda. Por ello es importante contar con instituciones que hagan los ajustes sociales necesarios, (tales como seguridad social y políticas laborales), de este modo la sociedad puede estar preparada para aceptar el cambio que acompaña el crecimiento económico.

Bijker (1995). Señala la necesidad de ver cada artefacto como un "ensamble socio-técnico", ya que es imposible separar lo técnico de lo social, económico ó político. La noción resultante de sistema socio-técnico está constituida por diferentes artefactos y actores. En contraste con los anteriores autores Bijker no considera un artefacto como innovador inmediatamente después de la invención, los artefactos son gradualmente

construidos en interacciones sociales entre y al interior de los denominados grupos sociales y en este sentido el punto de interés es el proceso por el cual los artefactos logran alcanzar o no una interpretación social estable.

De acuerdo con Bijker (1995) el proceso de innovación consiste en una variedad tecnológica y la selección social en tres etapas.

- Primero, los grupos sociales relevantes identifican una variedad de problemas, basados en percibir fallas funcionales o presumibles anomalías, de las cuales algunas son seleccionadas para mayor atención.
- Segundo, una variedad de soluciones son generadas y algunas de estas soluciones desembocan en nuevos artefactos.
- Tercero uno de los artefactos se convierte en dominante para todos los grupos sociales, en parte como un resultado de la habilidad de un grupo social relevante para convencer a otros grupos de la superioridad de esta definición del problema, así como el artefacto resultante.

Diferentes mecanismos pueden proveer los insumos necesarios para la innovación en diferentes situaciones[37].

2.3 Modelo sociotécnico.

Como parte de las teorías del cambio tecnológico, se ha desarrollado una corriente basada en los estudios sociales de la tecnología desde una perspectiva sociológica e histórica, (Bijker, Hughes y Pinch, 1987). Emplean el concepto de tecnología más allá del artefacto

---

[37] En el caso de la construcción de la baquelita, Bijker describe cómo las investigaciones y las actividades de desarrollo fueron guiadas en una dirección específica por incentivos financieros y cómo el learning-by.doing y el learning-by-using dieron insumos importantes para el proceso de innovación, más aún el sistema de patentamiento proveyó incentivos y resolución de problemas para la innovación.

o la técnica, considerando las connotaciones económicas, sociales, culturales e institucionales de configuraciones tecnológicas particulares[38].

La tecnología en este sentido es vista como un elemento embebido en el interior de estructuras económicas, sociales, culturales e institucionales particulares, alejándose de la idea de que las configuraciones tecnológicas en si mismas, constituyen orden y son un factor de transformación de la naturaleza de las estructuras que las rodean. Se visualiza un proceso interactivo y dinámico de estructuración entre tecnologías y sus contextos sociales, (para demostrar esta interacción se recurre a casos de estudio y ejemplos de la historia de la tecnología Giddens 1984). En resumen, las tecnologías son vistas como "socialmente configuradas y configuradoras de la sociedad" (Hughes 1987).

La economía de la innovación esboza ideas y análisis desde el campo de la economía evolutiva y la economía institucional. En esta corriente de pensamiento el término tecnología, tiende a ser usado en un sentido específico en cuanto al alcance del análisis, definiendo la idea de paradigma tecnológico ó las trayectorias institucionales de la economía evolutiva y el concepto de irreversibilidad[39].

Para enfatizar y manejar una noción mas amplia y compleja de tecnología, se ha agregado en la economía de la innovación el concepto de configuraciones socio-técnicas, (Rip y Kemp, 1998), en este concepto se pretenden incluir las relaciones sociales, (aspectos tan complejos del comportamiento humano como: los intereses, valores y comportamiento de la gente y las organizaciones) que ligan, usan y hacen la esencia de los artefactos tecnológicos (herramientas y máquinas). "La mezcla operacional resultante entre

---

[38]Véanse los trabajos de Ellul, 1964; Winner, 1981; Hughes, 1983; Callón, 1987; Bijker, 1995; McKenzie, 2001

[39] ver por ejemplo Nelson y Winter, 1997; Dosi 1982; Freeman, 1994

software y hardware es encapsulada en configuraciones tecnológicas que funcionan" (Rip y Kemp, 1998:330).

Con la intención de incluir el rol del factor humano el cual produce nuevo conocimiento y artefactos, como parte del proceso de innovación a través de los empresarios e innovadores, se ha reconocido que el contexto modela y es modelado por las propias innovaciones. Las teorías de la innovación han desarrollado un enfoque multinivel. Los regímenes socio-técnicos ocupan una posición intermedia o de meso-nivel entre los microniveles de nicho tecnológico y un macro-nivel de la configuración socio-técnica de la macroeconomía[40], (Berkhout, Smith y Stirling 2003). Este modelo multinivel ha influenciado de diferentes maneras, ayudando a desarrollar las nociones de amplios ajustes institucionales que son asociados con las grandes discontinuidades tecnológicas, lo anterior ha obligado a una atención continua de la importancia de la interacción entre los niveles macro, meso y micro de los cambios en el despliegue del cambio socio-técnico (Berkhout, Smith y Stirling 2003).

Cada uno de los niveles es asociado con un arreglo socio-técnico particular:

- (Micro). Nichos tecnológicos. "... son espacios para el desarrollo y uso de tecnologías prometedoras por medio de experimentación, con el objetivo de generar aprendizaje asociado a las ventajas de la nueva tecnología y permitir el futuro desarrollo y la aplicación de la nueva tecnología" (Kemp et al, 1998: 186)
- (Meso). Regímenes Tecnológicos: " representa el conjunto de normas embebidas en un complejo de prácticas de ingeniería, tecnologías de procesos productivos, características de productos, habilidades y procedimientos, maneras de manejar artefactos relevantes y personas, maneras de definir problemas, todo ello inmerso

[40] Lo que en esta tesis se ha identificado como horizonte tecnológico, "technologycal landscape".

en instituciones e infraestructuras[41]" (Rip y Kemp, 1998: 340). Los regímenes pueden ser caracterizados por: los artefactos tecnológicos en si mismos, prácticas de los usuarios y ámbitos de aplicación; significados simbólicos de la tecnología, infraestructura, configuración industrial, política y conocimiento (Geels, 2001; Schot, 1998).

- (Macro). (technologycal landscapes, Horizonte tecnológico). "...las variables de trasfondo tales como la infraestructura material, cultura política y coaliciones, valores sociales, visiones globales y paradigmas, la macro economía, demografía y el ambiente natural[42], canalizan el proceso de transición y los cambios tecnológicos en si mismos de manera autónoma" (Kemp y Rotmans, 2001:7)

Considerando los tres niveles de análisis de manera ascendente, las configuraciones socio-técnicas se convierten en configuraciones que trabajan en la medida que estas transiten en una trayectoria desde el mico-nivel de nichos hasta el macro-nivel de horizontes tecnológicos, en este proceso gradualmente se van ensamblando prácticas, tecnologías, habilidades, ideologías, normas y expectativas, imponiendo impactos de gran escala en el ámbito del horizonte tecnológico hasta que se constituyen como algo característico del perfil tecnológico.

A lo largo de este proceso la configuración socio-técnica se transforma en algo mejor adaptado a su contexto, se vuelve más estable (en términos técnicos y de relaciones sociales que se reinterpretan y median en la tecnología) generando una transformación e

---

[41] Desde la perspectiva de esta tesis, también se puede considerar que los gastos en investigación y desarrollo por parte del Estado, esto es el GIDESP, pueden ser visto como un componente fundamental en la definición del régimen tecnológico sobre el que operan las empresas y los agentes de decisión en los mecanismos de innovación.

[42] En esta categoría teórica, se considera que los acuerdos y tratados comerciales, establecen condiciones para el direccionamiento de los horizontes tecnológicos, estableciendo las influencias macroeconómicas sobre las que se establecen los perfiles tecnológicos, y se construyen los acervos de conocimiento.

influencia en los regímenes tecnológicos y determinando también un factor de irreversibilidad.

La naturaleza descriptiva de la interpretación ascendente de este enfoque analítico crea un riesgo, da la impresión de que se trata de un proceso inexorable, en el que las configuraciones socio-técnicas se mueven en una secuencia acumulativa de etapas, que desembocan en cambios a gran escala en los regímenes socio-técnicos. En la práctica, pocos desarrollos de configuraciones locales en nichos logran tener un impacto directo en la transformación de los regímenes.

La noción multinivel de la transformación de regímenes tecnológicos puede ayudar a comprender mejor la naturaleza de su dinámica, de igual manera se han realizado debates en relación con las maneras en las cuales las transformaciones pueden ser administradas y dirigidas en procesos deliberados. Sin embargo persiste una serie de problemas asociados a la interpretación ascendente del modelo; particularmente en lo que se refiere a la transición del régimen tecnológico desde el ámbito de nicho tecnológico, el cual parece describir casos especiales que en realidad no podría generalizarse a todas las condiciones en las que los cambios tecnológicos pueden ocurrir.

Podemos argumentar que no todos los procesos de transición tecnológica son iguales, sería más correcto decir que cada transición muestra características, dinámicas e historias únicas. Un modelo del proceso de transición será siempre una abstracción del mecanismo de cambio con características locales y específicas, en el que las condiciones estructurales, ventanas de oportunidad generadas en el ámbito de los regímenes tecnológicos, así como el establecimiento de instituciones constituyen un sistema complejo.

2.4. Niveles conceptuales aplicados a niveles empíricos.

Reconociendo que cada nivel conceptual en la jerarquía socio-técnica incrementa su aspecto estructural y por ello se transforma en menos controlable por un grupo o actor social específico, las características que definen el alcance socio-técnico de horizonte tecnológico tienden a no estar abiertos a cambios unilaterales por parte de los actores al interior de un régimen tecnológico individual (Geels, 2001). El proceso de configuración de un horizonte tecnológico opera en una escala más amplia, aunque no queda claro cómo deben ser aplicados empíricamente los diferentes modelos conceptuales. Es por ello que se puede decir que el concepto de régimen socio-técnico podría ser definido en varios niveles empíricos.

Es necesario reconocer que existe una dificultad para situar con precisión los cambios tecnológicos en un nivel de análisis específico; existe una imprecisión en la descripción del nivel de análisis para la noción de régimen socio-técnico[43]. Alternativamente, un cambio de régimen a un nivel empírico más bajo puede ser visto como una actividad de nicho tecnológico con potencial transformador al interior de un nivel más alto de régimen. Esta ambigüedad teórica nos trae de regreso a la manera en la que se entienden los mecanismos de transformación.

Desde la perspectiva de la economía de la innovación se ha sugerido que las innovaciones en los nichos tecnológicos pueden transformar los regímenes, nutriendo las configuraciones socio-técnicas, las cuales hacen crecer y desplazan algunas actividades de innovación. Los determinantes del crecimiento de nuevas configuraciones incluyen la capacidad de recuperación y adaptabilidad al contexto más amplio del régimen que se trate, la efectividad con la cual los nuevos diseños son protegidas y nutridos al interior del

---

[43] Por ejemplo, ¿cómo podría ser interpretado desde el enfoque de régimen socio-técnico el sector eléctrico al nivel de las fuentes primarias de energía, carbón, gas, petróleo o nuclear?. lo que puede parecer un cambio de régimen a un nivel, puede ser visto meramente como un cambio incremental de insumos en un régimen más amplio

nicho, su potencial de desarrollo intrínseco, el alcance para aplicar las tecnologías de nicho en nuevas características de los artefactos y la compatibilidad del nicho con los regímenes. (Weber et al, 1999).

La compatibilidad del régimen para el éxito, implica que los nichos radicalmente divergentes puedan luchar para esparcir su diseño exitosamente. Los nichos más compatibles pueden liderar la transformación de mejor manera. El corolario de que los nichos con diseños más compatibles pueden liderar las transformaciones de mejor manera conduce a preguntas sobre el grado en el que las tipologías de diseño podrían conducir una transformación.

Los encadenamientos entre nuevas tecnológicos al interior de los nichos tecnológicos, pueden ocurrir a través de diferentes aspectos del régimen socio-técnico (Geels, 2001; Schot, 1998). En otras palabras, las conexiones pueden ser hechas con el hardware o el software de la tecnología misma, usuarios asociados ó dominios de aplicación, significados simbólicos, estructuras industriales, infraestructura ó cuerpos de conocimiento asociados y políticas públicas. Si las conexiones son exitosamente forjados entre el nicho y el régimen en un sentido más amplio, entonces puede desencadenar cambios a través del régimen en un proceso de re-configuración.

En el conjunto de investigaciones sobre economía de la innovación hasta principios del siglo XXI el proceso descrito anteriormente es entendido como "caótico y fortuito" (Geels, 2001: 29; Schot, 1998). Aún no contamos con una teoría de "encadenamiento" que pueda ayudarnos a entender cómo conducir los nichos hacia procesos de transición tecnológica dirigida.

La noción de tensiones al interior de dimensiones particulares del régimen dominante y la identificación de oportunidades correspondientes para conectar los experimentos a nivel

de nichos tecnológicos es un factor fundamental para explicar el proceso de transformación. Desde una perspectiva descendente en los niveles de análisis, Geels (2001) identifica cambios en el horizonte socio-técnico como la fuente de importantes tensiones incrustadas en los regímenes[44].

Lo anterior implica la consideración de que las transformaciones a nivel del horizonte tecnológico, afecta de manera directa en la determinación de las prioridades que los nichos de innovación pueden buscar, estableciendo una dirección en el cauce de las innovaciones basadas en diseño y los mecanismos a través de los cuales se articulan los nichos de innovación. Más aún, establece los criterios a través de los cuales los organismos administradores de los recursos financieros, definen prioridades en la innovación y están en posibilidad de financiar ciertos artefactos y tipología de diseño que resuelvan los problemas que se generan con las transformaciones a nivel del horizonte tecnológico.

Actualmente las condiciones del comercio internacional plantean nuevas condiciones de explotación de los recursos naturales y los servicios ambientales, están introduciendo tensiones análogas para muchos regímenes tecnológicos. El uso de energías alternativas a la combustión, así como la intensidad del uso del conocimiento químico en la agricultura. Estas observaciones implican que ciertos procesos de transformaciones en los regímenes operan de lo macro a lo micro, actuando desde el horizonte tecnológico hacia abajo al interior del régimen. La posibilidad más importante es plantear que el proceso que fluye de lo macro a lo micro pueda jugar un rol crítico en generar oportunidades para las conexiones de lo micro a lo macro.

---

[44] Al respecto, estudia como ejemplo los amplios cambios demográficos y económicos que condujeron a millones de personas a dejar Europa e ir a América a principios del siglo XIX y principios del XX, esto incrementó la demanda de barcos de pasajeros; lo que a su vez creó una demanda de mercado por transportes de pasajeros a gran escala, a través del atlántico que condujo a la creación de barcos de metal con máquinas de vapor.

El objetivo en la dirección del cambio tecnológico es conducir el proceso de transformación de lo macro a lo micro y viceversa, hacia un objetivo predefinido o "visión" (Kemp y Totmans, 2001: 4). El punto inicial para el proceso de dirección del cambio tecnológico es la articulación de la visión. Los experimentos de nichos tecnológicos con nuevas configuraciones socio-técnicas crean condiciones para reconocer la viabilidad de la visión y los senderos hacia esta relación. Estas lecciones deben informar y posibilitar la revisión de la visión. Entonces, "la dirección estratégica del nicho tecnológico" introduce reflexiones en el proceso de transición.

Los nichos prometedores son más difusos para la intervención de política. Se construyen nuevas competencias y habilidades, son creados nuevos mercados así como demandas de usuarios. La posición de la nueva configuración es fortalecida hasta que modifica los aspectos normativos y se transforma el régimen. En todo momento, de cualquier manera la piedra angular es la visión, siempre bajo revisión, pero dirigiendo el proceso de transición tecnológica.

Es en este punto que encontramos una disyunción entre el aspecto histórico del modelo de transformación de régimen basado en el nicho tecnológico y las aspiraciones normativas de la administración del cambio a través de política. El modelo de nicho tecnológico se deriva de un número de ejemplos en los cuales una visión consensual del futuro régimen socio-técnico está ausente (van de Ven et al, 1989). En casos como el advenimiento de las radiocomunicaciones, programaciones de televisión, electrónica y computación, el turbo jet en el aerotransporte y la turbina de gas en el sistema eléctrico, las visiones rectoras ("guiding visions") fueron significativamente más modestas que los eventuales usos e impactos de esas tecnologías (Rosenberg, 1994). Contrariamente abundan ejemplos de ambiciones mal encaminadas de visones guía, tales como las asociadas con el desarrollo de innovaciones sucesivas en los vuelos espaciales, energía

nuclear como fuente de propulsión en el transporte, explosivos nucleares en la ingeniería civil, transporte supersónico. Por supuesto que existen ejemplos de visiones guía, las cuales son adecuadas para el potencial de la configuración en cuestión, tal como es el caso del automóvil, satélites y la telefonía móvil.

El punto es que aparentemente no parece ser necesaria una correlación entre el carácter de una visión guía en particular y lo que actualmente se realiza, en todo caso depende de la posibilidad de que los nuevos diseños surjan en un proceso de coherencia comercial a nivel macro y de una adecuada interacción entre los nichos de innovación, haciendo un uso eficiente y apropiado de los acervos de conocimiento con los que cuentan las empresa en las regiones en la cuales realizan sus nuevos diseños.

Es al nivel meso donde los objetivos de la administración de la transición son mejor dirigidos al objetivo, esto quiere decir que es a nivel de la actuación de los organismos gubernamentales de financiamiento y fomento a la innovación donde puede surgir de manera más clara la visión para un nuevo régimen socio-técnico.

El modelo de nicho tecnológico deliberadamente usa el término "régimen socio-técnico" en lugar de uno más extendido como "régimen tecnológico" para referirse explícitamente a un conjunto amplio de influencias, sociales, políticas e institucionales en el cambio tecnológico (Kemp et al, 1998). Como ya ha sido mencionado, en el contexto original de la economía institucionalista, la noción de "régimen tecnológico" considera un conjunto estrecho de elementos cognitivos y heurísticos, así como procedimientos en el núcleo técnico (ingeniería) de proceso de innovación (ver por ejemplo Nelson y Winter, 1982). Se ha estudiado la manera en la cual los regímenes basados en ingeniería canalizan la innovación a lo largo de trayectorias particulares (Sahal, 1981; Dosi, 1988).

En un sentido complementario al anterior, el concepto de régimen socio-técnico incluye estas dimensiones técnicas incrustándolas en un conjunto más amplio de relaciones sociológicas y económicas. La economía de la innovación se ha esforzado hasta el momento por involucrar en el aspecto estratégico de las innovaciones en los nichos tecnológicos, a actores que normalmente son excluidos de las decisiones de política en relación con los desarrollos tecnológicos. La dirección estratégica del nicho es el "esfuerzo colectivo de hacedores de política estatal, agencias regulatorias, autoridades locales (agencias de desarrollo), organizaciones no gubernamentales, grupos de ciudadanos, compañías privadas, una organización industrial específica, grupos de interés especiales e individuos". (Kemp, Schot and Hoogman, 1998: 188), los temas del cambio socio-técnico abren a la economía de la innovación para incluir un conjunto de actores más allá de las firmas innovadoras y sus intermediarios cercanos como proveedores y consumidores.

2.5. El enfoque de estructura tecnológica.

Este concepto se construye a partir de los instrumentos de análisis de la sociología, donde la estructura social es entendida como un conjunto de formas en que grupos e individuos se organizan y relacionan entre sí y con los distintos ámbitos de una sociedad[45]. Desde el enfoque sociológico, la estructura es un instrumento para analizar la realidad social. Pero el concepto de "estructura" tiene una larga evolución y variedad de interpretaciones dentro de campos analíticos distintos. Fue utilizado desde el siglo XVII en el campo de la historia natural para hacer referencia a las relaciones entre las partes de un todo.

El término estructura, también se usaba en anatomía, pero en el siglo XIX se trasladó a la sociología como consecuencia del empleo de ciertos términos basados en analogías con las dinámicas orgánicas por parte de los sociólogos y pensadores de la época, tales como:

[45]Definición de la Enciclopedia de la Lengua Española 2009.

Auguste Comte, Karl Marx y Herbert Spencer. Para este último, era posible establecer el paralelismo entre la organización y evolución de los organismos biológicos, y la organización y evolución de las sociedades. La sociedad, considerada como un "organismo vivo", podía ser dividida en partes ordenadas y diferenciadas. Desde este enfoque teórico, la estructura social sería la "trama de posiciones e interrelaciones mutuas mediante las cuales se puede explicar la interdependencia de las partes que componen la sociedad".

Al extender el enfoque sociológico al estudio de la tecnología, es posible hablar de estructuras diferenciadas dentro de cualquier sistema, y particularmente en un sistema de innovación. En este sentido al hablar de "Estructuras Tecnológicas" nos estaremos refiriendo a la manera en que se establecen las interrelaciones entre actores (Proveedores, Usuarios, Centros de I+D, unidades de Diseño, etc.) y recursos ("acervos de conocimiento", "tipologías de diseño", etc.) que componen dicha estructura.

Es importante señalar que no se está considerando que dichas estructuras tengan un estado de equilibrio o sean estáticas, por el contrario, se reconoce que interactúan con las demás estructuras (Sociales, Industriales, Institucionales, etc.), con lo que "soportan" e "interfieren"[46] mutuamente y con su contexto, en la conformación de un Sistema de Innovación Tecnológica.

El enfoque de estructuras, ha sido tratado también desde el ámbito de la historia. Para autores como Douglass N. (1996), el cometido de la historia económica es explicar la estructura, el funcionamiento y los resultados de las economías a lo largo del tiempo. Por Funcionamiento y resultado, se refiere a los indicadores típicos de los economistas;

---

[46] La palabra "interferencia" no es usada en este trabajo como un sinónimo de distorsión o influencia adversa, sino para referir un proceso de mutua transformación entre las partes que se "interfieren" y cuya influencia no es necesariamente negativa o adversa. Mier R. (2003).

Ejemplo: Cantidad producida, distribución de los costos y beneficios y la estabilidad de la producción. Pero por estructura entiende esas características de una sociedad que pueden ser considerados como determinantes básicos de los resultados. Aquí se incluyen las instituciones económicas políticas, la tecnología, la población y la ideología de una sociedad.

Desde el enfoque histórico, el acervo de conocimientos y el acervo de tecnología elevan los límites del bienestar humano, pero de hecho no determinan por si mismos la satisfacción humana que se alcanza dentro de esos límites. La estructura de la organización política y económica es la que "soporta" los resultados de una economía, así como la tasa de incremento de los conocimientos y del avance tecnológico. Las formas de cooperación y competencia que desarrollan los seres humanos y los sistemas para hacer respetar las reglas de organización de la actividad humana forman el núcleo de la historia económica, de hecho estas reglas no solo describen detalladamente el sistema de incentivos y des incentivos que guían y configuran la actividad económica, sino que también determinan la distribución subyacente de la riqueza y de la renta en una sociedad.

Podemos entonces reconocer que las estructuras no son estados de equilibrio dentro de una organización social o dentro del despliegue del proceso innovador, sino que en realidad se trata de una diversidad de interrelaciones entre las estructuras, las cuales no tienden al equilibrio, sino que se encuentran en constante transformación y rearticulación.

Reconoce la dinámica de las relaciones estructurales es al mismo tiempo reconocer la importancia del la dinámica o la evolución de las estructuras, sistemas y ambientes sobre los que se desarrollan las sociedades y las maneras como estas despliegan el procesos de innovación tecnológica, en el contexto de múltiples interacciones.

2.6. Estructura de conocimiento desde el enfoque de sistemas.

Podemos partir desde el enfoque sociológico clásico, Talcott Parsons elaboró su teoría del sistema y organización social en términos de estructura y función: la estructura, según este enfoque los elementos de los sistemas son relativamente constantes y estables. Sin embargo, fueron A. R. Radcliffe-Brown y Claude Lévi-Strauss los representantes de dos concepciones diferentes y enfrentadas sobre esta teoría: Radcliffe-Brown comparó la sociedad a un mecanismo en funcionamiento cuyas partes pueden ser descritas y representadas por los propios participantes (modelo conceptual). Lévi-Strauss, opuesto a la concepción de Spencer y Radcliffe, consideró la estructura como algo "latente" en la realidad pero a modo de un "orden oculto", es decir, que sus partes sólo pueden ser interpretadas y explicadas a través de un modelo teórico. Aunque esta visión de la realidad resulta determinista, puede rescatarse la idea de estructura como un conjunto de partes ordenadas identificables, no como un orden preestablecido, sino como la consecuencia de procesos sociales que permiten el acomodo de los componentes de un sistema social, estableciendo una configuración específica. Aunque en esta corriente clásica del pensamiento sociológico no se establece la dimensión de la estructura, es posible interpretar que se refieren a sistema restringido en un espacio determinado y fijo, en este sentido se puede decir que se considera el ámbito local.

Desde un enfoque reciente, el cual pretende extender la idea de la articulación y funcionamiento de la pares, Wallerstein, I. (1999), construye el concepto de sistema desde el plano internacional, apoyado sobre la teoría de los espacios económicos y de los polos de crecimiento desarrollada por Perroux (1971), partiendo del concepto de asimetría, de dominación y de regulación; en estas teorías la economía mundial aparece como un sistema complejo marcado por una competencia desigual entre naciones y en la

cual una potencia dominante puede orientar las corrientes de comercio y las estructuras productivas en su favor[47].

Este enfoque se planeta desde una perspectiva cuya dimensión podría considerar cualquier dimensión física o analítica y aparentemente considerar todo al mismo tiempo, sin embargo este enfoque analítico podría parecer ambiguo, permitiendo un enfoque analítico que pudiera resultar poco objetivo y al mismo tiempo totalizador en las conclusiones, lo que sí es posible rescatar de este enfoque analítico es el reconocimiento de que toda estructura puede ser la consecuencia de un orden no solo en el ámbito local, sino también producto de la influencia, intereses y desarrollo de otras estructura paralelas evolucionando, teniendo como factor común el tiempo ó momento histórico en el que se desarrollan, además de los inherentes mecanismos de articulación comercial de las economías capitalistas contemporáneas.

Desde la perspectiva del "sistema mundo", se considera que este es construido por el medio económico, social, histórico, político y jurídico nacional (incluso local o regional), en el cual evolucionan empresas y ramas de actividad; esto resulta fundamental para explicar su éxito en los mercados mundiales Wallerstein (1999). Lo anterior se basa en la identificación de los cuatro elementos que son determinantes para el desarrollo de la ventaja competitiva con que puede contar una empresa, grupo o sector:

1) Los factores de producción,
2) La naturaleza de la demanda,
3) las relaciones de complementariedad entre las empresas o sectores conexos,

---

[47] No sería muy difícil utilizar esta postura teórica en el análisis de los acuerdos comerciales de América del norte y la manera con una nación desarrollada como EUA podría dirigir los términos de la articulación de los flujos comerciales y de conocimiento en su favor.

4) la organización y la estructura de las empresas en las cuales es conveniente agregar el papel de los gobiernos. Porter (1990).

Desde el enfoque de la economía de la innovación podemos considerar el concepto de Sistema Nacional de Innovación como un marco de referencia de las estructuras de conocimiento. Uno de los puntos de partida de este enfoque, son los estudios comparados y la falta de homogeneidad entre las naciones[48], caracterizados por:

1) La limitada convergencia en el desempeño económico a través de los países.
2) La igualmente limitada convergencia en las capacidades tecnológicas en los países desarrollados y en los que se encuentran en desarrollo.
3) La evidencia de crecimiento en el rol de la tecnología como un determinante de la competitividad y el crecimiento.

La noción de Sistema Nacional de Innovación puede ser vista como una manera de abarcar las numerosas facetas de relaciones entre tecnología, comercio y crecimiento, como una manera de sugerir que el desempeño de la economía nacional depende de la manera en la cual los preparativos organizacionales e institucionales así como las interacciones que conducen a la innovación y crecimiento han permitido el crecimiento en diferentes países. Chesnais (1995).

En el debate contemporáneo, la noción de Sistema Nacional de Innovación fue introducida por Christopher Freeman (1988), mientras analizaba las especificidades de los patrones japoneses de aprendizaje tecnológico y posteriormente explorada por

---

[48] Dollar y Wolff (1993), Dosi, Freman y Fabián (1994), Fagerberg (1994), Nelson (1996), Verspagen (1993).

Lundvall (1992) y Nelson (1993). En una perspectiva comparativa a través de sectores y países.

El concepto de Sistema Nacional de Innovación, es generalmente asociado con el interés en la economía de la innovación y con el punto de vista de que después de todo, la acumulación de conocimiento puede ser realmente un motor primario de crecimiento a largo plazo. Sin embargo, debe reconocerse que este factor es desigualmente distribuido a través de los países y básicamente formado por instituciones nacionales.

El concepto de sistema también ha sido un tema central para campos del análisis económico como el del desarrollo y en la tradición francesa de economía industrial manejado principalmente por "De Bernis y Peraux" entre otros. Aquí el énfasis está puesto sobre los vínculos específicos, intersectoriales, vistos como impulsos por las cargas de demanda y como flujos tecnológicos. En este sentido, Dahmen (1988), ha sugerido la noción de "bloques de desarrollo".

El análisis contemporáneo de los "Sistemas Nacionales", pone énfasis en el proceso por el cual el contexto institucional fortalece o dificulta la formación de patrones locales y específicos de innovación.

Han existido al menos tres formas básicas de aproximación al concepto de Sistema Nacional de Innovación.

a) Identificación de las especificidades de las instituciones nacionales y las políticas de soporte directas o indirectas para la innovación, así como de los procesos de difusión y acumulación de habilidades tecnológicas y de gestión, (por ejemplo el rol de las investigaciones de las universidades y los programas militares y

espaciales en el sistema nacional estadounidense o las instituciones de entrenamiento en Alemania). Nelson (1993).

b) Una segunda aproximación enfatiza especialmente la importancia de la relación proveedor usuario y el desarrollo asociado de bases de conocimiento colectivo y las reglas y expectativas de comportamiento compartidas (Lundvall 1992).

c) Patel y Pavitt, entre otros, han mostrado los vínculos entre patrones nacionales de acumulación tecnológica y las competencias y estrategias innovativas de unas pocas compañías nacionales de gran tamaño. Por supuesto que este enfoque descansa sobre la hipótesis de que existe una evidencia, con pocas excepciones de que las compañías multinacionales desempeñan muchas de sus actividades innovativas en su país de origen. Patel y Pavit 1991, Amable, Barré y Boyer 1997.

Los tres enfoques generales antes presentados, no se encuentran en yuxtaposición, de hecho son complementarios y pueden ser identificadas características e hipótesis comunes a dichos enfoques:

i) El conocimiento es altamente dependiente del contexto en el que se genera, aún con los avances en la informática y la comunicación, sigue estando basado en las formas tácitas y locales del conocimiento. Las especificidades tácitas locales continúan tomando un rol importante en la mayoría de las actividades económicas. Soete (1997)[49].

ii) Los mecanismos propios de auto reforzamiento en la reproducción de conocimientos son generados localmente aunque algunas veces una parte sea externa a las firmas individuales. (las competencias asociadas con "distritos industriales" son un ejemplo claro).

iii) La globalización de los mercados y las actividades de producción, han contribuido al incremento local de la acumulación de conocimiento,

[49] Esta tesis pretende identificar las especificidades del conocimiento para México en el contexto de AN.

permitiendo el crecimiento y diversidad a través de las naciones y regiones; aunque ello depende del grado de difusión de conocimientos por parte de las firmas globalizadas.

En tiempos recientes, ha parecido existir una tendencia a la apropiación local y falta de difusión del conocimiento aplicado para la innovación en relación a que las actividades medulares para la concepción de nuevos artefactos tecnológicos complejos (lo cual implica capacidades de diseño muy avanzadas[50]), sigue siendo una actividad exclusiva para los países desarrollados, lo cual reduce la posibilidad de apropiación o participación en la definición de trayectorias de expansión tecnológica.

En suma, las estructuras de conocimiento que se pueden establecer en un región como la de América del norte, representan una categoría de análisis para comprender el proceso de innovación tecnológica en un mundo cada vez más globalizado y sobre todo permite establecer los criterios para caracterizar una especialización en diseños para innovación, ya que los nichos de innovación hacen uso de los acervos de conocimiento específicos que establecen en los bloques comerciales como el de América del norte; al mismo tiempo, esta categoría de análisis seguirá permitiendo formular metodologías de análisis para la construcción de posibilidades de crecimiento de las áreas geográficas y las entidades institucionales Dosi (2002).

---

[50] En este caso nos estamos refiriendo a artefactos complejos como los de la industria aeroespacial, los cuales demandan y generan acervos de conocimiento con un grado de especialización muy elevado y al mismo tiempo capacidades de diseño específicas, con una gran capacidad de articular dichos conocimientos y articular los diferentes componentes del artefacto. En este proceso también se requiere una gran capacidad de articulación de los nichos de innovación, así como de una correcta articulación con los organismos gubernamentales que influyen en la determinación y fomento de los regímenes tecnológicos.

2.7. Interpretación analítica, de lo micro a lo macro ó viceversa.

Hasta el momento se han presentado diversos enfoques de análisis que en su mayoría permiten que las investigaciones arriben a conclusiones relevantes pero ligadas a sus alcances de análisis, en este sentido todos los estudios llegan a conclusiones que miran al interior del fenómeno pero no se establecen las posible relaciones con los fenómenos que ocurren a otros niveles de agregación de los fenómenos.

En los estudios de economía de la innovación se han realizado diversas interpretaciones del marco analítico antes presentado y en algunos caso se ha tratado de establecer un sentido de causalidad o de influencia entre los fenómenos que van de lo micro a lo macro y viceversa.

Desde una perspectiva macro, esta tesis recupera el concepto de "Tecnologycal landscapes" como un referente teórico que permite estudiar los aspectos estructurales de la economía a nivel nacional y sus posibles implicaciones en la economía de la innovación. Desde esta perspectiva analítica se puede interpretar la configuración de los perfiles tecnológico mexicano y las posibles tendencias en la articulación con los perfiles de EUA y Canadá, los cuales se inscriben en el bloque comercial establecido por los tratados de libre comercio para América del norte[51].

Desde una perspectiva micro, esta investigación estudia los nuevos diseños a nivel de nichos de innovación, estudiando los caso de empresas que pueden ser ilustrativos de los mecanismos a través de los cuales se generan articulaciones de conocimientos difundidos

---

[51] Es importante considerar que aunque México ha suscrito una gran cantidad de tratados con otros bloques comerciales como los de Asia pacífico o con la comunidad económica europea, estos no se han integrado como una parte sustancial de la política económica de exportación, en este sentido la posible influencia o articulación entre los perfiles tecnológicos de México con los paises de los bloques comerciales antes mencionados resultaria ser poco influyente.

y se diseñan artefactos que llegan a los mercados en condiciones que les permiten impactar de manera positiva en ellos y consolidarse como elementos de desarrollo para las empresa contribuyendo no solo a la supervivencias de estas, sino a su posible expansión e impacto en la articulación con otras empresas.

El debate analítico en el que se plantea esta tesis surge al intentar establecer un sentido de causalidad en los fenómenos de innovación, ¿el proceso de transformación de la estructuras que contribuyen a establecer mecanismos recurrentes de innovación para el desarrollo fluye de los micro a lo macro o viceversa?

Ya se mencionaron los peligros metodológicos y analíticos de una interpretación ascendente del fenómeno de innovación, entre otras cosas podría establecer ciertas características de impacto inexorable e inmediato de las innovaciones individuales en las empresas sobre las estructuras agregadas de la economía y más aún sobre los perfiles tecnológicos. El problema de esta perspectiva ascendente de la innovación consiste en que los procesos de innovación tecnológica no solo tendrían una consideración sobredimensionada de su impacto, sino que también se tendría que aceptar que los nuevos diseños para la innovación surgen de manera espontánea a nivel de las empresas y que habría que esperar a que estos ocurran para que se genere el desarrollo del conjunto de la economía.

Evidentemente, un enfoque como el anterior además de ser limitado no permitiría analizar de manera más profunda el fenómeno de la innovación y su impacto en la transformación de la economía en su conjunto. En la práctica, pocos desarrollos de nuevos productos o diseños surgidos en nichos logran tener un impacto directo en la transformación de los regímenes.

Desde una perspectiva descendente del análisis de la innovación, se podría proponer que son los cambios al nivel de las configuraciones industriales ó las dinámicas de articulación comercial e industrial a nivel internacional los aspectos que influyen el proceso innovativo, sentando las bases para que las empresas en los nichos de innovación se vean favorecidas y motivadas para generar nuevos diseños que tengan un impacto positivo en su desarrollo y por consecuencia en el de los sectores en su conjunto.

Aunque este planteamiento de causalidad podría explicar los efectos de algunos casos de innovación, sería limitado en el sentido que no se tendría claridad en los incentivos para la innovación y menos aún se podría determinar cuáles son los mecanismos a través de los cuales las nuevas configuraciones del perfil tecnológico puede impactar a las empresas para que usen y generen nuevos diseños de artefactos para la innovación.

Independientemente del sentido que puedan establecer los mecanismos de innovación desde lo macro a lo micro ó viceversa. Esta tesis recoge la noción multinivel de la transformación de regímenes tecnológicos, la cual ha ayudado a comprender mejor la naturaleza de su dinámica, de igual manera permite establecer con cierto grado de claridad las maneras en las cuales las transformaciones pueden ser dirigidas en procesos deliberados.

Aún cuando se considere una perspectiva multinivel en el análisis, persiste el problema asociados al grado de representatividad de los ejemplo estudiados par establecer conclusiones a nivel agregado de la economía, es decir, no se puede establecer hasta que punto el estudio de un caso de innovación puede considerarse como representativo y concluyente en el análisis. Ante la imposibilidad de establecer un número representativos de caso de innovación para llegar a conclusiones en esta tesis se reconoce que los casos pueden ilustrar el uso del conocimiento y ser evidencia de una especialización en el diseño, aunque no expliquen el proceso en su conjunto.

ARCHIVO HISTORICO

De igual manera el análisis del perfil tecnológico a partir del PIB manufacturero no explica el comportamiento de la economía en su conjunto, pero si establece las bases para observar su evolución y relacionarlo con los impactos en la especialización de conocimiento por sector industrial, lo anterior puede ser un criterio de selección de empresas de los sectores industriales más dinámicos para observar las empresas con posibilidades de mayor dinamismo e impacto a nivel de nichos industriales.

Podemos argumentar que no todos los procesos de transición tecnológica son iguales, por ello es que esta tesis trata de estudiar y describir características, dinámicas e historia únicas para el caso de México en el contexto que ha establecido con EUA y Canadá. Es por ello que el modelo del proceso de transición tecnológica que aquí se propone será una interpretación local y específica, en el que los casos de empresas con capacidades de diseños para la innovación ilustran los mecanismos de uso y aprovechamiento de los acervos de conocimiento que se han establecido para México en medio de una transición estructural de las relaciones comerciales y consecuentemente de sus perfiles tecnológicos.

Otro aspecto fundamental para esta tesis es el que se refiere a los grados de articulaciones entre los niveles analíticos de la economía. Anteriormente se discutió sobre los impactos o influencias de lo macro a lo micro o viceversa, pero lo que para esta investigación resultó relevante es dilucidar si existe un mecanismo intermedio de articulación entre los niveles macro y micro de las dinámicas económicas. En este sentido los regímenes tecnológicos establecen los criterios para distribuir los recursos de inversión gubernamental entre los nichos de innovación

Este es un nivel de análisis relevante ya que a nivel del régimen tecnológico los criterios de asignación de recursos para la innovación son influidos por los perfiles tecnológicos y las prioridades de los comerciales internacionales; en este mismo sentido las empresas

que tienen mayor posibilidad de éxito en el uso de los recursos de financiamiento son las que no solo han construido capacidades de diseño entendido como la articulación de conocimiento, sino las que logran un mayor grado de articulación entre nichos de innovación.

Lo anterior nos devuelve al debate sobre los grados de influencia en la conducción del proceso de transformación hacia un objetivo predefinido o "visión" propuesta por (Kemp y Totmans, 2001: 4). Es al nivel meso donde los objetivos de la administración de la transición son mejor dirigidos al objetivo: una visión para un nuevo régimen socio-técnico.

Desde este marco teórico conceptual se puede definir una interpretación multinivel, la cual puede describir de manera general las bases para un estudio integral que si bien no llega a conclusiones generalizadoras sobre los mecanismos de transformación de los perfiles tecnológicos si los puede describir, caracterizando los aspectos que puede influir en proceso recurrentes de innovación.

De igual manera se pueden estudiar ejemplos de diseños para la innovación al interior de nichos tecnológicos los cuales ilustren de manera conveniente los mecanismos de uso y reproducción de los acervos de conocimiento. Finalmente el estudio del GIDESP pude mostrar evidencia del direccionamiento que México ha tenido sobre sus recursos financieros para la innovación, estudiando en las dinámicas de configuración de los perfiles tecnológicos la fuente de influencia para su asignación.

3 El comportamiento tecnológico de México en el proceso de integración con América del Norte.

3.1 El comportamiento tecnológico

En esta investigación, se admite que las empresas formulan diferentes estrategias de contingencia y describen senderos acumulativos de aprendizaje, lo cual induce a la conformación en el tiempo de diferentes estructuras de mercado y patrones de desempeño sectorial en relación con las transformaciones económicas del ambiente que los rodea (Nelson 1997), sobre todo como mecanismo de adaptación ante cambios en el horizonte tecnológico.

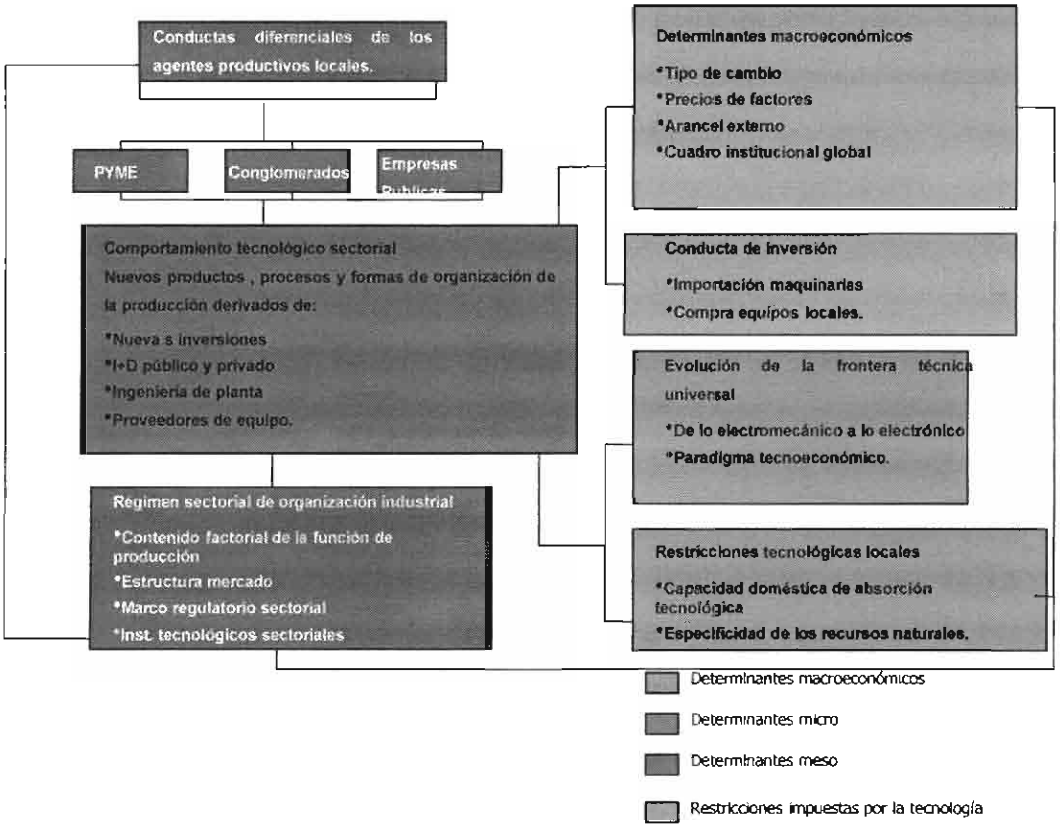
En economía de la innovación existe un referente analítico análogo a la selección natural de las especies y es la transformación del mercado el que influye en la selección de estrategias y diseños para la innovación empresariales que son exitosas y sobreviven en el tiempo y cuales desaparecen[52]. Esta interpretación analítica nos aleja del concepto de "firma representativa" la cual establece de manera autónoma los senderos de innovación, la noción de comportamiento seguidor de las empresas del sector se torna más difícil de considerar y la idea de tendencia al equilibrio prácticamente desaparece del cuadro interpretativo.

Como podemos ver en la ilustración 5 de los determinantes del comportamiento tecnológico, las variables mesoeconómicas (regímenes tecnológicos) y macroeconómicas

[52] Desde la perspectiva analítica de esta investigación se propone que las tipologías de diseño son formas de comportamiento estratégico, lo que determina mecanismos de adaptación en un contexto económico evolutivo.

(transformaciones en los perfiles tecnológicos) juegan un papel determinante como soporte del crecimiento de la productividad factorial.

Ilustración 5 Determinantes del comportamiento tecnológico.



Fuente: Katz, Jorge 2000, Publicación de la CEPAL, Desarrollo productivo N° 65, enero 2000.

La morfología del mercado, el marco regulatorio e institucional, las capacidades tecnológicas acumuladas por las empresas a través del tiempo y las distintas rutinas, estrategias tecnológicas y organizacionales de las mismas, son lo que soporta el funcionamiento innovador de las empresas en la sociedad. Cobra importancia aquí la idea del "régimen competitivo y tecnológico" en el que funciona cada mercado (Malerba, 1998).

Las particularidades de las empresas involucradas en cierto sector de actividad son relevantes, en la medida en que las distintas capacidades tecnológicas y de diseño para la innovación acumuladas, así como los diferentes modelos de organización de la producción de cada empresa condicionan las reacciones empresariales ante transformaciones en el régimen tecnológico, así como a los cambios en las señales macroeconómicas asociados a los fenómenos de integración comercial. Tal es el caso de América del norte a partir de 1985, tomando decisiones a nivel empresarial en relación con la integración de las estructuras industriales y la subsecuente interacción con las demás estructuras del sistema.

El esquema de los determinantes del comportamiento tecnológico nos ilustra también acerca de otro hecho importante que algunas veces pasa desapercibido en el debate contemporáneo sobre la sustentabilidad de largo plazo de las reformas estructurales. Nos referimos al hecho de que los cambios en los factores micro (esto es, en las funciones de comportamiento y capacidades de diseño para la innovación de los actores individuales), influyen en los equilibrios macroeconómicos alcanzados por la sociedad, no de manera directa pero si a través de los criterios de uso y demanda de los acervos de conocimiento par al innovación, sobre todo en las tendencias del financiamiento para investigación y desarrollo.

El proceso de retroalimentación desde lo micro a lo macro opera a través de mecanismos tales como el impulso a los productos de exportación, en la medida en que estos últimos acaban condicionando el ritmo de crecimiento alcanzado por la economía y la sustentabilidad de largo plazo en los equilibrios fiscales y externos de la economía. R. Ffrench Davis y S. Griffith, (1995).

Puede decirse entonces, que no es sólo la dinámica macro la que condiciona el comportamiento micro, sino que también este último soporta e influye en la naturaleza

del sendero de expansión tecnológica y la sustentabilidad de largo plazo del conjunto de precios relativos prevalecientes en la economía. Se cierra de esta forma el círculo entre estructura productiva y cuentas agregadas de la economía y la construcción de capacidades de diseño para la innovación de las empresas. Resulta importante resaltar esta perspectiva teórica, ya que la teoría neoclásica del crecimiento no ha logrado describir hasta ahora con éxito los mecanismos de interacción entre las esferas económicas micro y macro.

Hasta aquí se han descrito los vínculos que interaccionan entre las variables micro, meso y macroeconómicas con la conducta innovativa y de diseño de las empresas. Es importante notar que esta última se transforma cuando se modifican de manera significativa los perfiles tecnológicos, las instituciones y cuadros regulatorios sectoriales en el curso de un programa de estabilización macroeconómica o integración comercial, ya que necesariamente implica un proceso de reforma estructural del tipo de los que han ocurrido en los países de América del norte en las últimas tres décadas.

Los tratados de libre comercio de México con EUA y Canadá han respondido al contexto de una globalización comercial internacional, lo cual implica necesariamente una transformación de los perfiles tecnológicos, instituciones y los marcos regulatorios en que operan los agentes económicos individuales, tendientes a confluir para satisfacer las necesidades de integración y homologación de los criterios productivos.

Una de las características desfavorables de los mecanismos de integración comercial como un modelo de desarrollo para países como México, consiste en que se han implementado con el fin de sacar a la economía de una situación de extremo desequilibrio en las cuentas externas y fiscales; bajo la presión de cumplimiento de los acuerdos *comerciales*. En el caso de México, el intento de transformación de la estructura comercial internacional fue aplicada en una situación de gran turbulencia macro en la que

el grado de incertidumbre había crecido significativamente, además de que había desaparecido la confianza de los agentes económicos internacionales en la capacidad del gobierno para sostener los equilibrios macroeconómicos fundamentales; puede decirse que el horizonte de planeamiento de los agentes económicos individuales se había reducido considerablemente.

En situaciones de emergencia estructural como las descritas en el párrafo anterior, las circunstancias, lo financiero y lo coyuntural adquiere primacía sobre lo productivo y estructural desde la perspectiva de las estrategias empresariales. En principio, todo aquello que madura en el mediano y largo plazo tiende a ser abandonado por los agentes económicos al aumentar la incertidumbre y reducirse su horizonte de planeamiento; las empresas buscan reducir al máximo su grado de exposición a fenómenos inmediatos como la inflación y evita incurrir en nuevas inversiones en condiciones de incertidumbre. Katz (2002).

Estos procesos de cambios en los modelos de desarrollo económico terminan teniendo un impacto severo y muchas veces adverso sobre la construcción de capacidades tecnológicas endógenas, así como la paralización de los mecanismos de innovación, entendidos como la desarticulación de procesos endógenos para la integración de conocimientos nuevos y difundidos en el desarrollo de innovaciones tecnológicas, aunado a las presiones comerciales que ejercen los polos de desarrollo tales como EUA sobre países como México en el contexto de nuevos acuerdos de integración comercial.

La influencia que pueden tener las turbulencias y los polos de desarrollo van más allá de impactos temporales o coyunturales, ya que tienen consecuencias profundas al establecer transformaciones en los arreglos industriales y los perfiles tecnológicos que transforman los acervos de conocimiento y su uso. Lo anterior es de suma importancia, ya que es la estructura de conocimiento la que define los rasgos de influencia estratégica en la

naturaleza de la innovación y la participación de las empresas en el mercado; además de la interacción de los agentes de la innovación en un sistema económico determinado en el ámbito local e internacional en el contexto de sus articulaciones comerciales.

3.2 La Estructura de conocimiento en la transformación de las políticas comerciales de México con América del Norte.

El proceso de reestructuración sectorial que se estableció durante el proceso de transición del modelo basado en sustitución de importaciones a la apertura económica y de globalización[53], supone un drástico cambio en los arreglos institucionales a nivel nacional así como en los paradigmas comerciales que EUA y Canadá comenzaron a establecer para México como sus nuevos socios comerciales. El modelo de organización industrial surge sin una planeación aparente y la inversión extranjera directa inició un proceso de selección de sectores productivos asociados a reducción de costos en la producción para la exportación hacia EUA y en menor medida a Canadá.

Lo anterior nos lleva a considerar los cambios en el ambiente competitivo y tecnológico como un elemento de análisis, ya que durante este periodo aumentó el grado de concentración económica preexistente en la industria, lo que propició la desaparición de empresas, (generalmente los pequeñas y medianas, pero no debemos olvidar que en este proceso de transformación, también lo hace una gran parte de las plantas productivas de propiedad estatal), se desarrolla una nueva infraestructura de investigación y desarrollo la cual intenta integrarse a la existente a nivel internacional, mejorando significativamente

[53] Aunque no se podría establecer cronológicamente una fecha exacta para el comienzo del proceso de globalización o de la transición de las políticas comerciales que México estableció para integrarse al proceso global, es a partir de la década de 1980 que se comienzan a establecer mecanismos de apertura comercial y al mismo tiempo el estado deja de participar en la producción de bienes estratégicos como energía, comunicaciones y metalurgia básica.

la capacidad tecnológica en campos específicos (en el caso del fin del modelo de industrialización por sustitución de importaciones, la inversión extranjera directa alentó el desarrollo de las empresa en el campo de la electrónica, automotriz , química y en menor medida empresas relacionadas con el diseño de embalaje como se mostrará más adelante).

Al cambiar el perfil tecnológico de los recursos humanos utilizados por la industria, consecuentemente lo hace también el patrón de uso del conocimiento de la fuerza de trabajo para el diseño de productos innovadores. Aunque no sea el objetivo de esta investigación, es importante señalar los efectos de este proceso en el que se genera el efecto conocidos como derramas tecnológicas, proceso en el cual de manera marginal fluyen los acervos de conocimiento entre las personas de manera tácita o de manera explícita a través de las especificaciones de diseño, planos y diseños electrónicos, estableciendo la difusión y asimilación de conocimientos específicos que el proceso de integración comercial fomenta.

Las empresas domésticas comenzaron un proceso recíproco de inversión internacional, adquiriendo participación en programas de alianzas estratégicas con grandes grupos multinacionales y asentándose en la frontera de México con EUA. Se consolidó un nuevo modelo de gestión empresarial que claramente transcendió el estilo de gestión de décadas anteriores, así como un nuevo modelo de flujo de conocimiento tácito y explícito soportado por las tendencias de la inversión extranjera directa.

Los grandes conglomerados de capital nacional que gradualmente quedaron en control del sector industrial comenzaron a participar en la escena mundial y pese a que todavía son de escala reducida cuando se les compara con las empresas internacionales del ramo,

funcionaron como actores de la transformación tecnológica de América del norte en los campos dinámicos de los perfiles tecnológicos[54].

La evidencia empírica que se presenta en los capítulos siguientes demuestra que el proceso de articulación comercial y reestructuración industrial que estamos describiendo está asociado a la salida de empresas de los sectores productivos más dinámicos, las cuales no construyeron capacidades tecnológicas; pero más aún, que no desarrollaron capacidades de uso del conocimiento difundido en la región como consecuencia del tratado de libre comercio, quedando imposibilitadas de aprovechar o generar acervos de conocimiento aplicado al diseño de artefactos para la innovación.

Ahora bien, es necesario reconocer que no cualquier tipo de empresa cuenta con las condiciones para hacer uso de los acervos de conocimiento y menos aún de generar diseños exitosos para la innovación en el contexto de la integración comercial de América del norte. El tipo de empresas con capacidades de diseño son comúnmente intensivas en capital, demandantes moderadas de mano de obra en términos relativos, aunque esta se dirige a puestos de trabajo con mayor calificación y más competitivos a escala mundial. Este tipo de empresas se convierten en puentes de acceso a los acervos de conocimiento difundidos a nivel internacional y espacios para la formalización de los procesos incipientes de diseño.

Otro rasgo estructural que se ha señalado en la transformación comercial es la alta tasa de desaparición de empresas y el fenómeno de desestructuración que es digno de observar

[54] Es por ello que la dimensión de análisis nacional pierde poder explicativo ó al menos es una interpretación sesgada y parcial de un proceso que solo puede ser observado desde la perspectiva planteada por autores como Wallarstein (1999). Analizando el sistema mundo y sus "vectores de desarrollo" básicos. De igual modo es claro que no se pude seguir analizando el impacto de las políticas nacionales de desarrollo fuera de su contexto global y menos aún que el efecto es unidireccional. En realidad pueden analizarse efectos y procesos de "soporte" e "interferencia" Mier R. (2003), entre los elementos de la dinámica social, es decir, entre las estructuras, entorno y sistema, cuya articulación caracterizan el despliegue del proceso innovador.

en diversas cadenas productivas –tanto en el ámbito industrial como el agropecuario- que funcionaran de manera relativamente adecuada durante los años de la industrialización sustitutiva. Katz (2002). Sin embargo, debe considerarse que el fenómeno de alta mortandad de empresas podría estar asociado a su limitada capacidad de acceso, asimilación y uso del conocimiento, ya que las empresas extranjeras establecen como condición necesaria para la generación de nuevos diseños, la operación productiva capaz de integrarse con los perfiles tecnológicos de la región.

La apertura comercial ha facilitado el surgimiento del fenómeno conocido como outsourcing sobre todo en los sectores de insumos intermedios. Los procesos de operación coordinados con la casa matriz ó con el licenciatario del exterior han potenciado el efecto de colaboración en el ámbito de la producción, pero también en el de diseño, al procurar una mayor homologación de partes y piezas con proveedores internacionales.

Es necesario reconocer que el fenómeno descrito en el párrafo anterior no ha sido un comportamiento típico de las empresas mexicanas, en una gran cantidad de caso la transformación de la línea de productos comercializada por las grandes empresas terminales ha colocado en dificultad a sus subcontratistas locales, los que muchas veces han encontrado imposible seguir el ritmo de modernización impuesto por las casas matrices. Ha habido fuertes fallas de coordinación, acceso a la información y a los recursos necesarios (capital de largo plazo, conocimientos tecnológicos de organización de la producción, etc.) por parte de las empresas mexicanas, dando pie al surgimiento de maquiladoras con escasa posibilidad de formación de capacidades tecnológicas[55].

---

[55] Aún cuando se puede considerar el efecto de derramas tecnológicas en la región, debe reconocerse que este fenómeno no es inherente al funcionamiento de las empresas y que en todo caso es un proceso que de no ser gestionado adecuadamente no tiene un impacto directo en el desarrollo empresarial y menos aún en la construcción de capacidades tecnológicas y de diseño.

La reestructuración del aparato productivo y la resolución de problemas de coordinación dejada al libre arbitrio del mercado han derivado en un conflicto ante los posibles efectos benéficos de las derramas tecnológicas, pero también ha desembocado en mecanismos descoordinados en el acceso a fuentes de financiamiento local para contender ante las necesidades de transformación de los criterios productivos.

No existe evidencia suficiente de que el libre funcionamiento del mercado haya logrado resolver el problema del financiamiento para la innovación y menos aún en los casos de empresas que se veían en la necesidad de implementar cambios en el diseño de los productos ó cambios gerenciales y de organización del trabajo para quien no tenía formación técnica suficiente o accesos al tipo adecuado de consultoría de gestión. Los mercados de formación de recursos humanos y de reentrenamiento de personal gerencial también han mostrado fallas, al menos en cuanto a su financiamiento.

Todo lo anterior ha derivado en un incremento en el índice de mortalidad de las empresas y la consecuente desestructuración de cadenas productivas. En términos agregados, el periodo de apertura comercial para países como México y algunos otros de América latina han sido adversos; el funcionamiento de los mercados de factores y los mecanismos de difusión de conocimiento no muestran evidencia de comportamientos capaces de fomentar el desarrollo. Katz y Cimoli (2000).

Admitiendo que las políticas industriales deben propiciar mecanismos de regeneración del tejido productivo cuando se produce un cambio en el régimen global de incentivos con que funciona la sociedad, la evidencia presentada por autores como Katz (2000), nos lleva a pensar que los procesos "destructivos" han sido mayores a los efectos benéficos esperados ante procesos de integración económica y comercial para países en desarrollo de la región de América latina.

Si durante el proceso de cambio en el modelo económico para América del norte, se hubiese contado con mercados de factores más eficientes y sectores intermedios con capacidades de diseño y articulación de conocimiento (tal como ocurrió en países como Francia y España durante la consolidación de la comunidad europea ó como el caso de Corea durante el proceso de expansión exportadora de Asia en la década de 1980, en relación al fortalecimiento de su capacidades endógenas de diseño, lo que permitió controlar los procesos innovativos a su favor), el impacto adverso seguramente habría sido menor que el que registran estudios como Cimoli y Katz (2001), Aboites y Cimoli (2002) y Katz (2000)[56].

Los resultados de estudios como los mencionados anteriormente, indican que la apertura comercial externa (al abaratar los bienes de capital importados) y los cambios en el marco regulatorio (al profundizar los derechos de propiedad intelectual), han facilitado un intenso proceso de sustitución de equipamiento y tecnología de origen externo en reemplazo de ingeniería (y capacidades de diseño) nacional.

En consecuencia, el proceso de "destrucción creativa" de las libres fuerzas del mercado no ha demostrado ser un mecanismo conveniente para las empresas mexicanas en el contexto de articulaciones comerciales y productivas con países desarrollados. Los posibles efectos benéficos de las derramas tecnológicas resultan superados por sustitutos extranjeros en el ámbito de la producción o el diseño, contra los cuales no pueden competir las empresas cuyo acceso ó construcción de acervos de conocimiento es limitado y que al mismo tiempo carecen de capacidades para absorberlo y articularlo en el diseño de artefactos innovadores.

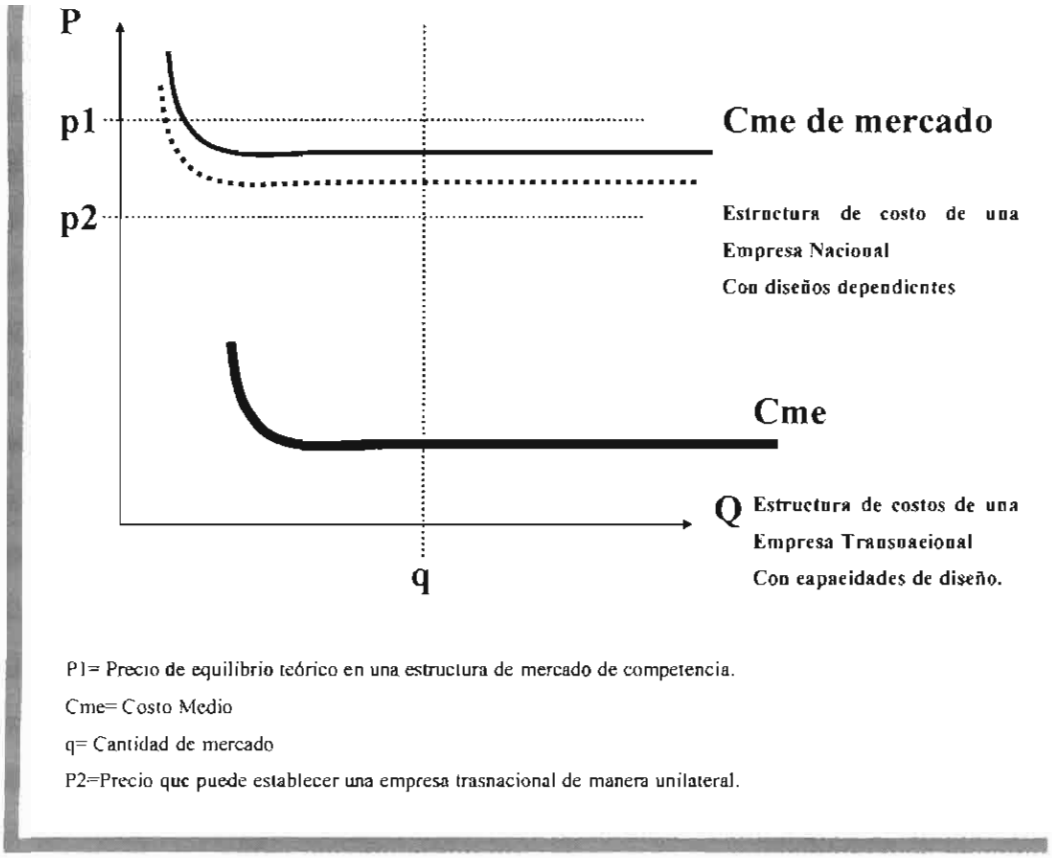
---

[56] También en este sentido, se justifica examinar nuevas formas de ingeniería institucional encaminadas a recobrar parte del capital social dilapidado.

Es importante aclarar que desde la perspectiva de esta tesis, el posible surgimiento de capacidades de absorción de conocimiento reside en las empresas, pero específicamente en la formación de capital humano. Es fácil observar que para el caso de México han existido efectos de obsolescencia y escasa expansión de las capacidades tecnológicas de la mano de obra, aunado al desplazamiento del capital humano especializado hacia países como EU. No se han establecido programas de fomento al desarrollo de capacidades de diseño como en los casos de EUA, Francia, Corea ó España. La generación interna de capacidades de diseño en los países citados se constituye como una fuente endógena y recurrente de innovación.

Desde el enfoque contemporáneo de la composición de costos para empresas en estructuras de mercado altamente concentradas de países en desarrollo como el caso de México, podemos considerar que ante la reducción de los costos por innovaciones en proceso para la producción de artefactos cuyo diseño es dependiente del extranjero, la empresa transnacional puede aprovechar su eficiencia productiva, pero más aún sus capacidades de diseño para reducir el precio de venta de su producción por debajo del mínimo del costo medio de las empresas locales, con lo que la empresa trasnacional ejerce su poder de mercado y puede controlar la participación, entrada y salida de empresas sin capacidades endógenas de diseño en el mercado del país en el que se establece. Tal como se muestra en la ilustración seis, que describe un modelo de estructuras de costos y capacidades de diseño endógenas en el establecimiento de poder de mercado.

Ilustración 6 Modelo de estructura de costos y capacidades de diseño endógenas (mecanismos de poder de mercado)



Elaboración Propia sobre la base teórica de Capdeville y Cimoli, 2000.

Revoluciones tecnológicas, cambios de paradigma y de marco socio-institucional.

3.3 Transformaciones tecnoeconómicas y socioinstitucionales en el contexto de mecanismos de integración comercial internacional.

Desde la perspectiva de la economía de la innovación, las fluctuaciones de largo plazo, que podemos llamar ondas largas. Pérez C. (2000) ó los conocidos como ciclos de Kondratiev; son el resultado de sucesivas etapas de acople y desacople de dos esferas del sistema, la tecno económica por un lado y la socio institucional por el otro. Cuando se alcanza un buen acoplamiento entre las dos esferas, hay un largo periodo de dos o tres décadas de crecimiento estable, percibido como una época de prosperidad; pero cuando se produce un desacoplamiento, ello resulta en un periodo igualmente largo de crecimiento irregular con fuertes tendencias polarizantes, además de recesiones y depresiones, percibido como una época dura y difícil, Pérez C. (2000).

Las causas de este comportamiento del sistema se encuentran en las grandes diferencias entre la esfera tecno económica y socio institucional, en términos de ritmos y dinámicas de cambio. Visto en el largo plazo, esto se refleja en patrones de continuidad y discontinuidad en la esfera tecno económica que requieren ajustes y transformaciones equivalentes a nivel socio institucional. Pero la fuerza inercial del marco socio institucional hace que este sea más resistente al cambio y más lento en adaptarse a las nuevas condiciones, excepto cuando se le somete a fuertes presiones políticas. Esto lleva a un desajuste estructural en cada revolución tecnológica, y luego se requieren décadas para restablecer la coherencia del sistema.

Desde una perspectiva Estructural, se debe enfatizar que el cambio técnico no es visto como un fenómeno asociado al diseño desde una perspectiva de cambio a nivel de soluciones de ingeniería, sino como un proceso social complejo que involucra factores

técnicos e institucionales en una red de interacciones. El posible diseño aislado de algún artefacto no cambian la esfera productiva ; sino los diseños que trascienden al ámbito de los nichos tecnológicos y que logran aprovechar las ventanas de oportunidad generadas por los regímenes tecnológicos ante transformaciones del horizonte tecnológico, se trata de procesos amplios a nivel de sistemas, recomposición de estructuras y transformación de los ambientes socioeconómicos, los que sustentan la difusión de grandes oleadas de innovación, ello reconfigura el "Sistema mundo"[57].

La dinámica evolutiva de cada tecnología particular se caracteriza por frecuentes incrementos en la eficiencia técnica, productividad y precisión de los procesos y por cambios regulares en los productos para conseguir mejor calidad, reducir costos o ampliar la gama de usos. La lógica que guía esta evolución llamada "trayectoria natural" por Nelson y Winter[58] y "paradigma tecnológico" por Dosi[59], es analizable y hace relativamente predecible el curso de los cambios incrementales.

Una innovación radical es, por definición, un punto técnico de partida, capaz de servir de inicio a una nueva trayectoria tecnológica. Sin embargo esta innovación no es autónoma, es decir, no es consecuencia única del desarrollo científico o tecnológico exclusivamente, es en realidad una de las partes visibles de los procesos de transformación de estructuras y de la dinámica de los sistemas en contextos socio-económicos evolutivos. En este sentido, las innovaciones radicales importantes se ubican al centro de las fuerzas básicas que impulsan el crecimiento y el cambio estructural en la economía.

---

[57] El hecho que tiene las consecuencias sociales de mayor alcance es el proceso de adopción masiva. La vasta difusión es la que realmente transforma lo que un día fue una invención en un fenómeno sicoeconómico Schumpeter, J. (1939).

[58] Nelson y Winter 1997

[59] Dosi 1982.

Cada sistema tecnológico agrupa innovaciones técnicas en insumos, productos, procesos e innovaciones gerenciales y administrativas; Más aún, la transformación del sistema tecnológico puede inducir y es inducido por importantes cambios sociales, institucionales y políticos.

En el caso de las grandes innovaciones individuales, podría ser fácil imaginar un proceso de compensación ante la declinación de algún sistema, siempre y cuando los sistemas crecieran en forma aislada, pero los sistemas tecnológicos evolucionan de manera relacionada entre ellos mismos y con el ambiente económico, cultural e institucional que comparten.

Cuando un sistema llega a la madurez y pierde dinamismo, no sólo deben adaptarse al cambio las empresas productoras, sino que también deben hacerlo todo el medio social e institucional y los arreglos industriales que se fueron instalando alrededor del sistema. Por supuesto que el proceso de sustitución no es una erradicación, sino un lento y complejo cambio entre las proporciones de los elementos aportados por las nuevas estructuras y los arreglos, dinámicas y regímenes tecnológicos que generan las nuevas interacciones entre las estructuras. El resultado final es generalmente un cambio radical en la articulación de las estructuras involucradas.

El despliegue de cada sistema tecnológico envuelve varios procesos interconectados de cambio y adaptación. Pérez C. (2002):

- El desarrollo de la red de servicios de apoyo (infraestructura necesaria, proveedores especializados, distribuidores, servicios de mantenimiento, etc.).
- La adaptación "cultural" a la lógica del sistema y de las tecnologías interrelacionadas (entre los ingenieros, gerentes, personal de ventas y servicio, consumidores, etc.).

- La instalación y puesta en marcha de los facilitadores institucionales (normas y regulaciones, educación, entrenamiento especializado, etc.).

El ambiente social se convierte en un poderoso mecanismo de selección para la inclusión o exclusión de innovaciones, de tal modo que es cada vez más conveniente y fácil para las empresas invertir y obtener recursos para el diseño de artefactos que poseen mayor coherencia con el nuevo arreglo estructural y cada vez menos atractivo para invertir en diseños no relacionadas con él.

La otra consecuencia de estas externalidades, es que cuanto más desarrollado sea un sistema, más corto será el ciclo de vida de cada innovación radical dentro de su trayectoria.

De este modo, el tejido de adaptaciones mutuas entre los sistemas tecnológicos y sus estructuras, así como el ambiente económico, cultural e institucional tiende a que todo el "sistema" se autorrefuerce, tanto en su desarrollo como en su agotamiento, en sus mecanismos de inclusión y de exclusión. Estas son las revoluciones tecnológicas descritas por Schumpeter (1939) como "procesos de destrucción creadora".

La sociedad se convierte en un factor Inter-actuante con respecto a las dinámicas de innovación, se pude reconocer su importancia estructural al referirse a los periodos cuando se han producido esos enormes cambios técnicos como la revolución industrial, la era del ferrocarril, la edad de la electricidad y la edad del automóvil.

En cada uno de estos casos, el insumo crítico ó núcleo tecnológico como lo ha llamado Pérez C. (1983), se encuentra en las nuevas tecnologías en términos de ventajas económicas claras, las cuales atraen la ingeniería y las decisiones de inversión hacia su

uso intensivo. Este conjunto de innovaciones técnicas y organizativas interrelacionadas se constituyen gradualmente en el modelo de práctica óptima o en el paradigma tecno económico Pérez C. (1985).

Lo que este enfoque analítico propone es que cada revolución tecnológica establece un paradigma dominante, el cual funciona prácticamente como sentido común tecno económico por un periodo de cinco o seis décadas. Esta lógica general del desarrollo tecnológico guía no solamente el rumbo de las innovaciones incrementales durante cada periodo sino también la búsqueda de innovaciones radicales y la evolución de los nuevos sistemas tecnológicos sucesivos y mutuamente reforzados. También guía el acceso y modernización de las industrias existentes, para ponerlas en armonía y sinergia con las nuevas industrias dinámicas.

El proceso de formación de paradigmas dominantes que hemos descrito no fluye con facilidad y puede demorar décadas. La construcción y propagación de un paradigma es prolongada y difícil, debido a los obstáculos que oponen tanto los propios actores económicos como el horizonte tecnológico y sus dinámicas de transformación.

Ahora bien, la descripción de dichos procesos podría inducir a pensar que las instituciones existentes se encuentran supeditadas en una relación causal con los núcleos tecnológicos y que la estructura social e institucional toman largo tiempo en captar cuán amplias y profundas son las transformaciones que tienen lugar en los diferentes puntos del sistema económico. Sin embargo, esta interpretación nos regresaría a una concepción causal del proceso de modificación de los sistemas de innovación. Debemos reconocer que la gestación de un paradigma tecnológico no solo tiene su origen en la estructura tecno-económica, sino que es el resultado de procesos de interacción entre estructuras, sistemas de innovación y las dinámicas del horizonte tecnológico. Todo lo anterior es

consecuencia de las dinámicas complejas entre los nichos tecnológicos, horizontes tecnológicos y los regímenes tecnológicos descritos en los apartados anteriores.

Aún cuando la necesidad de cambio ó adaptación ante las transformaciones estructurales se comprenda, las instituciones sociales y el marco general de regulación socioeconómica tienen una inercia natural, derivada en parte de los éxitos anteriores y en parte de los intereses creados, Aglietta. (1966). Sin embargo, pensar que sólo cuando la difusión del nuevo paradigma ha alcanzado cierta masa crítica, impone su lógica modernizadora al resto del sistema productivo, sería un enfoque determinista el cual propondría un sendero unidireccional e inexorable del desarrollo de la civilización. Un enfoque como este limitaría el análisis del desarrollo económico al estudio del proceso de invención y difusión, como un mecanismo estéril y aislado de las estructuras y sistemas de innovación, así como de su entorno ó ambiente socio-económico.

La transformación de los paradigmas tecnoeconómicos y el proceso dinámico del sistema de innovación tecnológica, no es fácil y no puede producirse rápidamente. De allí que se pueda reconocer que en algunos momentos de crisis general del sistema mundo, se produzca un visible desajuste entre un marco socioeconómico orientado a sostener el antiguo paradigma y los nuevos requerimientos de una esfera tecno económica ya rebosante de cambio. Durante este periodo, la aplicación persistente de las prácticas obsoletas, puede agravar las condiciones de crisis y contribuir al colapso[60].

Durante las transiciones de paradigma, puede haber intensas transformaciones en el campo tecnológico y en el económico, junto con un alto nivel de inercia y de confusión

[60] Tal como fue el caso del colapso de 1929 y la crisis siguiente en los años treinta ó el conflicto bélico generalizado iniciado por EUA desde 1990 en Medio oriente por el dominio de recursos como el petróleo para tecnologías en etapas maduras, ó más recientemente la crisis que comenzara en 2009, en la cual es posible observar una parálisis general de los proceso de innovación asociados a fuentes de energía y paradigmas tecnológicos maduros.

en la estructura socio institucional. Es esta diferencia en el ritmo de cambio la que lleva al desacoplamiento que sostenemos y es característica de las turbulentas décadas de descenso de las ondas largas de Kondratiev. La nueva etapa de despegue comienza cuando se restablece la coherencia general entre las estructuras, mediante vastas innovaciones que responden a los requerimientos del nuevo sistema (Regional y nacional, pero también al estado del sistema mundo) y se orientan a facilitar la transformación global.

Desde los años ochenta, casi todas las innovaciones, relativamente eficaces y ampliamente aceptadas hasta los años setenta, están siendo cuestionadas. Algunas han sido total o parcialmente modificadas. Una transición exitosa para finales de la década de 2020 dependerá del establecimiento de nuevas instituciones y mecanismos regulatorios ajustados a las nuevas condiciones, así como el diseño de nuevos artefactos tecnológicos capaces de abrir nuevos senderos de conocimiento básico, asociados al uso de nuevas fuentes de energía y procesos productivos. El proceso de cambio institucional ha iniciado en el ámbito internacional, con diferentes enfoques y visiones, presentándose como un proceso que exige la articulación de los diferentes componentes de la estructura tecnológica en el contexto de sus mecanismos de articulación a nivel internacional[61].

Esta investigación considera las ondas largas del desarrollo tecnológico ó ciclos de Kondratiev, directamente relacionadas con la coherencia del sistema en su conjunto, es decir, como parte del establecimiento de proceso de interacción entre las estructuras del sistema de innovación para la consolidación de un sistema articulado de los niveles de

---

[61] Ejemplo de ello son las transformaciones en la industria automotriz y la búsqueda de nuevas fuentes de energía y procesos productivos en países como EUA a partir de la administración de Barack Obama, las cuales han replanteado los objetivos y políticas de desarrollo a nivel industrial en General Motor, así como la generación de investigación científica básica en la NASA. Entre las propuestas de análisis que propusieron de manera explícita las necesidades y la naturaleza de la actual ola de cambio técnico que han transcendido en el tiempo se encuentran las de Soete et al. (1991).

innovación, en coherencia con los mecanismos de integración global entre naciones, en este caso para México, EUA y Canadá. De este proceso, uno de los mecanismos más claramente visible y estudiados en las últimas décadas ha sido el proceso de transformación y renovación del paradigma tecnológico para América del norte como el modelo Cimoli-Katz que a continuación se presenta.

3.4 Transformación de la Estructura de conocimiento para la innovación en América del Norte, (Datos y análisis con el modelo Cimoli & Katz*).*

El proceso de integración comercial de América del Norte (EUA, Canadá y México), ha influido en el mecanismo de articulación e interacción de los agentes del proceso de innovación tecnológica al interior de cada uno de los países y entre ellos; una manera de analizar la consolidación de este fenómeno se ha hecho desde el enfoque de los Sistemas Nacionales de Innovación. Freeman (1987), Nelson (1993), Lundvall (1993), Metcalfe (1995),Edquist (1997), Cimoli y Della Giusta (2000). Para ello, debe comenzarse por reconocer el aspecto estructural de los acervos de conocimiento de cada país y las trayectorias de innovación que han sido determinadas no solo de manera individual, sino como región en el contexto de las dinámicas económicas y procesos histórico-sociales particulares.

Puede reconocerse de manera común que a través de los esfuerzos de Investigación y Desarrollo (I+D), las empresas generan acervos de conocimiento sobre los que se despliega el proceso de innovación tecnológica. Dichos acervos constituyen estructuras tecnológicas, entendiendo por ello la manera como se articulan los acervos de conocimiento y los agentes de la innovación tecnológica en un entorno histórico social determinado.

Uno de los elementos fundamentales para el despliegue del proceso de innovación (que de hecho influye en la determinación y estado que guardan las estructuras tecnológicas de cada país), es el que se refiere a las capacidades tecnológicas, dentro de las cuales podemos incluir las capacidades de diseño de nuevos artefactos tecnológicos, entendiendo por ello: las habilidades de articulación de conocimientos para la concepción de nuevos artefactos tecnológicos[62].

El estudio de la manera en la que se consolidan las estructuras de innovación de los tres países de América del Norte, puede comenzar con indicadores básicos tales como los que se reúnen en la Tabla 1 de Esfuerzos tecnológicos y desempeño (1990) que se presenta a continuación, los cuales coinciden con los criterios básicos recomendados por la OCDE en el Manual Frascati y de Oslo, para medir el esfuerzo y desempeño tecnológico, a través de la inversión en I+D y la dinámica de innovación respectivamente.

Resulta fácil observar una heterogeneidad considerable en el monto del Producto Interno Bruto (PIB) por sector tecnológico, lo que aunado a las bajas tasas de inversión en I+D, explican entre otras cosas, el bajo número de investigadores con relación a la población económicamente activa (columna C), lo cual genera a su vez un impacto negativo en el volumen de producción de conocimiento científico (columna D).

---

[62] Clark 2002, Fujimoto 2000, Hobday 1995, OCDE 1997, Perrin 1995.

Tabla 1 Esfuerzos tecnológicos y desempeño (1990). Países e indicadores tecnológicos

	A	B	C	D	E	F	G
US	152	2.77	74	20	0.9	34.6	10.4
Canada	116	1.61	53	25	0.6	33.7	3.3
Mexico	36	0.34	6	2	0.2	66.2	0
Argentina		0.38					
Brazil		0.76					
Germany	106	2.32	58	21	0.8	37	5
UK	100	1.87	52	29	0.7	33.3	3.2
France	98	2.24	60	20	1	42.3	2.7
Spain	81	0.88	30	16	0.4	43.6	0.2
Portugal	74	0.65	24	7	0.4	65.2	0
Turky	28	0.49	7	4	0.2	64.5	
Greece	66	0.5	20	16	0.2	46.9	
Japan	110	2.91	83	15	0.6	20.9	10.6
Korea	71	2.89	48	5		19	0.7

A) GDP per capita (OECD average=100). B) R&D expenditures as a share of GDP. C) Number of researchers in 10000 economically active population. D) Scientific papers per unit of GDP. E) Government R&D expenditures in the total GDP. F) Government expenditure shares in R&D. G) Index of technological intensity of patents.

Fuente: Tomado de Aboites and Cimoli (2001).

Sin embargo. Las innovaciones no son en realidad consecuencia inmediata de la producción de conocimiento y la inexorable transformación de estos acervos en innovación. En realidad en este proceso influye la articulación entre mecanismos complejos del funcionamiento de la organización social, así como la articulación de los diferentes niveles de estructuración de las actividades de innovación en prácticas locales, así como los procesos de transformación del horizonte tecnológico que se describió en el apartado metodológico y el planteamiento de la hipótesis de esta tesis. En este sentido la concepción e implementación de acciones tendientes a la obtención de un artefacto susceptible de ser comercializado y convertirse en una verdadera innovación se gesta como consecuencia de los mecanismos de reacción de las empresas a nivel de los nichos tecnológicos ante cambios en las condiciones del horizonte tecnológico.

Si bien es cierto que la producción de nuevos artefactos no está exclusivamente asociada a los indicadores como los presentados en la tabla anterior, es necesario reconocer que estos recursos forman parte del gasto para la construcción de acervos de conocimiento como insumo primario para la actividad inventiva de las empresas. La composición de este gasto puede ser un indicador de la dirección que los regímenes tecnológicos determinan para el proceso de innovación de las empresas.

Sin embargo, resulta necesario reconocer simultáneamente la doble dimensión en la construcción de capacidades tecnológicas y conocimientos, los cuales pueden ser tácitos ó explícitos, Nonaka y Takeuchi (1995). Esta manera bidimensional de ver el conocimiento, ha sido útil para el análisis del despliegue de la innovación tecnológica en países en desarrollo, no solo porque permite ver en la formación de los acervos de conocimiento la dimensión tácita en el fortalecimiento de habilidades y capacidades tecnológicas en procesos recurrentes de adaptación, sino también la dimensión explícita en la construcción ó diseño de nuevos artefactos tecnológicos y de su objetivación en un diagrama, prototipo ó documento que participe en el establecimiento de una frontera tecnológica o estado del arte a escala nacional y en algunos casos regional.

Para aproximarse a estudiar el aspecto tácito de los mecanismos del proceso innovador de cualquier país, Resulta indispensable considerar (entre otras cosas) que las bases de patentes constituyen parte de los indicadores necesarios para analizar la composición de los acervos de conocimiento, en tanto que expresan el grado de formalización de las capacidades de diseño de las empresas y definen las características de la frontera tecnológica; de igual manera representan la formalización de los acervos de conocimiento en el ámbito local y regional[63].

---

[63] De hecho en el Manual de Oslo recomienda la medición de las actividades científicas y tecnológicas. Usando datos de patentes como indicadores de ciencia y tecnología (1994)).

El contacto con las bases de patentes por parte de las empresas insertas en los nichos tecnológicos de un país, puede constituirse como una manera de homogeneizar el punto de partida para la innovación tecnológica (al menos en lo que se refiere a los acervos de conocimiento difundido), aún cuando se reconozca que los países no parten de la misma línea de salida en el proceso innovador, ya que tienen diferencias en sus Sistemas de Innovación. Cimoli, M y G. Dosi (1995).

Si se reconoce que una patente además de ser un título legal de propiedad intelectual, es (entre otras cosas) una forma explícita del proceso de diseño de un artefacto tecnológico, podemos decir que se constituye como acervo de conocimiento y que es también una manera de observar el estado del arte y la frontera tecnológica. De igual manera, este instrumento revela la manera en la que se están enfocando los esfuerzos de innovación y permite caracterizar la vocación innovativa ó especialización tecnológica de un país Dunning (1992); Pavitt (1994). Bajo este enfoque, Aboites y Cimoli (2001) han propuesto caracterizar los núcleos tecnológicos por la intensidad de patentamiento en: a) Química, b) Eléctrico Electrónico y c) Mecánico.

Tabla 2 Patentes registradas en el USPTO por sector y país.

	United States	Canada	Mexico	Argentina	Brazil	Germany	England	France	Spain	Japan	Korea
1986-92											
Chemistry	27.7	23.1	42.4	16.9	19.3	33.0	31.9	31.4	25.5	27.2	19.1
Electric-Electronic	22.1	16.9	8.6	13.7	14.2	16.2	24.9	22.5	8.7	38.5	48.3
Mechanical	50.2	60.0	49.1	69.4	69.5	50.8	43.2	46.1	65.8	34.3	32.6
1993-99											
Chemistry	27.9	27.4	41.9	21.8	24.0	35.8	36.3	37.3	33.3	26.6	21.2
Electric-Electronic	28.2	20.6	8.1	8.8	10.0	17.3	28.1	23.5	11.2	45.5	55.3
Mechanical	43.9	51.9	50.0	69.5	66.0	47.0	35.5	39.2	55.5	27.9	23.5
Tendency											
Chemistry	0.2	4.3	-0.5	4.8	4.7	2.8	4.5	5.9	7.8	-0.6	2.0
Electric-Electronic	6.1	3.7	-0.5	-4.9	-1.2	1.1	3.2	1.0	2.5	7.9	7.0
Mechanical	-6.3	-8.1	0.9	0.1	-3.6	-3.9	-7.7	-6.9	-10.3	-6.4	-9.1

Fuente: Tomada de Aboites and Cimoli (2001).

En la tabla de patentes registradas en el USPTO por sectores y países, puede observarse en primera instancia, que los países con un mayor volumen de PIB (de acuerdo a la tabla de esfuerzos tecnológicos y desempeño presentada anteriormente), cuentan con una participación más homogénea de los núcleos tecnológicos con respecto a sus actividades de patentamiento, en comparación con los países en desarrollo. Es posible también observar que países como EUA, y Canadá. tienden a especializarse en las áreas de Eléctrico -Electrónico y Química respectivamente a diferencia de México, donde se observa una expansión marcada en el área de Mecánica, aunque con una participación importante del área de Química, (esto último puede deberse a la sinergia generadas por

PEMEX y el IMP) así como una muy escasa participación en el área Eléctrico – Electrónica.

Además de poder observar que en países como México existe un patrón heterogéneo de patentamiento, resulta claro también que su nivel de participación es, en términos reales, muy bajo con respecto a los países desarrollados. Ahora bien, es útil asociar estas tendencias con los efectos que pueden tener en la reproducción y fortalecimiento de capacidades tecnológicas y más específicamente capacidades endógenas de diseño, como un mecanismo de expansión tecnológica.

Tomando en cuenta los casos estudiados por Cimoli Katz (2001), para países en desarrollo en América Latina, Donde las principales conclusiones señalan que existe un proceso de destrucción de capacidades tecnológicas y habilidades de ingeniería endógenas (sobre todo en las que se refieren a las capacidades de diseño), asociadas a los procesos de liberalización y la desregulación de los mercados. Katz (2000) y Cimoli (2001). Cuyo impacto negativo se concentra en la des-acumulación de capacidades tecnológicas en el largo plazo. En términos generales, estos estudios han descubierto que las dinámicas de transferencia de tecnología desde los países desarrollado a los que están en vías de desarrollo, hace que pierda relevancia el capital humano de los países receptores de tecnología en los nuevos entornos de organización productiva.

Un ejemplo de lo anterior puede encontrase en el caso de plantas de ingenieros quienes fueron empleados para extender el ciclo de vida de la maquinaria disponible, en un contexto de Industrialización por Sustitución de Importaciones (modelo ISI), donde las nuevas máquinas eran costosas o difíciles de obtener. La liberación comercial obviamente cambia las reglas del juego a este respecto en cuanto que se reduce el precio de la maquinaria importada y genera una mayor facilidad para obtenerla. Este proceso de asimilación estéril ha tenido como consecuencia que un número importante de

actividades de ingeniería, dejen de ser necesarias en la planta, sobre todo las que se refieren a extender el ciclo de vida de la vieja maquinaria o para realizar actividades técnicas las cuales ahora vienen incorporadas en las nuevas piezas o equipos importados. Katz (2000). De igual manera, Departamentos completos de I+D y proyectos de ingeniería, pueden ser eliminados cuando las firmas se convierten en parte de los sistemas integrados de producción regional[64]. Cimoli (2001)

Desde la perspectiva presentada en el párrafo anterior, los cambios en la organización de la producción en contextos de apertura comercial y desregulación, teniendo como antecedente modelos económicos cerrados, han tenido como consecuencia para los países en desarrollo una "destrucción" del capital humano, así como de las capacidades tecnológicas endógenas, ello se da en primera instancia, por un proceso de apropiación de maquinaria y equipo que no implica la asimilación de nuevo conocimiento, sino procesos de sustitución de maquinaria que no implica la asimilación y uso del conocimiento tecnológico incorporado. De igual modo se recurre a servicios de diseño, ingeniería e I+D externo con dinámicas de transformación aceleradas.

Aunque algunas de las habilidades y capacidades tecnológicas desplazadas por los nuevos arreglos de la organización productiva, al interior de los países en desarrollo pueden y han sido transferidos exitosamente a otras áreas de la economía – tal como es el caso de la industria de software – existen claras diferencias entre las los países integrantes de la región de América del norte con relación a los procesos de asimilación y generación de conocimiento nuevo y difundido.

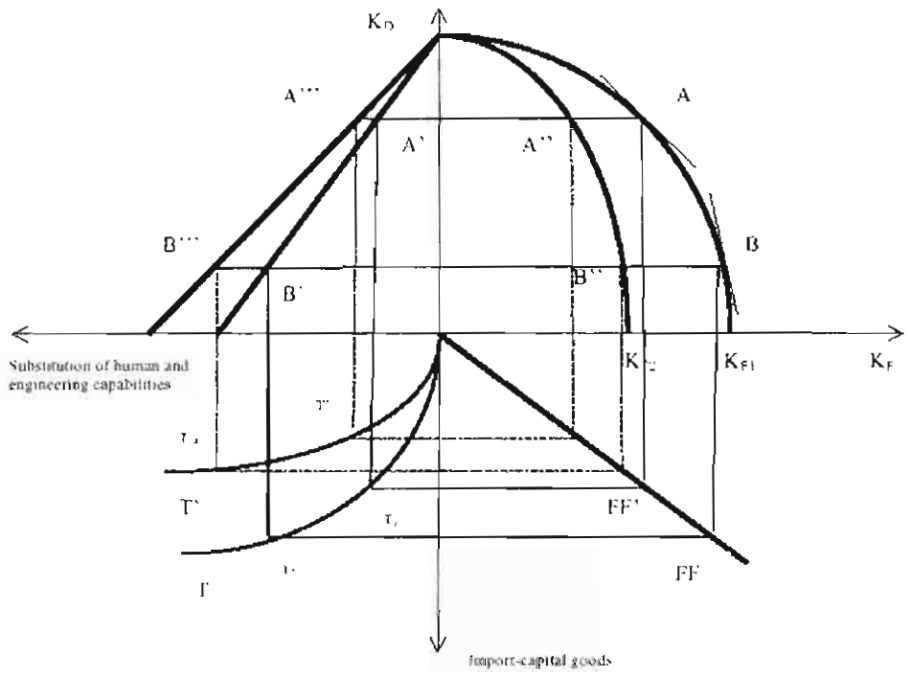
---

64 Tal como sucedió en le caso de Ford Argentina, en el cual, ante un proceso de integración a sistemas de producción mundial, los esfuerzos de ingeniería son transferidos a la planta matriz. Katz y Cimoli (2001).

Aún sin considerar el deterioro en los términos de intercambio, resulta claro que la reducción de la brecha tecnológica a través de la importación de maquinarias mejores y más baratas desde el exterior, ha tenido implicaciones importantes en la manera en la cual las capacidades tecnológica y las habilidades de diseño e ingeniería domésticas son empleadas y/o destruidas durante los procesos de ajuste.

Una formalización geométrica de las ideas antes expuestas, se encuentra en el modelo de Sustitución de Fuentes de Tecnología Locales elaborado por Katz y Cimoli (2001) (ilustración 7). El análisis comienza considerando un cambio en el precio relativo de los bienes de capital diseñados y producidos domésticamente, vis a vis los importados como consecuencia de una reducción en las tarifas de importación. Más aún, tomando en cuenta que los precios de importación de maquinaria son mejores que los producidos localmente y tomando en cuenta el hecho que estos incorporan técnicas de producción de vanguardia, es decir, que están basadas en el paradigma tecnológico dominante.

Ilustración 7 Modelo de sustitución de fuentes de tecnología locales. Katz y Cimoli (2001)



Fuente: Katz and. Cimoli (2001).

Las curvas del cuadrante superior derecho muestran las posibilidades de combinación de bienes de capital doméstico e importado, con la que cualquier firma podría operara a diferentes precios relativos. El bajo costos de las maquinarias importadas obviamente induce un movimiento del punto A al B. Considerando ahora el cuadrante superior izquierdo, en el cual se describe la relación entre los bienes de capital y los servicios de ingeniería y diseño. Tal como fue explicado antes, el uso de más y mejores maquinas necesariamente significa que menos actividades de ingeniería y técnicos de mantenimiento serán requeridos al nivel de planta local, es decir que cierta fracción de las habilidades personales disponibles en planta se convierten en no necesarias cuando se reemplazan viejas máquinas por nuevas y mejores.

Bajo las condiciones antes descritas, es posible considerar el cuadrante inferior izquierdo, el cual indica que el cambio en los precios relativos induce una mayor importación de maquinaria y a partir de entonces menos ingenieros y técnicos serán usados en las plantas locales, pasando del punto T1 al T2 a lo largo de la curva T. Por ello es posible trazar una curva que describe por un lado, la relación entre cambios en los precios relativos y las importaciones de bienes de capital y por otro lado, la sustitución de capacidades locales de diseño e ingeniería por el "Know how" incorporado en la nueva maquinaria.

Si las nuevas maquinarias importadas como en el caso de México, además de tener un bajo costo, son mejores que las usadas anteriormente, menos equipo será requerido para el mismo volumen de producción. En este caso, el movimiento a la izquierda de la curva del cuadrante superior derecho representa un cambio hacia mejores y más baratas maquinarias, lo cual implica un movimiento de la curva hacia la izquierda, pasando de KF1 a KF2, como una consecuencia de la incorporación de nuevos bienes de capital foráneos en plantas locales.

Con lo anterior no podría asegurarse que el efecto local al recibir la nueva maquinaria en el contexto de una política de apertura comercial como la de México ante el TLCAN sean del todo benéficas, las capacidades humanas y de ingeniería son remplazadas por el acceso directo a maquinaria nueva y que no necesariamente requiere de ingeniería de adaptación o mantenimiento, la curva del cuadrante superior izquierdo se mueve a la izquierda representando una nueva y mejor planta, basada en las mejores técnicas y maquinarias de producción.

Por la misma relación de precios relativos que se muestra en el cuadrante superior derecho, este proceso se refleja en el paso del punto B al B''. En el cuadrante superior izquierdo, este cambio se refleja por una más intensa sustitución de recursos humanos y capacidades de diseño, expresada por el punto B''' y A'''. La curva T pasa a T' lo cual

significa que con nuevas y mejores maquinas importadas el proceso de destrucción de capacidades locales se intensifica. Si la producción aumenta y por ello un mayor número de maquinarias son importadas el desplazamiento de ingenieros y técnicos locales será más intenso para el país que se convierte en receptor de tecnología.

Si revisamos la balanza de pagos tecnológica de México en el periodo 1992-2002 (ver tabla tres) y tomamos en cuenta que el saldo es negativo y creciente, es posible suponer desde el enfoque teórico del modelo geométrico antes descrito, que ha existido un proceso recurrente y sostenido de destrucción de capacidades endógenas de ingeniería y diseño a partir de las políticas de apertura comercial.

Es necesario aclarar que el aparente resultado adverso en la construcción de capacidades de diseño no es provocado por la importación de maquinaria en sí misma, sino porque las políticas de integración comercial de México con América del norte no consideraron como parte del modelo la expansión de las capacidades de diseño, ni la formación de acervos de conocimiento que sirvieran como base para el desarrollo coordinado de las capacidades de diseño en el contexto de la nueva dinámica de los regímenes tecnológicos.

Tabla 3 Balanza de pagos de tecnología para México. (1992-2002).

1992-2002p/

Millones de dólares de EUA/ *Millions of USA dollars*

Año/ *Year*	Ingresos/ *Receipts*	Egresos/ *Payments*	Saldo/ *Balance*	Total de transacciones/ *Total transactions*	Tasa de cobertura1 *Coverage ratio1*
1992	85.8	471 5	(385.7)	557.3	0.18
1993	95.3	495.2	(399.9)	590.5	0 19
1994	105.6	668.5	(562.9)	774.1	0.16
1995	114.4	484.1	(369.7)	598.5	0.24
1996	121.8	360.0	(238.2)	481.8	0.34
1997	129 9	501.3	(371.4)	631.2	0.26
1998	138.4	453.5	(315.1)	591.9	0.31
1999	42.1	554.2	(512.1)	596.3	0.08
2000	43 1	406.7	(363.6)	449.8	0.11
2001	40.8	418.5	(377.7)	459 3	0.10
2002p/	48.3	664.2	(615.9)	712.5	0.07

p/ Cifras preliminares / *Preliminary data*

1/ Tasa de cobertura= Ingresos/Egresos *Coverage ratio = Receipts/Payments.*

Fuente/ *Source*: Banco de México, Base de Datos referentes a Transacciones Internacionales de Regalías y Asistencia Técnica, 2001

Fuente: Datos del CONACYT 2003.

Puede decirse entonces que los países desarrollados como EUA, consolidan una estructura de innovación con altas inversiones en I+D, ante altos montos de PIB y superávit en la balanza tecnológica, lo cual permite suponer que su política industrial considera como un elemento importante en el diseño de maquinaria y equipo de alta tecnología, así como los productos complejos que se integran a los sistemas productivos en marcha. Debe tenerse en cuenta que para ello, resulta indispensable contar con acervos de conocimiento que no solo se mantengan en la frontera del conocimiento científico, sino que logren expandirla por la vía de la I+D para la generación de conocimiento básico.

Por otro lado, los países en desarrollo como México, no parecen tener libertad de maniobra para modificar unilateralmente el esquema productivo que las condiciones de

apertura económica y desregulación les plantean como en el caso del tratado de libre comercio para América del norte. Aún cuando esta condición (como anteriormente se demostró), implica la conveniencia de la importación de bienes de capital, pero con el subsecuente desplazamiento del Capital Humano.

4 El perfil tecnológico ante la transición tecnológica de América del norte.

4.1. Horizonte sociotécnico

Los proceso de integración comercial de América del norte, son vistos por esta tesis como detonadores de transformaciones en el horizonte sociotécnico, con implicaciones en la determinación de regímenes tecnológicos y procesos de adaptación de los nichos de innovación.

Aunque no se puede establecer con precisión el inicio o final de las transiciones tecnológicas de América del norte, ha quedado suficiente evidencia de que es a partir del fin del periodo de industrialización por sustitución de importaciones que la integración comercial ocurre, modificando a nivel agregado las fuentes de suministros, la coordinación en los precios de insumos, pero sobre todo estableciendo las bases para un reconfiguración tecnológica de la región, planteando un entorno crítico para el diseño de nuevos artefactos en procesos coordinados de innovación.

Como quedó establecido en los capítulos anteriores, los estudios agregados para México que toman como marco teórico el sistema nacional de innovación (SNI), han aportado resultados relevantes, así como los elaborados desde la perspectiva teórica del deterioro de los términos de intercambio; sin embargo no ha quedado suficientemente claro si existen efectos de articulación o coordinación a nivel de la composición de la estructura productiva. Independientemente de las diferencias en el tamaño relativo del PIB manufacturero de la región de América del norte, esta tesis planteó como uno de los objetivos de investigación, analizar los perfiles tecnológicos para observar los efectos estructurales del sector manufacturero a partir de la integración regional.

Aplicando la propuesta metodológica de aproximaciones transversales inductivas descrita en el capítulo uno y dos, a nivel analítica macro es necesario estudiar la composición de los perfiles tecnológicos para poder observar si existe evidencia de transformación, pero más aún para poder identificar evidencia de mecanismos de articulación del perfil tecnológico de México con el de los países de la región como consecuencia de su integración comercial.

Los primeros intentos por describir el perfil tecnológico de una economía nacional se encuentra en el planteamiento taxonómico de Pavitt (1984), y su aplicación para el caso de México en Dutrénit y Capdevielle (1993), estudio elaborado con datos de 1980 del PIB manufacturero para México. El estudio que aquí se presenta, retoma los planteamientos metodológicos de la taxonomía para caracterizar el PIB manufacturero y elabora el estudio en otros dos momentos claves en la transformación de los proceso de integración comercial como América del norte, a saber: 1997, año en el que se estandarizan las claves y metodologías de las cuentas nacionales para la medición del PIB en los países participante en el TLCAN y 2005, año en que se consolida el proceso de liberalización comercial entre los tres países de la región de América del norte.

El principal problema de la aplicación de la taxonomía Pavitt, radica en que fue elaborada a partir del estudio de dos mil innovaciones significativas realizadas por empresas en el Reino unido entre 1945 y 1979. Resulta evidente que los grados de desarrollo y las características de las empresas mexicanas con respecto a las inglesas presentan diferencias significativas y resultaría demasiado arriesgado metodológicamente considerar una homologación de capacidades tecnológicas en las empresas por el solo hecho de pertenecer a un sector tecnológico determinado por la taxonomía Pavitt. Lo que sí es posible hacer al retomar la propuesta taxonómica es reconocer que a partir de la década de 1980, los mecanismos de liberalización comercial, así como la difusión del conocimiento asociados a la expansión acelerada de las tecnologías de la información

permitieron cierto grado de homologación en los mecanismos de innovación y las fuentes de acceso a los acervos de conocimiento internacionales.

Aunque no se pueden establecer características de identidad entre las empresas de los sectores productivos agrupados en la taxonomía Pavitt, si se puede considerar una homologación de comportamientos tecnológicos, tipologías de diseño para la innovación y acceso a los acervos internacionales de conocimiento; en este sentido se puede retomar la clasificando las empresas y las actividades productivas industriales en cuatro sectores tecnológicos: Basados en Ciencia (BC), Intensivos en Escala (IE), Oferentes Especializados (OE) y Dominados por el Proveedor (DP). Este criterio taxonómico resulta útil para el tipo de análisis de esta investigación en cuanto parte de reconocer la trayectoria tecnológica[65], que depende del origen de su tecnología, del tipo de relaciones entre proveedores y usuarios de ésta, así como de los medios de apropiación de los ingresos de la misma. A continuación se describen las características de los sectores agregados de la taxonomía.

Basados en Ciencia (BC). Es el conjunto de industrias más importante en cuanto a contribución en el cambio tecnológico. Se compone por industrias productoras de bienes con alto dinamismo tecnológico, tales como la aeroespacial, electrónica, telecomunicaciones e informática, química fina, farmacéutica, biotecnología, atómica y otras de productos complejos que articulan conocimiento científico básico o tecnologías experimentales. Regularmente las empresas que muestran dominio tecnológico son relativamente grandes, incluidas empresas trasnacionales, que realizan esfuerzos significativos en investigación y desarrollo básico e ingeniería de producción asociada a la integración con otros sectores. Las empresas de esta categoría se caracterizan po

[65] El estudio de los patrones de cambio técnico sugiere la existencia de paradigmas tecnológicos y trayectorias tecnológica con diferentes niveles de generalidad en varios sectores industriales. Friman y Pérez (1986). De este modo, la actividad del progreso tecnológico definida por un paradigma se denomina trayectoria tecnológica.

asimilar, desarrollar y aplicar a la producción los conocimientos científicos desarrollados por las universidades y otros centros de investigación básica; para el caso de México destaca su relación con la matriz institucional del sistema nacional de investigación. Es un sector difusor de tecnologías especializadas y de innovación de productos que interaccionan con todos los demás sectores y se retroalimenta con tecnología del sector de oferentes especializados. Obtiene altas rentas tecnológicas asociadas a la generación de innovaciones, cuya apropiación se asocia al uso del Know How, el secreto industrial, economías dinámicas de aprendizaje, generando y teniendo acceso directo a los acervos de conocimiento científico básico, además de una dinámica participación en las bases de patentes nacionales e internacionales.

El sector Dominados por el Proveedor (DP). Comprende las actividades manufactureras tradicionales y basadas en el manejo o comercialización de recursos naturales, en las que predominan tecnologías maduras y extensamente difundidas en condiciones de poco dinamismo tecnológico. Se caracteriza por empresas pequeñas con poco gasto en I+D, las cuales difícilmente transfieren innovaciones a otros sectores. Las innovaciones son externas al propio sector, con origen en los proveedores de quipos y materiales, los grandes consumidores y, en algunos casos, la investigación financiada por el gobierno. Las rentas tecnológicas son moderadas y por breves periodos, dada la facilidad de imitación y la diferenciación del producto. Destacan en este sector la industria textil, maderera, editorial e impresión, productos a base de minerales no metálicos y parte de los alimentos y bebidas.

Intensivos en Escala (IE), es un sector de la taxonomía conformado por industrias productoras de bienes tecnológicamente maduros con economías de escala significativas y procesos continuos. Las empresas son grandes y poseen departamentos de I+D, donde se generan innovaciones incrementales y de aprendizaje, aunque no se caracterizan por la creación de innovaciones radicales. La innovación está referida a mejoras en los

procesos, la adopción y el desarrollo de nuevos equipos capaces de adaptarse al diseño de productos complejos, la explotación de economías de escala y la capacidad de dominar procesos productivos complejos estandarizados. La apropiación de rentas tecnológicas está asociada al control del Know how, economías dinámicas de aprendizaje y al secreto industrial. Este tipo de empresas recurren al uso de patentes como protección ante las imitaciones de competidores que generalmente guardan cercanía tecnológica por interacción modular en el diseño de productos. Incluye la industria automotriz, siderurgia, química, electrodoméstico, metales no ferrosos, cemento y vidrio por ejemplo.

Finalmente la categoría denominada como Oferentes Especializados (OE). Comprende las actividades productoras de maquinaria, equipo e instrumentos de medida y control. Predominan empresas pequeñas con grandes capacidades de ingeniería que generan innovaciones de productos; esto es, nuevos equipos que serán usados en otros sectores. No realizan importantes gastos en I+D básico, pero demandan y combinan tecnologías de punta en materiales, diseño y nuevos productos. En su interacción con grandes usuarios desarrollan innovaciones incrementales a pedido, las que luego pueden ser transmitidas a otras actividades productivas. El sector tiene un alto dinamismo tecnológico basado en ingeniería y la apropiación de rentas tecnológicas se basa en el diseño, la calidad, el control del know how y la interacción dinámica de diseño y mantenimiento con los usuarios. Se protegen de la competencia por la vía de patentes, marcas y barreras a la entrada a los acervos de conocimientos y experiencia.

Cada sector tecnológico tiene una función específica en el proceso de cambio tecnológico; desde la perspectiva analítica del estudio realizado por Pavitt para el caso de Inglaterra concluye que la presencia, proporción adecuada y la interacción de los cuatro sectores determinan el desempeño y la potencialidad innovadora de la economía.

a) A partir de las tipificaciones de cada uno de los sectores, se clasificaron las actividades de la industria mexicana en las cuales existía correspondencia. Esto permitió obtener la mayor parte de las actividades identificadas en los sectores con base en la ciencia y en los oferentes especializados, así como un conjunto importante de actividades incluidas en los otros sectores para el caso de los tres países.

b) Para clasificar el conjunto de actividades restante se analizaron la naturaleza del producto, las características de los procesos productivos, el tipo de tecnología dominante y la existencia de economías de escala.

c) Finalmente, se consideró el tipo de acervos de conocimiento que las empresas del sector utilizan para producir y mantener su desempeño tecnológico. En el caso de los datos para 1997 y 2005 se tomó también como criterio la homologación de las claves de ramas de actividad. Se prestó especial atención a las características del proceso innovador de los sectores tecnológicos y los efectos de vinculación provocados por la inversión extranjera directa.

En el anexo de datos se pueden encontrar las clases de actividad industrial agrupadas en los cuatro sectores tecnológicos para el caso de México y EUA, para el año de 1997 y 2005. En el sector dominado por el proveedor quedaron definidas las actividades industriales tradicionales, dedicadas principalmente a la producción de alimentos y bebidas, textiles, prendas de vestir, productos de cuero y piel, madera y sus productos, imprenta y editoriales, y productos de minerales no metálicos.

En el sector intensivo en escala se incluyeron las industrias dedicadas fundamentalmente a la producción de cerveza, celulosa y papel, productos químicos básicos y secundarios, cemento, vidrio, derivados del petróleo, productos metálicos, hierro y acero, aparatos y

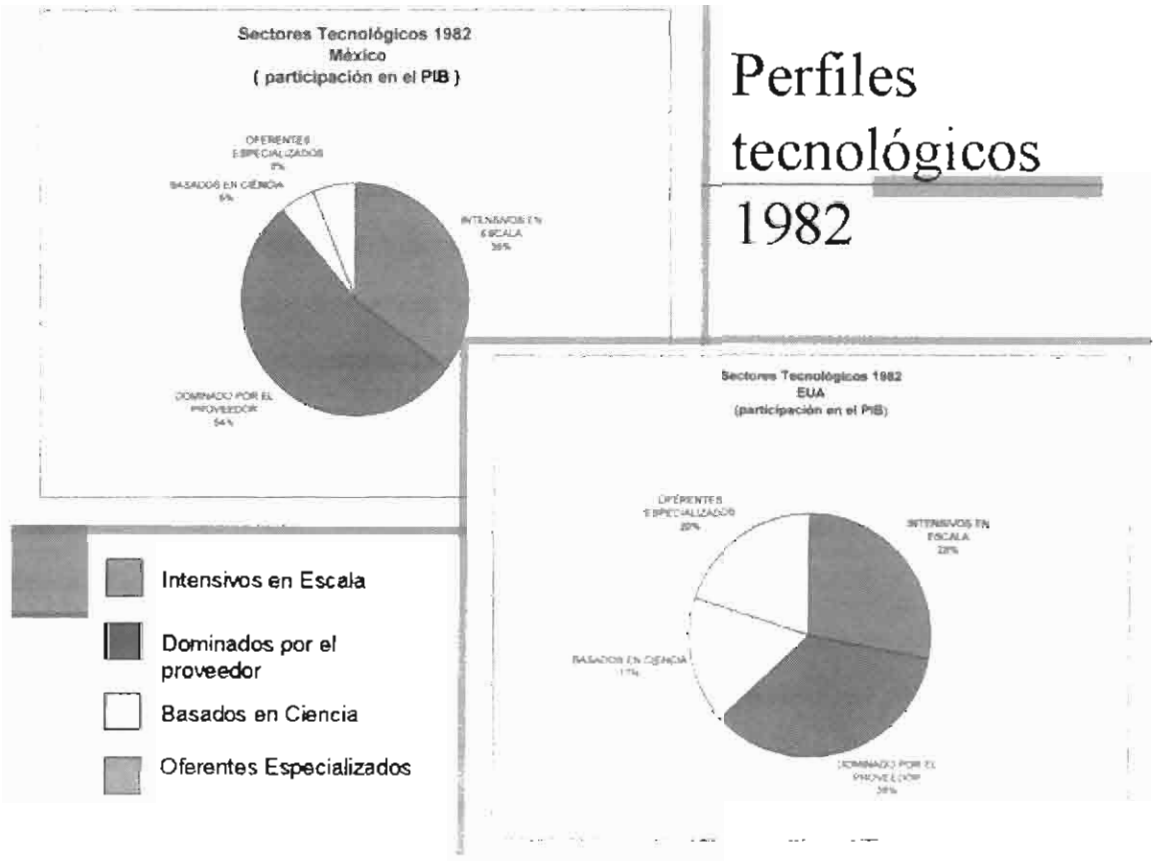
componentes eléctricos, electrodomésticos, radios y televisiones, automóviles y sus refacciones.

En el sector de oferentes especializados quedaron clasificadas las actividades productoras, de bienes de capital y artefactos tales como: maquinaria y equipo y su reparación, fabricación y mantenimiento de maquinaria de transporte.

Por su parte en el sector basado en ciencia quedaron definidas las actividades, dedicadas a la producción de equipo de comunicaciones, equipo electrónico y algunos bienes asociados a la química fina, en particular las medicinas, es importante señalar que para el caso de EUA, se incluyeron además actividades que tienen que ver con la industria aeroespacial, nuevos materiales, así como construcción y mantenimiento de satélites.

Para el primer corte transversal del perfil tecnológico con datos de 1982 (que se muestra en la ilustración 8), es posible observar que el perfil tecnológico de EUA tiene una composición equilibrada y proporcional, aún si se considera que el sector tecnológico de dominados por el proveedor muestra una participación porcentual mayor la diferencia no es significativa. Por su parte para el caso de México en el mismo periodo de análisis se puede observar una composición desequilibrada, donde se aprecia una desproporción en la participación porcentual y un marcado dominio del sector dominado por el proveedor en la composición del perfil tecnológico, más del 50% de la producción manufacturera de México está concentrada en este sector.

Ilustración 8 Perfiles tecnológicos en América del norte 1982.



Elaboración propia con datos del PIB manufacturero 1982, Para consulta de las cantidades y criterios taxonómicos ver el anexo.

La diferencia entre los dos perfiles tiene un carácter cuantitativo y otro cualitativo. La comparación entre los perfiles tecnológicos no es términos absolutos en cuanto a los volúmenes de producción (los volúmenes absolutos de producción son evidentemente desproporcionados) sino en términos relativos en cuanto a la participación porcentual de cada sector. Como se puede observar en la ilustración ocho, aunque los sectores intensivo en escala y dominado por el proveedor son los más importantes en ambos casos, en México los sectores basados en ciencia y oferentes especializados tienen un peso relativo

muy inferior, representan solo el 11.5% del producto manufacturero en el caso mexicano, mientras que en EUA es el 36.8%.

En primera instancia se puede afirmar que la cercanía geográfica tiene un impacto reducido en la posible coordinación productiva mientras que no existan condiciones socioeconómicas para que los sectores industriales se coordinen. En este sentido, la política de industrialización por sustitución de importaciones tuvo un efecto de aislamiento y especialización de la producción en sectores maduros y de bajo componente tecnológico[66], es posible suponer también el escaso acceso a los acervos de conocimiento, no solo por las condiciones de las tecnologías de la información durante los años 1980, sino por el limitado flujo comercial y la escasa coordinación de la producción, en este sentido la inversión extranjera directa es prácticamente nula y condicionada.

Desde el punto de vista cualitativo, el escaso flujo comercial y la aparente descoordinación interna de la planta productiva le impidieron a las empresas mexicanas insertarse en un periodo de transición tecnológica asociado a la electrónica y la difusión de las tecnologías de la información, si bien en cierto que se comenzaron a consumir productos de estos sectores en México, no se realizaron procesos de producción articulada. El principal efecto adverso de este fenómeno consistió en la escasa participación de las empresas mexicanas en las configuraciones tecnológicas para la producción, pero el efecto de mayor consecuencia adversa fue la escasa participación en la producción y uso de los acervos de conocimiento.

---

[66] Esta afirmación no pretende proponer que el modelo económico elaborado a partir de la teoría estructuralista de Raúl Previch, no generara condiciones de desarrollo para los países latinoamericanos, lo que estamos señalando es la condición de aislamiento de la estructura productiva y escasa participación en los acervos de conocimiento, no solo en la generación de este sino en su aprovechamiento. Es importante recordar que aunque en la década de 1980, se genera a una transformación de la tecnología dominada por la electrónica y la expansión de las tecnologías de la información, el modelo cerrado de desarrollo industrial que México sostuvo en este periodo impidió su inserción en las dinámicas del cambio de paradigma.

La naturaleza de la actividad innovadora en México en la década de 1980 se dedicó a la adaptación de tecnologías desarrolladas en el exterior. Aún cuando en algunas actividades se emplearon tecnologías de punta, comúnmente éstas eran diseñadas en el exterior y las empresas mexicanas únicamente se esforzaban por incorporan mejoras incrementales por adaptación en los procesos productivos.

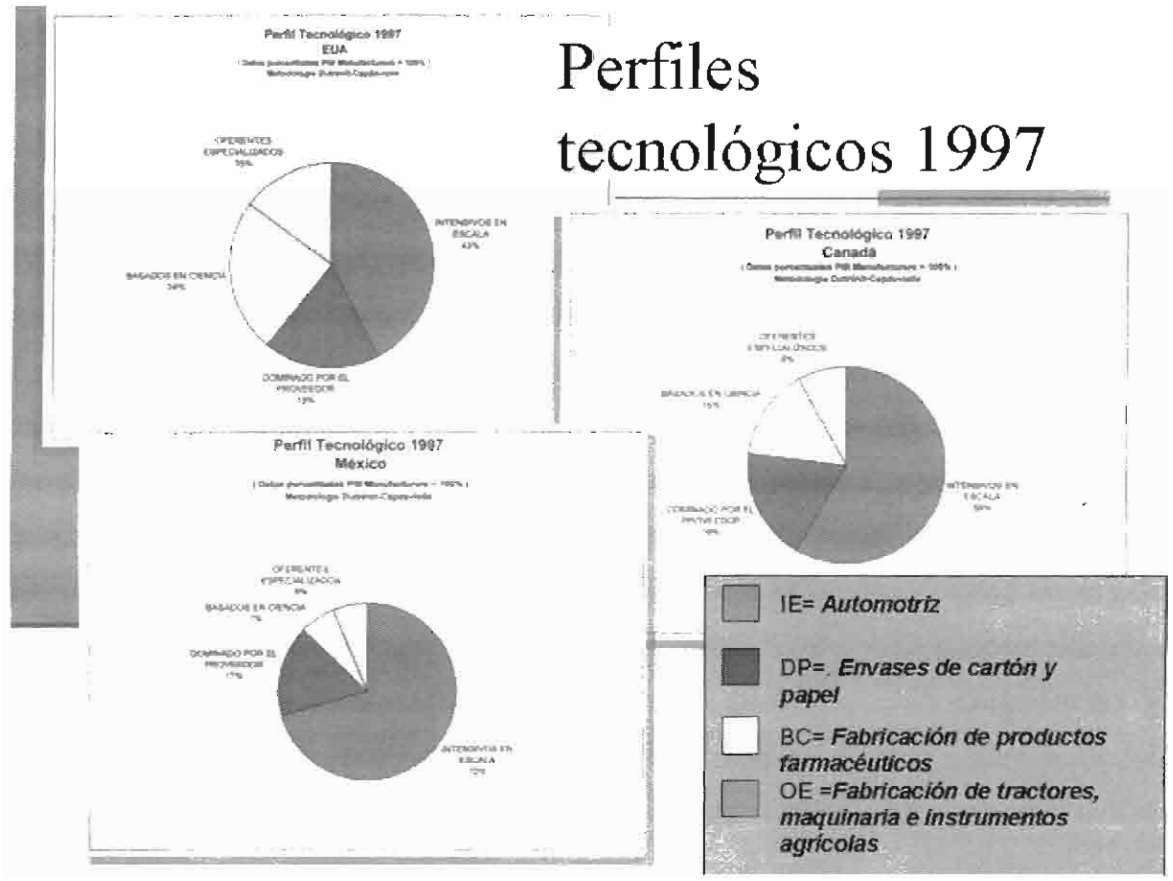
En relación con el conjunto de actividades que integran los sectores tecnológicos, también es posible observar diferencias sobre todo en el sector basado en la ciencia. En el caso de México, las empresas no contaron con la condiciones estructurales de política comercial o industrial para incorporarse al sector aeroespacial, que para la década de los ochentas EUA ya había desarrollado sus aplicaciones comerciales, tampoco lo pudo hacer en la producción de energía nuclear, sector electrónica y comunicación basada en tecnología de circuitos integrados, nuevos materiales ni comunicación avanzada.

Después de la firma del tratado de libre comercio de América del norte, se consolidan los cambios que el desgaste del modelo de industrialización por sustitución de importaciones había planteado, los acuerdos para la integración comercial son la consecuencia de las primeras negociaciones del GAT. Resulta importante reconocer que esta integración no solo afecto las relaciones comerciales ó arancelarias entre los países de la región, sino que establece una transformación a nivel estructural reflejada en el cambio de la configuración del perfil tecnológico.

Si observamos el perfil tecnológico de México en el periodo de consolidación del TLCAN tomando los datos del PIB manufacturero para 1997, en la ilustración nueve podemos observar que en el caso de EUA se mantiene una estructura homogénea y equilibrada entre los sectores tecnológicos de la taxonomía, es importante notar que la participación relativa de los sectores de Oferente especializados y Basados en ciencia, se

mantienen con la misma participación porcentual y no se encuentra una reconfiguración significativa del perfil. Por su parte, el sector intensivo en escala aumentó su participación mientras que el Dominado por el proveedor se redujo, esto puede ser un indicio que muestra la transformación en el grado de sofisticación del los insumos del conocimiento en empresas que dejaron de basarse en producciones no industrializadas.

Ilustración 9 Perfiles tecnológicos en América del norte 1997.



Elaboración propia con datos del PIB manufacturero 1997, Para consulta de las cantidades y criterios taxonómicos ver el anexo.

Para el caso de México, se puede observar una clara reconfiguración del perfil tecnológico influenciada por el sector intensivo en escala, esto se puede explicar por la

expansión en los niveles de producción y consumo internacional de los productos e insumos de la industria automotriz a nivel mundial y los efectos de la modularización en el diseño de automóviles, lo que permitió una división y especialización internacional de la producción, permitiendo que se pudiera realizar en diferentes partes del mundo y concentrar el proceso de ensamblaje en países con bajos costos de mano de obra como México. A finales de la década de 1990, la industria automotriz logra reducir las barreras arancelaria y de comercio internacional, logrando mejores condiciones para la distribución y venta.

Para el caso de México, la participación porcentual en el PIB de los sectores Intensivo en Escala y Dominado por el Proveedor se invirtió. Aunque Los sectores tecnológicos de oferentes especializados y basados en ciencia tuvieron un crecimiento, no alteran de modo significativo su participación en el perfil tecnológico y el efecto para los procesos de construcción de capacidades tecnológicas en la empresas locales es mínimo si se considera la escasa articulación a nivel de diseño de componentes con las empresas del sector tecnológico en EUA y menos aún con las empresas de países con los que hasta ese entonces no se tenían tratados comerciales o de cooperación para el desarrollo.

Resulta importante destacar que aunque para el caso de Canadá también se puede identificar un efecto de influencia del sector intensivo en escala, no se percibe una desproporción de la participación porcentual de los sectores tecnológicos, manteniendo un perfil tecnológico proporcionado y equilibrado.

En el sector intensivo en escala se ubican las industrias de mayor peso en las negociaciones del TLCAN, tal es el caso de la industria automotriz, cemento, vidrio, química básica, fibras sintéticas y cerveza entre otros. Aunque la expansión acelerada del sector tecnológico de intensivos en escala genera efectos benéficos a nivel de incremento en los volúmenes de producción para la exportación, lo que en última instancia genera

mayor entrada de divisan para México, este efecto no necesariamente implica que se esté generando la expansión de la capacidades tecnológicas nacionales, ni que se esté incrementando la capacidad de las empresas mexicanas para participar en la generación y uso de los acervos de conocimiento nuevo y difundido.

La inversión extranjera directa genera derramas tecnológicas que en algunos casos son aprovechados por las empresas maquiladoras o proveedoras intermedias, sin embargo no forman parte de una política científica y tecnológica para el desarrollo. Aunque no existió un crecimiento planificado de la inversión gubernamental dirigido al sector manufacturero mexicano, el TLCAN si propició un flujo importante y creciente de inversión extranjera directa, lo que dio paso al establecimiento del sector maquilador y el fomento a las exportaciones de productos intermedios y de consumo final.

Aunque la acelerada expansión del sector intensivo en escala atrajo y aprovechó los flujos de inversión extranjera directa, al mismo tiempo incrementó el grado de sensibilidad ante el efecto de elasticidad-ingreso en mercados internacionales, lo que aumenta el efecto negativo de la economía mexicana ante reducciones en el nivel de ingreso de los consumidores internacionales.

Otro de los efectos que evidencia la transformación en el perfil tecnológico de México para 1997, es la desproporcionada contracción del sector tecnológico dominado por el proveedor que incluye la mayoría de empresas productoras de insumos para la producción, esto significó un incremento en el índice de mortalidad de empresas pequeñas insertadas en sectores de bajo impacto tecnológico, el problema es que este fenómeno no fue acompañado por una política industrial capaz de absorber la mano de obra desplazada e integrarla en actividades productivas de mayor sofisticación tecnológica; la estructura económica quedó sin posibilidades de funcionar como un amortiguador de los ciclos económicos.

Aunque para finales de la década de 1990 puede observarse en el perfil tecnológico mexicano el aumento de la importancia del sector intensivo en escala y en menor medida el basado en la ciencia, no existe evidencia de políticas que establecieran acuerdos de producción y uso conjunto de acervos de conocimiento tecnológicos para la región de América del norte[67]; la explotación y difusión del conocimiento se ha establecido de manera autónoma y no dirigida en el aprovechamiento de los efectos de derramas tecnológicas.

La falta de política específicas para la generación y aprovechamiento del conocimiento nuevo y difundido para la región, particularmente por parte de las empresas del sector basado en la ciencia, generaron un proceso incierto y desigual para la articulación productiva de las empresa mexicanas con sus homólogos en EUA y Canadá, el grado de integración de la producción entre México y EUA del sector basados en ciencia es inferior al que han logrado establecer las empresas canadienses, sobre todo en ramas de actividad como la industria aeroespacial o investigación en nuevos materiales[68]. La producción que se realizan en México en el sector basado en ciencia tiene menos complejidad tecnológica, así mismo, la mayoría de las fases del proceso productivo que demandan mayor especialización y uso de conocimiento no lo realizan las empresas mexicanas, sino las multinacionales en forma de maquila.

Podemos observar en la ilustración diez que para el año 2005 en el caso de EUA, se establece un proceso de consolidación de un perfil tecnológico influido por los productos del sector intensivo en escala, pero el efecto más importante es la tendencia a consolidar

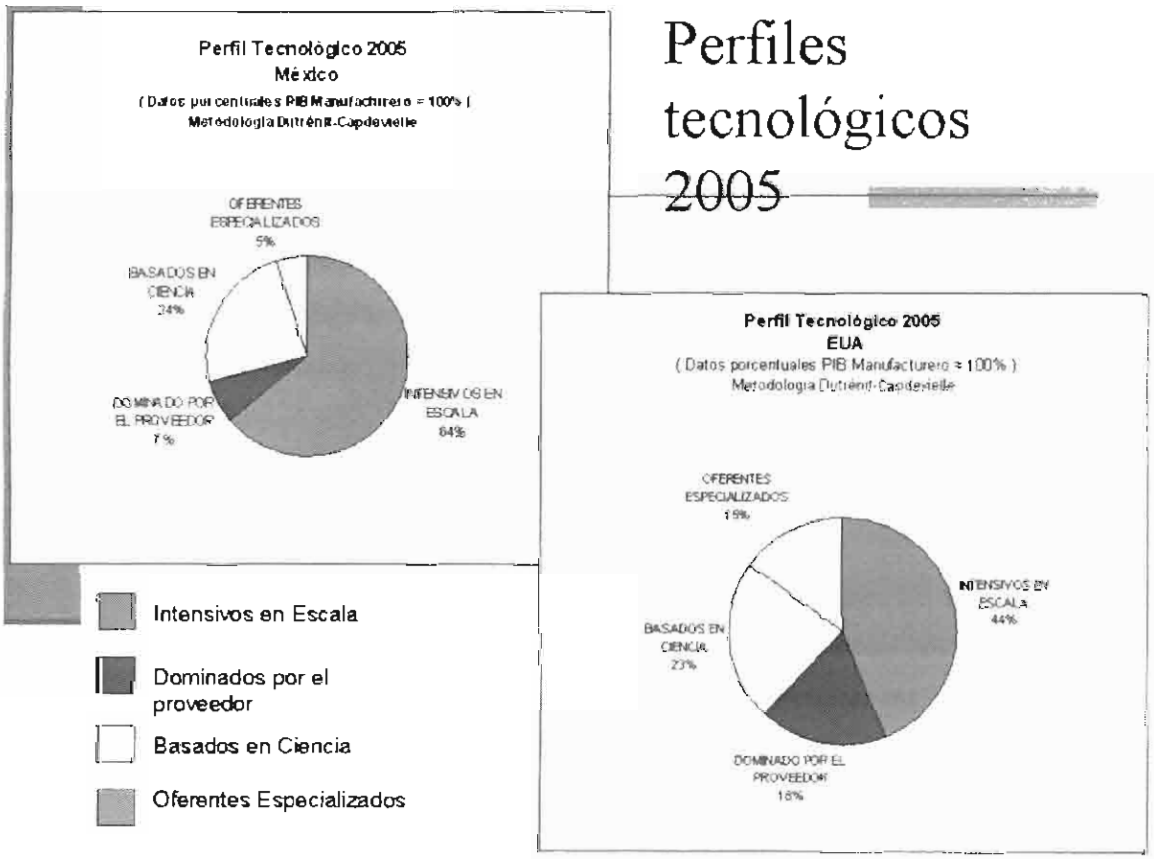
---

[67] Habría sido deseable que una parte de las negociaciones del TLCAN se centrara en la administración y uso de conocimiento producto de la integración comercial, específicamente faltó una articulación dirigida de las principales bases de patentamiento, a saber, el USPTO de EUA y el IMP de México.

[68] Los casos de integración más importantes entre EUA y Canadá están en empresas relacionadas con las agencias aeroespaciales, militar y transporte marítimo. Sectores en loa que México no cuenta con una participación significativa.

una configuración homogénea entre la participación porcentual de los sectores tecnológicos. De igual modo se puede verificar la expansión del sector de los productos basados en ciencia, esto puede deberse a que las crisis recurrentes y la eventual disminución del petróleo como fuente de energía principal han presionado a las empresas del sector tecnológico basados en ciencia para integrarse a nivel global con sus homólogos en los mercados internacionales y participar en la generación y uso de los acervos de conocimiento en la búsqueda de energías alternativas e innovación en productos complejos.

Ilustración 10 Perfiles tecnológicos en América del norte 2005



Elaboración propia con datos del PIB manufacturero 2005, Para consulta de las cantidades y criterios taxonómicos ver el anexo.

Como puede verse en la ilustración diez, el perfil tecnológico de México para 2005 también muestra signos de consolidación, acompañado por un desproporcionado dominio de las actividades productivas intensivas en escala, esto ha sido una consecuencia de los flujos de inversión extranjera directa dirigida hacia la industria automotriz y el efecto que el cambio en las políticas industriales establecieron para el asentamiento de maquiladoras del sector eléctrico electrónico en México.

Las transformaciones y eventual consolidación de los perfiles tecnológicos de México y EUA que se mostró en las gráficas anteriores, son evidencia de qué el proceso de liberación económica y la integración comercial de América del norte, no tuvo como única consecuencia el incremento del flujo de mercancías, sino que transformó el perfil tecnológico de la planta productiva, además de formar parte influyente de los criterios de captación y aplicación de la inversión extranjera.

Puede decirse que las consecuencias del proceso de integración comercial de América del norte, trascendieron el plano inmediato de lo comercial e influenciaron directamente en la configuración de los perfiles tecnológicos con efectos que hasta el momento no han sido estudiados suficientemente desde un enfoque metodológico multinivel y de transiciones tecnológicas. Visto desde la perspectiva teórica multinivel de esta tesis, el proceso de integración ha generado dos consecuencias fundamentales para el desarrollo de México.

En primer lugar, la producción industrial nacional se ve influida por las condiciones de mercado y las redes de suministros, producción y distribución de los productos diseñados a nivel de nichos por el país que cuenta con mayor influencia en el comercio internacional (en el caso de América del norte es EUA), las empresas transnacionales

establecidas en la frontera mexicana determinan los criterios de diseño de los artefactos y sus alcances en de diseño modular.

En segundo lugar, la inversión extranjera que fluye a nuestro país se dirige a los sectores con posibilidades de integrarse a las cadenas de producción de los artefactos diseñados en EUA, lo cual permita establecer su homogeneidad productiva. De esta manera el acceso y flujo de conocimiento nuevo y difundido se ve regulado de manera tácita por los mecanismos de articulación e integración en la producción.

Desde la perspectiva teórica y metodológica planteada en los capítulos uno y dos, este sería un efecto de lo macro a lo micro en cuanto que las configuraciones del horizonte tecnológico influyendo sobre los regímenes sociotécnicos a través de los flujos de inversión extranjera directa, estableciendo las ventanas de oportunidad sobre las que las empresas pueden integrarse a los proceso de diseño desde los nichos de innovación y producción articulada para la exportación.

Existen estudios que dan cuenta de los efectos benéficos de las derramas tecnológicas, investigaciones en las cuales se identifica una construcción y expansión de las capacidades tecnológicas de las empresas receptoras (Romo 2005), encontrando evidencia de impactos positivos en los niveles de productividad y eficiencia, así como mecanismos de articulación productiva para la exportación. Sin embargo, no se puede asegurar que este sea un mecanismo que promueva la construcción y uso de acervos de conocimiento para en el diseño de nuevos artefactos ó proceso que promuevan la participación de países en desarrollo como México en el diseño de productos que definan las trayectorias de desarrollo tecnológico que se generan en países desarrollados como EUA.

En el apartado siguiente se profundizará en el análisis de las consecuencias de la evolución de los perfiles tecnológicos de la región del TLCAN y las implicaciones que esto tiene para México en cuanto a la formación de capacidades de diseño de artefactos tecnológicos a partir de los flujos de inversión nacional, ello se puede observar en los criterios de aplicación de los incentivos para la innovación en el gasto en investigación y desarrollo por sector productivo (GIDESP) y los mecanismos de absorción y uso de los acervos de conocimiento, los cuales fluyen de manera tácita en las innovaciones incrementales o de adaptación de las empresas mexicanas al sector de exportación.

Aunque sería deseable contar con una estructura tecnológica equilibrada, desde el punto de vista de esta investigación se considera que existe un factor común en todos los sectores tecnológicos capaz de articular y generar procesos recurrentes de desarrollo tecnológico. Este elemento es el que se refiere a la capacidad endógena de absorción de conocimientos y la capacidad de su articulación a través de mecanismos de diseño endógeno de artefactos tecnológicos competitivos a nivel nacional y regional.

A continuación se presenta el análisis del GIDESP, como indicador de la dirección de los flujos de inversión nacional, pero más aún como la materialización de ventanas de oportunidad en las que los diseños para la innovación de las empresas en los nichos tecnológicos pueden insertarse como innovaciones que trascienden y permiten el desarrollo tecnológico.

4.2. Régimen sociotécnico.

El Tratado de Libre Comercio de América del Norte estableció una transformación de los perfiles tecnológicos que se extendería por veinte años a partir de su firma, que llevó a México de ser una de las economías más cerradas del mundo a ser una de las más abiertas

y dinámicas en el comercio con EUA. Lo que se esperaba era que la integración comercial estimularía grandes flujos de inversión extranjera directa hacia la manufactura, especialmente por parte de las empresas transnacionales de EUA y en menos medida las de Canadá, las cuales buscaran una plataforma de producción para el comercio internacional con mano de obra barata. En este sentido la expansión de las exportaciones e incremento en la inversión extranjera establecerían en México las condiciones para contender ante las limitaciones de recursos para la inversión en el desarrollo tecnológico y la construcción de capacidades productivas, desembocando en el crecimiento económico sostenido.

Se esperaba también que la inversión extranjera ayudara a resolver los problemas sociales y ambientales. Los nuevos empleos manufactureros absorberían a la población económicamente activa desocupada, sobre todo en los centros urbanos o zonas de parques industriales, permitiendo que México alcanzara el desarrollo y detener los procesos de deterioro de la fuerza de trabajo[69]. Más aun, se esperaba que las corporaciones transnacionales transferirían "tecnología limpia" y sistemas de manejo ambiental de punta, lo que amortiguaría los efectos nocivos para el ambiente y la salud asociados con el rápido crecimiento industrial y la ausencia de sistemas de regulación.

Aunque para 1997 se pueden observar efectos de articulación de los perfiles tecnológicos y flujos de inversión extranjera directa[70], no se cuenta con suficiente evidencia de efectos benéficos para el crecimiento económico, fomento del empleo y reducción en la contaminación industrial, la estrategia de integración comercial de América del norte no alcanzó por sí misma para establecer un desarrollo industrial de largo plazo para México..

---

[69] En palabras del presidente Carlos Salinas, "exportar bienes, no gente".

[70] México se ha establecido como uno de los países de América latina que mayor captación de inversión extranjera directa ha tenido a lo largo del proceso de liberalización comercial y globalización productiva CEPAL 2005, Cimolli & Katzz 2001.

Entre 1994 y 2002, los flujos de inversión extranjera directa (IED) se expandieron más que el promedio anual obtenido entre 1988 y 1993, que sumaba 4 500 millones de dólares. México se situó entre los tres principales países receptores de IED a nivel global (OCDE 2002). Como se esperaba, cerca de la mitad de la inversión extranjera directa fluyó hacia el sector manufacturero. Las exportaciones crecieron casi 50 por ciento después del TLCAN en 1994 y las manufacturas dieron cuenta del 90 por ciento del total exportado.

Aunque las exportaciones crecieron con rapidez, las importaciones crecieron aún más rápido, lo que generó un déficit continuo y creciente en la cuenta corriente. Una de las posibles explicaciones para este efecto adverso podría ser que la falta de políticas de coordinación productiva y aprovechamiento de las derramas tecnológicas permitieron que las compras de insumos para la producción se realizaran a nivel internacional, evidenciando las consecuencias de un perfil tecnológico poco homogéneo, tal como fue descrito en el apartado anterior. En 2003, los insumos adquiridos a nivel local en las plantas maquiladoras orientadas a la exportación sumaron menos de 4 por ciento del total del valor agregado.

La falta de equilibrio entre los sectores del perfil tecnológico mexicano causó que las empresas del sector tecnológico intensivo en escala dependiera no sólo de los insumos de importación para la producción y de las fuentes de financiamiento externas, sino también que dependiera de las soluciones de diseño provenientes del exterior, las cuales no necesariamente tomaban como criterios de diseño las condiciones de empresas en sectores tecnológicos como los dominados por el proveedor o el posible uso de los acervos de conocimiento generados por los oferentes especializados y las empresas del sector tecnológico dominados por la ciencia en México.

En resumen, la desproporción y falta de articulación en los sectores del perfil tecnológico, así como la escasa coordinación en el diseño de artefactos tecnológicos contribuyeron a la dependencia y desarticulación de las condiciones del perfil tecnológico mexicano cerrando ventanas de oportunidad e impacto positivo en los regímenes tecnológicos como medio de expansión de los nichos de innovación.

Cuando la recesión golpeó EUA en 2001, los flujos de inversión se contrajeron súbitamente y fueron atraídos por los países con proceso de expansión acelerada y reducción de costos por incrementos en la productividad como China y Corea, Malacia y Singapur; esto creó condiciones adversas para la viabilidad de anclar la estrategia de crecimiento industrial a los bajos salarios, tal como lo venía haciendo México con la industria maquiladora y no de base tecnológica. Aunque en comparación con Canadá y EUA los sueldos en el sector manufacturero mexicano se mantuvieron bajos, en comparación con China fueron cuatro veces mayores, esto evidenció la fragilidad de la estructura industrial mexicana y las adversas condiciones para la construcción de capacidades de diseño endógenas capaces de impactar en los mecanismos de innovación internacional.

Aunque el modelo de integración comercial se configuró como una alternativa para detonar el crecimiento no fue posible materializarlo en la práctica, no existen suficientes evidencias de este efecto. Entre 1994 y 2002 el PIB en México creció a una tasa promedio de 2.7 por ciento anual, lo que representó menos de la mitad del porcentaje promedio que tenía en los años setenta con las políticas de sustitución de importaciones que llegó hasta el 6.7 por ciento. Incluso en la década de 1980 el PIB creció en promedio 3.7 por ciento anual.

Los efectos benéficos de derramas tecnológicas no fueron suficientes para contener el deterioro de la economía, aunado a la contracción de la inversión local de las empresas

para el desarrollo tecnológico. Entre 1994 y 2002, la inversión anual total como porcentaje del PIB promedió un poco más del 19 por ciento (Lo mismo que en los ochenta). No obstante que la inversión extranjera directa creció a más del doble, la cuota de inversión interna cayó a la mitad y el sector manufacturero fue el más golpeado por esta tendencia.

La causa principal de la contracción de la inversión interna fue la falta de acceso a créditos, especialmente para las compañías pequeñas y medianas. Las políticas gubernamentales en el ámbito monetario, fiscal y laboral, priorizaron el control de la inflación como un intento por establecer condiciones favorables para la captación de inversiones del extranjero. El resultado nocivo de estas políticas fue una tasa de cambio sobrevaluada y la elevación de las tasas de interés, la cual promedió 22 por ciento entre 1994 y 2002.

El sistema bancario mexicano se erigió como un mecanismo de financiamiento para el consumo, en menor medida para la productividad y menos aún para la innovación. Las políticas financieras se enfocaron en canalizar fondos públicos hacia el rescate de las corporaciones endeudadas y en bancarrota que habían participado en proyectos de infraestructura pública, lo que ocasionó disminución en los fondos destinados a los créditos para empresas nacionales con proyectos de I+D a largo plazo y más aún las que pretendían iniciar proyectos de alto riesgo como el diseño para la innovación.

Mientras que las empresas mexicanas tuvieron que enfrentar una desaparición de los créditos bancarios para la innovación, las empresas transnacionales integradas globalmente contaron con acceso a fuentes extranjeras de capital, lo que posibilitó su expansión, aunque los efectos de derramas tecnológicas no necesariamente benefició en el corto plazo a las empresas de los nichos de innovación locales.

Golpeadas por las altas tasas de interés, importaciones de muy bajo costo y por una caída en la demanda interna de bienes, las empresas más pequeñas (las cuales reportaron casi la mitad del empleo en el sector manufacturero mexicano), fueron quienes más resintieron los impactos adversos y las que en menor medida contaron con los recursos para generar capacidades de diseño de artefactos para la innovación; el régimen sociotécnico fue dependiente de los flujos de diseños y configuraciones de ingeniería provenientes del exterior a través de las empresas transnacionales. Entre 1988 y 2000, las empresas pequeñas crecieron un poco más del uno por ciento, mientras las empresas medianas crecieron un 2.8 por ciento; por su parte las grandes compañías crecieron más de 4 por ciento.

Los flujos de inversión extranjera establecieron un régimen sociotécnico polarizado, que influyó en la desvinculación entre las empresas de la economía mexicana orientadas a la producción interna y las enfocadas a la producción de exportación, esto generó un régimen tecnológico desarticulado y sin una definición de objetivos claros en cuanto a la construcción de capacidades tecnológica y de diseño para la innovación.

Un número relativamente pequeño de empresas transnacionales y las mexicanas que lograron integrarse tuvieron acceso al capital foráneo, así como a la construcción y uso de acervos de conocimiento internacional que propiciara la construcción de capacidades de diseño para la innovación; en otro extremo, las empresas que dependieron del sistema bancario nacional y que se dirigieron a los mercados internos con créditos limitados para la producción, entraron en crisis ante la contracción de la demanda interna, además de la desarticulación con el régimen tecnológico establecido por la empresas transnacionales y las dinámicas de transformación de los perfiles tecnológicos para la región de América del norte.

Ante una condición de escaso financiamiento para la producción y menos aún para la innovación, no existieron las bases para la construcción de un régimen sociotécnico basado en el nuevo acervo de conocimiento de EUA, al que México podría haberse integrado, tampoco se puso suficiente énfasis en la construcción y desarrollo dc capacidades tecnológicas mediante las cuales el personal de las empresas ubicadas en nichos tecnológicos locales fueran capaces de diseñar, producir y comercializar exitosamente productos en los mercados recién abiertos en la región de América del norte.

La construcción de capacidades de diseño es crucial para iniciar el proceso innovador y en gran medida esto ha sido una constante en experiencias exitosas de los efectos de las derramas tecnológicas como parte de las consecuencias de la inversión extranjera directa; pero en el casos de México este efecto benéfico no llegó a materializarse en la generación de nuevos diseños de productos para la innovación o nuevos diseños de la configuración de los procesos productivos.

Podemos afirmar que la inversión extranjera directa es tecnológicamente estéril cuando no logra impactar en la construcción de capacidades de diseño para la innovación y únicamente se dirige a incrementar la productividad, ya que en el contexto descrito existe una desarticulación intrínseca con los perfiles tecnológicos y las dinámicas de sus patrones de exportación.

Ante la escasez de financiamiento por parte de las empresas transnacionales y la banca comercial para la construcción del régimen tecnológico que abriera las ventanas de oportunidad para las empresas mexicanas e integrar a los nuevos diseños endógenos en el escenario tecnológico internacional para el desarrollo, el sector público intervino marginalmente. En el periodo comprendido entre 1994 y 2002 el gasto en investigación y

desarrollo experimental ascendió al 0.40% del PIB nacional. En el sector manufacturero, fue incluso menor llegando hasta un 0.22% del PIB.

Para ilustrar la importancia del Gasto en I+D como insumo básico en la generación de un régimen tecnológico que establezca condiciones para el desarrollo de los nichos de innovación se podría recurrir al caso de Corea del Sur, que destinaba al gasto en I+D en la década de 1980 menos que México, pero que en la actualidad ha llegado a destinar el 2.6 por ciento del PIB, lo cual representa un monto diez veces mayor que el de México.

Aunque en el capítulo 5 se realizará una comparación desde la perspectiva del coeficiente de inventiva entre México y Corea, resulta importante observar que para 1981 México parecía tener mejores condiciones para su desarrollo tecnológico, al menos en su potencial humano. Mientras que en nuestro país había 225 científicos e ingenieros por cada millón de personas, en Corea del Sur había 152 técnicos inmersos en tareas de investigación y desarrollo por cada millón de personas, pero en el periodo de 1997 México contaba con 172 ingenieros por cada diez mil habitantes, mientras que en Corea se alcanzó la cifra de 576 por cada diez mil habitantes.

El gasto en investigación y desarrollo de las empresas transnacionales y las derramas tecnológicas (entendidas como un elemento de la inversión privada), en realidad no define una política específica de innovación, ni tampoco establece de manera deliberada la configuración de un régimen sociotécnico específico y coordinado.

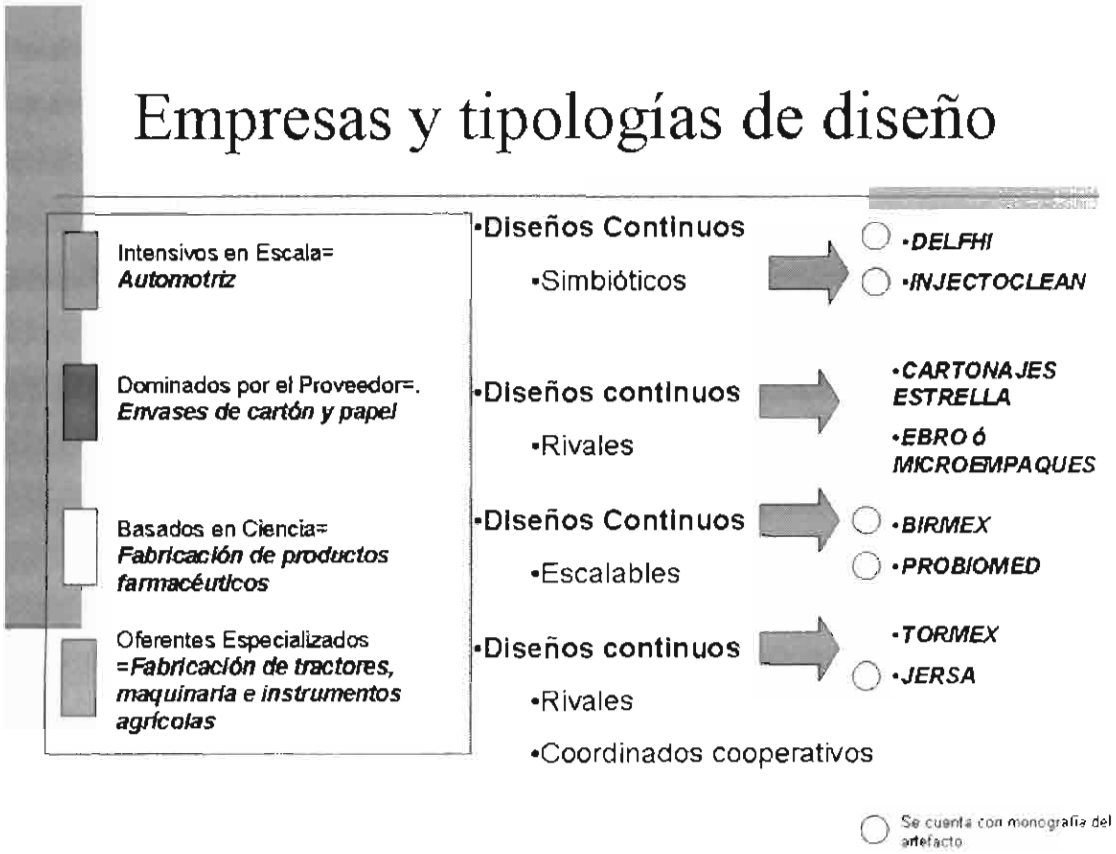
Para el caso de México, el CONACYT se erige como un mecanismo de aplicación del gasto gubernamental en investigación y desarrollo, definiendo en este proceso las tendencias de fomento a los sectores del perfil tecnológico de la región y estableciendo con ello un régimen sociotécnico sobre el que se establecen los mecanismos de innovación.

En la composición del GIDESP para México con datos de 2000 a 2005 que se muestra en la tabla del anexo, se puede observar que los flujos de inversión administrados a través del CONACYT establecieron la configuración de un régimen sociotécnico coherente con el perfil tecnológico que se estableció en América del norte, el cual se describió en el apartado anterior. Es importante resaltar que este proceso puede estar directamente relacionado con las dinámicas de las transiciones tecnológicas.

Esta tesis no tiene como objetivo identificar la dirección del flujo de influencia de las transiciones tecnológicas y el régimen tecnológico (tal como ya se explicó en el capítulo metodológico), lo que si resulta importante para la argumentación de esta tesis es señalar el efecto de la interacción entre el horizonte y el régimen tecnológico, el cual desembocó en el establecimiento de un régimen sociotécnico que favorece sectores tecnológicos específicos, en este sentido los intensivos públicos otorgan los flujos de gasto en I+D, a las empresas dinámicas en los sectores que el horizonte tecnológico selecciona involuntariamente para su desarrollo, a través de las dinámicas de comercio internacional.

En la ilustración 11 se puede observar la relación entre los sectores del perfil tecnológico de América del norte y las empresas que accedieron a los gastos en I+D gubernamental ó ganadoras del premio nacional de tecnología. Esto ha sido utilizado en esta tesis como criterio de selección de empresas de estudio en búsqueda de evidencia de actividades de diseño para la innovación, ya que no solo están integradas a los sectores dinámicos del perfil tecnológico, sino que al aprovechar los recursos del GIDESP, construyeron capacidades de diseño para la innovación, que aún sin ser un objetivo específico se desarrollaron en coherencia con la transformación del perfil tecnológico y su evolución presentada en el capítulo anterior.

Ilustración 11 Régimen sociotécnico y perfil tecnológico para México después de las transformaciones estructurales del TLCAN



Elaboración propia con datos del PIB para México EUA y Canadá (ver anexo).

En este proceso, las empresas tuvieron que coordinarse par establecer esfuerzos de innovación, encaminada no solo a aprovechar los flujos de financiamiento gubernamental, sino también a establecer una producción coordinada con las empresas transnacionales, construyendo dinámicas de innovación basadas en diseño con el objetivo de aprovechar las derramas tecnológicas e integrando los nuevos productos a las líneas de diseño y producción de las empresas transnacionales.

Lo anterior podría mostrar evidencias de un proceso de alineación de los perfiles tecnológicos de los tres países de América del norte, el cual refleje una correlación de los perfiles tecnológicos para los tres países de la región, influidos principalmente por la economía de EUA. Tal como se mostrará en el apartado 4.4.

4.3. Nichos de innovación.

En los apartados anteriores se ha mostrado la evidencia que muestra el proceso evolutivo del perfil tecnológico; las empresas a nivel de los nichos tecnológicos establecen la acumulación de cambios en el diseño y requieren de acceso a los acervos de conocimiento, ya sea que estos provengan de fuentes externas como las empresas transnacionales o bien que a través de ellas se tenga acceso a los acervos de conocimiento nuevo o difundido[71]. De esta manera, se acumulan modificaciones en los productos, así como en los procesos productivos en lo que podemos llamar diseño endógeno para la innovación.

Los procesos de diseño surgen en empresas que actúan en los nichos de innovación ó sectores industriales favorecidos por el régimen tecnológico, tal como se describió en los apartados anteriores. El proceso de diseño se desarrolla a lo largo de décadas, simultáneamente con las transiciones tecnológicas, hasta que eventualmente este proceso de evolución transforma las instituciones, economías y cultura, así como las capacidades de innovación a través del diseño en las empresas de los nichos de innovación. (Baldwin y Clark, 2000).

---

[71] También es importante reconocer que este conocimiento puede provenir de las empresas transnacionales en forma tácita, en la propia interacción entre las unidades de diseño con las empresas locales o bien explícitas, a través de planos, manuales de operación, normas, patentes, etc.

Los artefactos evolucionan, esta es una de las características más importantes de la naturaleza de los nuevos productos, los cuales no surgen espontáneamente y de una sola vez, sino que se diseñan y desarrollan a lo largo del tiempo en la transformación del horizonte tecnológico y de las empresas en los sectores tecnológicos más dinámicos. Por lo tanto, productos y tecnologías, así como empresas y mercados evolucionan interactivamente a lo largo del tiempo para crear un complejo sistema de adaptación, el cual podemos llamar sectores industriales[72] ó nichos tecnológicos.

La velocidad con la que las empresas generen diseños innovadores y el grado de integración con los usuarios finales, determinará la cuota de mercado, así como el grado de influencia en los prototipos y diseños dominantes del régimen sociotécnico. Si una empresa genera arquitecturas de diseño dominantes como las empresas transnacionales, garantiza poder de mercado e influencia sobre sus competidoras. El problema básico al que se enfrentan las empresas es la velocidad de la innovación, las estrategias organizacionales que contribuyan a diseñar, desarrollar productos y servicios a mayor velocidad son aquellas que sobreviven (Fine 2000; Hammer & Champy, 1993; Towner, 1994).

De esa manera, las empresas que no son capaces de generar diseños propios, se verán obligadas a pagar por los diseños industriales que tienen que imitar o maquilar, además de la condición de dependencia en la inventiva de las empresas con capacidades de diseño de vanguardia y/o arquitecturas de diseño dominantes. Cimoli y Katz (2001). Este fenómeno obliga a la salida de las empresas que no cuentan con capacidades de diseño o queden desarticuladas de los nichos de innovación.

---

[72] Ver por ejemplo: Coase, 1930:386-405; Williamson y Sinter, 1992; Simon (1980); (Simon, 1995); (Nelson y Winter, 1982); Fujimoto (1999) y Langlois (2001).

El posicionamiento de una empresa en el mercado, estará determinado en gran medida por la capacidad que tenga para efectuar las innovaciones basadas en diseño. Los productos complejos, (entendidos como productos demandantes de insumos de nuevo conocimiento básico para la innovación) se caracterizan por un alto grado de integración de las empresas y un efecto de construcción de barreras a la entrada, esto se debe a que los costos asociados para la obtención de nuevos conocimientos son elevados, por otro lado la incertidumbre resulta muy alta y la especificidad de necesidades obliga a patrones de integración para el diseño de nuevos productos, los cuales deben considerar etapas aún posteriores a la venta final o uso del artefacto. Estas condiciones favorecen la consolidación de nichos de innovación en el contexto de estructuras de mercado oligopólicas y monopólicas.

Por otro lado, los productos estandarizados (entendidos como productos que requieren un uso intensivo de insumos de conocimiento difundido para la innovación) se caracterizan por una baja integración de empresas a nivel de los nichos de innovación, esto podría estar relacionado con las condiciones mismas de los productos, los cuales se encaminan a satisfacer necesidades específicas de los usuarios finales, sin considerar etapas posteriores al uso o consumo de los artefactos. Estas condiciones de alta difusión podrían hacer que los nichos de mercado se desarrollen en el contexto de estructuras de mercado en competencia, lo cual influye para una baja integración entre las empresas al interior de los nichos de innovación.

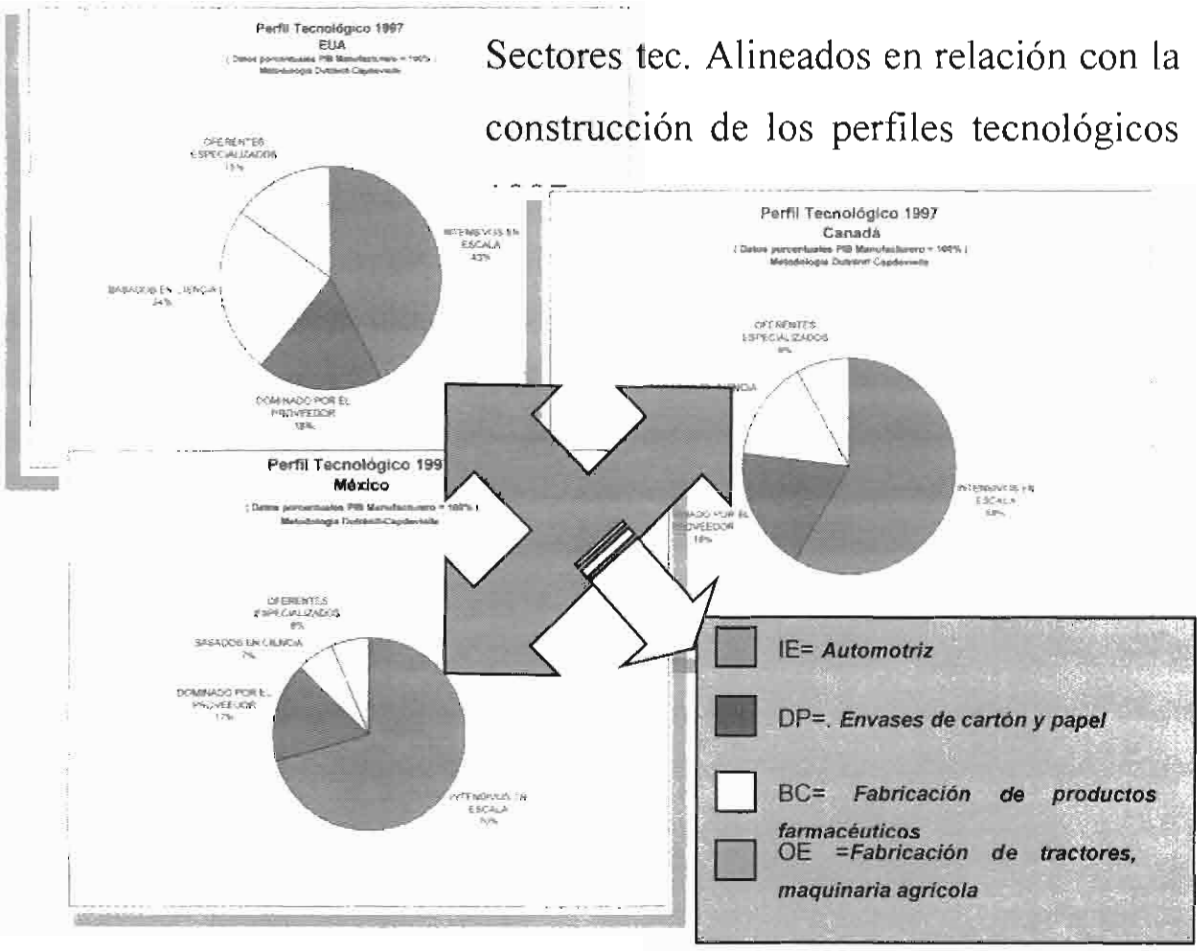
Lo anterior no implica que los nuevos diseños puedan ser desarrollados de manera autónoma, aunque se tengan estructuras de mercado competitivas, los grados de modularización y estandarización son premisas básicas de diseño para las empresas de nicho de innovación, pueden ser elementos susceptibles de influir en la adquisición y asimilación eficiente de conocimiento como insumo de diseños para la innovación.

4.4. Evidencias de alineación de los perfiles tecnológicos.

De la evidencia presentada en el apartado 4.1, es posible observar un efecto directo de los procesos de integración comercial sobre la configuración de los perfiles tecnológicos; para el caso de México representó no solamente la apertura comercial, sino la consolidación de un perfil tecnológico el cual está directamente relacionado con el perfil tecnológico de EUA.

Si observamos la ilustración 12, que muestra el perfil tecnológico de América del Norte con datos de 1997, podemos observar que los sistemas políticos de los países integrantes del TLCAN, han transitado por un proceso de transnacionalización e integración más allá del ámbito comercial. Es necesario reconocer que desde 1982 los procesos de globalización e integración comercial han reconfigurado a la región de América del norte más allá del ámbito territorial, penetrando hasta sus aspectos tecnológicos. Existe una re-configuración de los perfiles tecnológicos de los tres países en contextos territoriales y de integración. Conformando un sistema productivo con perfiles tecnológicos integrados y mutuamente influyentes.

Ilustración 12 Perfiles tecnológicos en América del norte 1997.

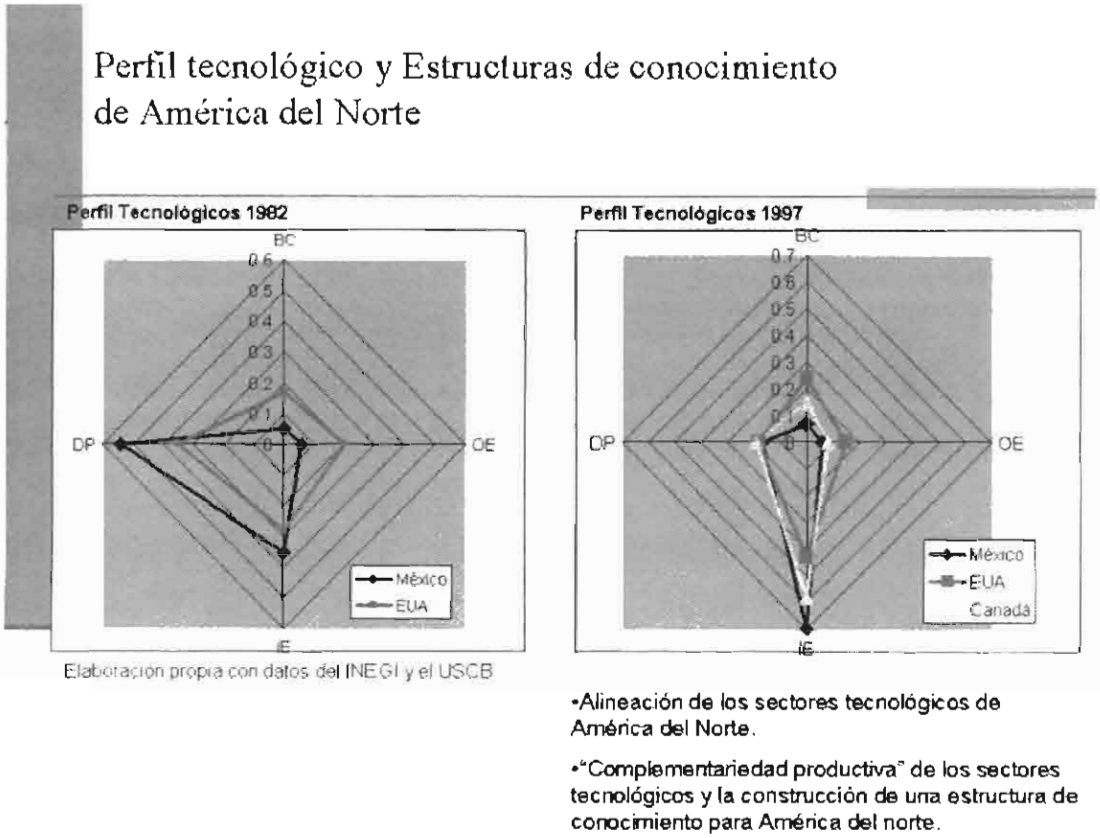


Elaboración propia con datos del PIB manufacturero 1997, Para consulta de las cantidades y criterios taxonómicos ver el anexo.

El perfil tecnológico de América del Norte se ha consolidado como un sistema articulado de los perfiles tecnológicos; esto queda claro al observar las gráficas de radar de la composición del perfil tecnológico, si en cada uno de los ejes se disponen los sectores tecnológicos de la taxonomía Pavitt aplicada a los países de América del norte, resulta

evidente la alineación de los perfiles tecnológicos y el subsecuente efecto de articulación simétrica.

Ilustración 13 Graficas de radar. Alineación del perfil tecnológico entre México y EUA (1982-1997).



•Alineación de los sectores tecnológicos de América del Norte.

•"Complementariedad productiva" de los sectores tecnológicos y la construcción de una estructura de conocimiento para América del norte.

Aún para 1982, la composición del perfil tecnológico de México muestra signos de una inmediata alineación con el de EUA, debido principalmente al proceso acelerado de apertura comercial.

5 El Diseño como capacidades de articulación de acervos de conocimiento para la innovación.

Cualquier transformación en la estructura científico-tecnológica, requiere de una base de conocimiento, la cual es intrínsecamente construida por la sociedad y las instituciones en el contexto de sistemas específicos. A saber, la investigación y desarrollo (I+D) se ha caracterizado como la manera de construcción de conocimiento, sin embargo, esta investigación considera una dimensión más en la formación de dicho acervo de conocimiento para la innovación, la cual está determinada por las capacidades (o el proceso) de diseño[73].

Esta manera de comprender el proceso de formación de acervos de conocimiento, permite identificar la I+D básica como la generación de conocimiento (cuya formulación está basada en la comprobación y la experimentación fundadas en el método científico); mientras que diseño es un mecanismo de integración de conocimiento (aunque las maneras de obtenerlo y sus metodologías de comprobación sean diferentes al proceso científico, ya que esta forma de conocimiento está basada en procesos de recombinación y articulación de acervos de conocimiento, los cuales pueden ser nuevos y/o difundidos) y fuente de conocimientos encaminados hacia la concepción de nuevos artefactos tecnológicos, capaces de constituirse en innovaciones.

Mientras que la ciencia se empeña en descubrir el orden de la naturaleza, el diseño se encamina a transformarlo, basándose en la Intuición cognitiva: El diseño puede ser

[73]La consideración de los procesos de diseño como el una parte fundamental del proceso innovador ha sido reconocida por autores como: Baldwin & Clark (2000), Langlois (2001), Fruin (1997), Fujimoto (1999). Y Perrin (1998). Hobday (1996) etc.

guiado por intuiciones y existir como una mera posibilidad, hasta llegar a ser comprobados solo a través de la materialización del prototipo.

El Diseño implica la concepción de nuevos y totalmente desconocidos artefactos tecnológicos sobre la base de una acumulación de conocimientos74, llegando al momento en que el diseñador plasma los primeros esbozos que permitirán construir los pre-prototipos. En este sentido, Diseño implica una nueva articulación basada en procesos creativos, de los conocimientos científico-tecnológicos, cuya materialización dará origen a un nuevo producto o artefacto, acompañado de un nuevo conjunto de conocimientos de diseño.

Sin embargo la visión del diseño anteriormente expuesta, debe ser entendida como parte de la construcción de trayectorias tecnológicas, en condiciones de incertidumbre e interacción de estructuras dentro de un sistema de innovación, esto nos sugiere que es posible elegir entre opciones diferentes dentro de los proceso de diseño y que los nuevos artefactos no son del todo inventados en le laboratorio de I+D de las empresas, sino diseñados en un entorno de interacciones socioeconómicas y con procesos intuitivos de conocimiento. De hecho podemos decir que las elecciones son la consecuencia de interacciones y relaciones de poder ente los actores involucrados, hasta alcanzar la estabilización del diseño.

Bajo condiciones de incertidumbre, se generan procesos de diseño de los cuales se espera que resuelvan un problema determinado definiendo trayectorias evolutivas de diseño para los artefactos tecnológicos, así como estructuras industriales determinadas cuya

---

[74] Conocimientos en un sentido amplio, y no solo científico , en este caso se está hablando de conocimientos de diseño (intuitivos) y tecnológicos (de proceso y dominio de los materiales y procedimientos básicos).

articulación representa una alternativa de solución para un problema industrial determinado.

En suma, el diseño de los nuevos artefactos no es la simple acumulación de conocimiento, sino la recombinación de conocimientos nuevos y difundidos a través de procesos de intuición y creatividad, consolidando estructuras de conocimiento específicas, con lo que además de lograr la generación de nuevos artefactos, se alcanzan también nuevos conocimientos cuya comprobación se realiza a través de su materialización.

Por otro lado, la concepción de los nuevos artefactos tecnológicos debe ser necesariamente explicada y entendida en el entorno histórico y económico que se desarrolla. Es por ello, que para intentar analizar y explicar el diseño contemporáneo de nuevos artefactos tecnológicos, es necesario recurrir a la firma, como la unidad productiva del capitalismo contemporáneo capaz de potenciar los esfuerzos del diseñador individual y ser un espacio de reunión e influencia de los diferentes actores de la innovación, lo cual modela en última instancia una estructura industrial.

La firma se convierte en la entidad donde se supera la capacidad de diseño de un solo individuo, para el cual es imposible concebir ó diseñar por completo un artefacto tecnológico contemporáneo. La firma se consolida como en un espacio para superar limitaciones de diseño en un entorno social y de organización industrial históricamente determinado por condiciones de incertidumbre.

Finalmente podemos reconocer en el diseño su carácter de transformación estructural de la tecnología, así como de su acervo de conocimientos, y no como una simple actividad de modificación de la apariencia o presencia exterior de los nuevos artefactos. De hecho con el diseño se definen trayectorias irreversibles para el desarrollo de la tecnología, de

acuerdo a decisiones de diseño tomadas bajo condiciones de incertidumbre en un momento determinado y en el contexto de interacciones estructurales determinadas.

Este trabajo propone que el diseño de artefactos tecnológicos no se desarrolla bajo los mismos mecanismos en todos los casos, de hecho, el diseño de cada artefacto tecnológico determina y es determinado por una estructura de interacciones sociales y por consecuencia debe ser explicado en el contexto de una estructura tecnológica que requiere insumos de conocimientos diferenciados e igualmente específicos.

Lo anterior sugiere la necesidad de contar con una taxonomía que pueda describir relaciones existes entre el diseño de nuevos artefactos tecnológicos, su grado de complejidad y las interrelaciones que se dan entre los actores del proceso innovador. De igual manera, en esta clasificación deben considerarse la influencia de factores tales como los volúmenes de producción y grados de desarrollo económico de los países donde se desarrollan los nuevos diseños, los cuales pueden ser elementos para comprender la concepción y posibilidades de materialización de los nuevos artefactos tecnológicos[75].

Bajo este enfoque, puede observarse que existe una especificidad del diseño, asociada al tipo de producto y al sistema donde se desarrolló, aunque se trate del mismo sector industrial, puede pensarse que el diseño de un cierto producto está intrínsecamente asociado al grado de complejidad del producto[76]. Esto permite proponer, que se pueden caracterizar tipologías de diseño asociadas a los insumos de conocimiento y al grado de participación con los usuarios y proveedores; reconociendo que todo ello se desarrolla en

---

[75] Si pensamos en el caso del diseño de artefactos tales como una nave aeroespacial y el de una "iPod", Resulta claro observar que el diseño de un artefacto tecnológico depende de su complejidad intrínseca, estructura de las relaciones sociales y de la obtención de acervos de conocimiento sobre los que se desarrollan.

[76] Para más detalle puede verse Hobday (1996).

el contexto de estructuras de interacción económica y social, así como una determinada configuración de Organización Industrial[77]. Tal como puede observarse en la tabla 1.

5.1. Teoría del diseño y concepción de los artefactos tecnológicos.

Intentar definir los mecanismos de procesos creativos, representa un esfuerzo considerable. El primer problema se refiere a la omisión de aspectos que se asumen como sabidos y que conforman una parte fundamental de la actividad que se intenta definir, este ha sido el caso de las definiciones realizadas por diseñadores, a propósito de lo que significa diseñar y concebir nuevos artefactos. El problema de definición se agrava aún más cuando se consideran preguntas como las siguientes: ¿cómo se logra la concepción de nuevos productos?, ¿Qué implicaciones económicas tiene el diseño de nuevos artefactos?, ¿Es el diseño una fuente de innovaciones tecnológicas? En suma, ¿Es posible identificar una interrelación entre conocimiento y diseño que influya en la formación de nuevos artefactos e innovaciones tecnológicas?

Este trabajo, no se propone revisar las corrientes teóricas del diseño e intentar una síntesis, porque conduciría a un terreno teórico metodológico cuyo alcance no está considerado en el alcance de esta tesis; sin embargo se plantea una revisión general, pero más útil para nuestros fines, con el objeto de incluirlo en la síntesis de las corrientes revisadas en los dos apartados anteriores.

Desde el punto de vista de los diseñadores, se reconoce que el diseño no es el resultado o producto final, sino un proceso. El diseñador es un científico social, un artista y un

---

[77] El reconocimiento de la interrelación entre Diseño y Organización Industrial se puede encontrar en Baldwin y Clarck (2000)

tecnólogo que intenta buscar el equilibrio entre el método científico y el proceso creativo del artista. El diseño implica un proceso mental altamente organizado, capaz de manipular diversos tipos de información, mezclando todo esto en un conjunto coherente de ideas para finalmente generar su realización, por lo que puede afirmarse que diseño no es producto, sino proceso. (Lawson 1995)[78]

La definición anterior se opone e intenta superar un punto de vista parcial y ajeno a las actividades de diseño, donde se entiende este proceso, como la mejor solución para la suma de necesidades verdaderas para un conjunto particular de circunstancias, pero ésta es una definición superficial, y que no resulta sustentable en el contexto de los apartados anteriormente planteados, en tanto que no se pueden identificar las soluciones verdaderas u optimas, ni las necesidades reales. El diseño no es un proceso lineal y predecible (como ya se expuso), no surge como una sucesión de pasos que inexorablemente conduzcan al mejor diseño[79].

Desde un punto de vista común para los diseñadores, el diseño es entendido como el proceso por el cual se conciben los productos que nos rodean80, los cuales desempeñarán funciones específicas. Alexander, C. (1964). Estos objetos, como producto de la inteligencia y esfuerzo humano, son llamados "artefactos" Simon (1996).

En una interpretación más reciente para el análisis de los artefactos, Baldwin (2000) considera que éstos, no son solo objetos o cosas tangibles, sino aquellas tales como:

---

[78] Esta es una interpretación de la cual parte Bryan Lawson 1995, para escudriñar en los procesos mentales que llevan al diseñador a concebir los nuevos artefactos tecnológicos, "How designers think?".

[79] El diseño tiene más parecido con el proyecto de una nueva planta petrolera o refinería, la construcción de una catedral o escribir la divina comedia de Dante, señala Gregory S. (1966), en un intento por subrayar la complejidad que involucra el diseño de nuevos artefactos.

[80] En este sentido la palabra concebir, se está refiriendo a etapas muy primitivas en la materialización de un artefacto, de hecho se está refiriendo a una etapa en la que ni el diseñador mismo puede describir en términos explícitos las características básicas de lo que concibe. Es una etapa perceptual, rodeada de intuiciones y especulaciones, en esta etapa no se ha alcanzado ni siquiera un pre-prototipo, ni mucho menos planos referentes a una posible materialización del objeto.

reglas, costumbres, sistemas legales, organizaciones productivas, juegos, estrategias, programas de computadoras, diseños de ingeniería, ciencia, incluso el conocimiento que usamos para entender el mundo y la tecnología, así como el conocimiento que usamos para crear cosas, y artefactos.

Pero más allá de una definición tan general como la Baldwin, donde podría caber casi cualquier actividad asociada al ingenio humano, el diseño contemporáneo se ha convertido en un proceso de conocimiento. Considerarlo así permite restaurar y redimir viejos objetos de conocimiento actualmente diluidos a lo largo del proceso de su realización (Irigoyen 2000). Pero ver al diseño como una forma de conocimiento resulta poco común, sobre todo al incluir definiciones como las de Tudela (1996)[81], donde considera que la experiencia de diseño indica que la razón y la intuición se vinculan a lo largo del proceso de diseñar. Ignorar la complejidad del proceso mismo de diseño, ha provocado el establecimiento de infinidad de "mitos" en torno a él.

Ante una interpretación del diseño como la anterior, en la que se propone una forma de conocimiento basada en la razón, pero también en la intuición, conllevan a preguntar: ¿cómo puede ser posible la existencia de conocimientos basados en intuición, el cual no es sometido a una comprobación del tipo científico?, esta es tal vez una de las características más complicadas que se asocian al diseño de artefactos tecnológicos. Lo cual será el objeto de discusión de este apartado.

El proceso de diseño tiene fases o momentos de realización más o menos diferenciados, cuya plena identificaeión frecuentemente resulta difícil de establecer dado su carácter aleatorio, cambiante, permanentemente ajustable a los criterios y procesos de reflexión de donde se parte. De aquí su diferencia sustancial con los procesos de orden científico que no se permiten tanto devaneo, aquellos donde el punto de partida individual o subjetivo

---

[81] Ver: Tudela, Fernando (1985). *Conocimiento y Diseño*, Ed UAM.

poco tienen que ver. Pero no por eso, el diseño como actividad reflexiva, se encuentra exento de parámetros rigurosos para conseguir sus fines.

El diseño tiene una lógica, fincada en la racionalidad de sus procesos, a través de los cuales se imponen condiciones específicas y peculiares al momento de prefigurar, con ella se constituye la única manera de garantizar los mecanismos desde donde se establece el ordenamiento de los atributos de los objetos, y del diseño mismo como proceso.

Por lo anterior, considerar únicamente a la expresión formal (es decir su materialización externa) como el atributo fundamenta de los productos y artefactos tecnológicos, obliga al abandono del conocimiento integral de los mismos y la reducción de sus atributos sustanciales. La médula del artefacto deja de importar si solo se considera que diseño es la apariencia de los productos, los atributos tecnológicos del objeto se vuelven secundarios. El objeto se hace incognoscible, inalcanzable, se establece una suerte de fetichismo de los artefactos tecnológicos, con lo que se le trasladan propiedades de autogeneración y reproducción, tal como si los nuevos productos surgieran intrínsecamente a los desarrollos científicos y empresariales a través de I+D y que el diseño solo proporciona al nuevo producto su apariencia exterior en un ejercicio de mercadotecnia.

En realidad, el diseño en el contexto del capitalismo contemporáneo, se constituye como un proceso complejo y paralelo al de I+D, que permite el surgimiento de nuevos artefactos tecnológicos, sobre la base de una acumulación de conocimientos y transformaciones no solo de los componentes externos del artefacto, sino de su esencia tecnológica básica.

De manera más profunda, por objeto de diseño, puede entenderse cualquier entidad, hecho o cosa, realidad o atributo, presente como producto en su fase de prefiguración

(proceso creativo) o figuración (prototipo). Irigoyen (2000). De este modo, el proceso de diseño será tanto el uso de los sentidos, como la puesta en ejecución de complicados instrumentos lingüísticos y de cálculo propios de la disciplina de diseñar, incrementados por las facultades de intuición del propio diseñador. Asimismo, consideraremos incluida dentro de esta definición, la manera de establecer analogías conceptuales y la manera de proponer representaciones enlazadas para prefigurar y figurar el objeto de diseño, de tal suerte que pueda ser factible su materialización.

Al incluir las facultades de intuición del diseñador, se está agregando una dimensión de análisis que distingue al diseño de la investigación científica o I+D, existe pues la necesidad de una distinción entre método científico e intuición cognitiva en el proceso de diseño.

La intuición es el empeño hacia la verdad de una noción cualquiera, aunque no sea comprobable[82]. Esta es una característica esencial propia del diseño. Por eso, muchas veces el diseño aun considerado ya en sus fases de prototipos, es más una mera posibilidad que una propuesta de comprobación. Es importante tomar en cuenta que lo comprobable en el Diseño es de enorme multiplicidad, tiene variedad de sentidos, dimensiones y posibilidades. La lógica del diseño admite esta dimensión variable y aleatoria como parte de su naturaleza. Con esta base, el conocimiento generado en el diseño debe considerarse dentro de límites y posibilidades distintas a las que ocurren en la ciencia.

---

[82] En este caso se está entendiendo la intuición en los términos que Henri Bergson lo define. Propone usar en el proceso de conocimiento la intuición. Debemos recordar que en el lenguaje filosófico el término "intuición" designa la capacidad de conocer de manera directa y completa, lo que significa conocimiento sin usar la vía intermedia del análisis. En síntesis, la intuición es la capacidad de abarcar la realidad de manera directa, captando su carácter cambiante. Rózga, Ryszard (2002): "Del archivo de aficionado a la filosofía: Bergson" en *UMBRAL* Ed. UAM. Abril.

La lógica del diseño, más amplia que su racionalidad, es tan flexible que en muchos sentidos acepta lo irreal o antinatural, de este modo, a través del diseño podemos encontrar rutas de conocimiento a través de lo que el objeto de diseño no es. Por ejemplo: La dinámica de desarrollo de la electrónica, ha superado las características propias del cilicio, lo que a su vez a obligado a la transformación de los materiales naturales, para lograr esto, las estructuras moleculares son diseñadas en base a lo que el cilicio no es, transformándose en semiconductores con niveles de eficiencia superiores a los materiales naturales. De la misma manera, los procesos de adsorción en catálisis, plantean a los centros de investigación como el Instituto Mexicano del Petróleo, los límites de los elementos y materiales conocidos para bases catalíticas, ello conduce al diseño de nuevos materiales sobre la base de lo que las zeolitas no son, esto se logra a través de la transformación y reordenamiento de las estructuras moleculares de las bases catalíticas conocidas.

Cuando las necesidades del desarrollo tecnológico superan las características de lo natural, es el ingenio creador del diseñador el que se enfrentar los retos de la materialización del objeto. En su esencia racional, el diseño no sucumbe frente a la necesidad de lo irracional.

El acto de diseño es un proceso de vinculación entre el pensamiento basado en mecanismos de abstracción para la prefiguración y la figuración o materialización en esquemas y prototipos. El diseño es puente entre el mundo subjetivo y el mundo objetivo. La conciencia y el conocimiento conforman el territorio donde se da la unidad necesaria de ambos mundos. Los diseñadores relacionan su pensamiento con los elementos conceptuales que se forman en el proceso. Se relacionan con los conceptos de diseño como herramientas para conocer.

Toda proposición prefigurativa o figurativa del diseño tiene el sentido de ser parte de la realidad, de ser una imagen compleja de ella y para ella. Con las imágenes por delante, se asiste al conocimiento del artefacto y se comprenden las propuestas sin que necesariamente sea explicado su sentido. Con esta base, los trazos de todo proyecto o proposición, estampados en el papel del diseñador o en la pantalla de cómputo, son imágenes de la realidad. Difícil de aceptar de buenas a primeras[83]. No obstante, estos símbolos se demuestran y ratifican también, en el sentido ordinario del término, como imágenes de lo que representan.

En suma, diseñar se convierte en una operación por medio de la cual el objeto se hace presente. Presente físicamente, como es obvio o presente de manera compleja, acompañado de signos que lo hacen distinguible, identificable, descriptible o previsible, esto es: controlable. (Irigoyen 2000).

En general, la síntesis es fundamental en el diseño, como el acto de reunir diferentes objetos, ideas, otros actos, y experiencias, dispuestas de manera organizada para construir nuevos objetos o artefactos, asumiendo su compleja existencia. De la obligación de conocer el proceso, se deriva la necesidad de formalizar nuevas entidades, hasta lograr su plena objetivación. Con esta base, el objeto de diseño tiene un sentido, además de múltiples significados; organizado para su comprensión y lectura lógicas. Si el objeto de diseño no se hace posible, los conceptos empleados fueron vacíos o se vaciaron en el proceso y por tanto, no sinterizaron las significaciones y determinaciones pertinentes al objeto, o no se realizaron las operaciones lógicas suficientes y necesarias para su objetivación. En el caso del diseño, por su naturaleza, no todos lo objetos producto de su actividad tienen la cualidad de ser realizables o materializables. Por eso, los objetos de

---

[83] Como tampoco se puede aceptar que la notación musical parece, a primera vista, una imagen de la música; ni siquiera nuestra escritura fonética parece una imagen de nuestro lenguaje hablado

diseño admiten condiciones como la de sólo ser representados. Tal es el caso de los pre-prototipos cuya distancia con el objeto es la materialización misma.

Diseñar es un conjunto de operaciones, a veces tan diferentes entre sí, que identificadas unas frentes a las otras, o mezcladas entre sí, nos arrojan el objeto de diseño específico, diferenciado por sus propias características.

Los objetos de diseño, sin lugar a dudas proponen el orden de su realización, o de su consistencia objetiva y hasta material. Son representación del orden de sucesión de ideas establecidas para su materialización. Orden y sucesión no tendrían sentido si no coincidieran con el orden y sucesión de las cosas, a las cuales se refieren las ideas. El diseño es un ejercicio pleno de ordenamientos.

Desde el punto de vista del materialismo histórico, Diseñar es un producto específico de las condiciones materiales en las que se desarrolla el individuo. Donde el esquema de explicación es la recurrencia de la historia a través de las condiciones desde las cuales las fuerzas productivas marcan la pauta del desarrollo, tanto de las relaciones que se han tenido para producir los objetos materiales como de los medios de producción que le corresponden en ese devenir histórico. "...El sujeto produce la realidad en la medida que la conoce". (Mandoki K. 1992)[84]

Diseño es mucho más que forma, la realidad no se hace con formas como si no tuvieran sustancia, ellas son parte inclusiva de la realidad de los objetos. Lo que los individuos hacen es transformar cosas u objetos para constituir permanentemente nuevos planos de esa misma realidad. La forma sólo podría ser convergencia de procesos productivos cuando la veamos bajo sus definiciones históricas más amplias, como modo de

---

[84] De esta manera el diseño se transforma en una forma de conocimiento. Mandoki, Katia (1993) Tesis doctoral en Filosofía. Facultad de Filosofía UNAM México.

producción. Pero dar el paso, sin ninguna mediación teórica, de este nivel al de las formas en el diseño, requiere diferenciar los términos empleados. En el diseño, no se produce en rigor nada, en el sentido estricto del término, sólo se representan objetos cuyo sometimiento a las necesidades y los procesos de su materialización lo colocan en la condición histórico-social de ser producidos.

En resumen, la complejidad intrínseca a la tecnología provoca dificultades en su análisis. Como es común, al enfrentarse a un problema multidimensional y complejo, una ruta de análisis es intentar observar el proceso en su conjunto y explicarlo en su complejidad misma. Este análisis ha permitido la descripción del fenómeno tecnológico desde un punto de vista global, identificando las actividades de I+D como uno de los elementos clave para la innovación tecnológica. Sin embargo, este nivel de agregación oculta el Diseño como una parte integrante del conocimiento generado y asimilado por los individuos y por consecuencia por las empresas, el cual es utilizado y requiere ser administrado como una herramienta estratégica de las organizaciones[85] para el desarrollo de innovaciones.

5.2. Una síntesis teórica para comprender el diseño en el proceso de innovación tecnológica.

En este apartado se realizará una síntesis de las principales corrientes de análisis del diseño y la tecnología, a partir de ello se expondrán los principales puntos de coincidencia desde de los cuales se pueden construir puentes teórico metodológicos que permitan proponer una interpretación más completa del papel del diseño en la

---

[85] Más adelante se estudiará el diseño como un factor para la organización industrial y elemento de prevención estratégica de las empresas, ente entornos económicos dinámicos y evolutivos (ver capítulo 4)

tecnológica, entendido como parte fundamental de los procesos de innovación y como generador intrínseco de conocimiento.

Para las corrientes de interpretación presentadas en el apartado anterior, resultó una idea común alejarse de la interpretación lineal del diseño, para no entenderlo como una sucesión de pasos ordenados, tendientes a obtener un resultado previamente establecido. De igual manera, tampoco se reconoce que los nuevos artefactos surjan del esfuerzo individual de un diseñador, para el constructivismo social queda demostrado que los artefactos son socialmente modelados.

Por lo anterior, se puede decir que los artefactos no son del todo inventados sino diseñados. es decir, son modelados por las interacciones de la sociedad, sobre la base de una re-articulación de los conocimientos nuevos y difundidos que se obtienen con la I+D, a través de procesos con alto grado de potencial creativo. En este sentido, los nuevos artefactos no surgen como la consecuencia inmediata de nuevos conocimiento básicos o aplicados, ni como procesos de desarrollo en mejoras de productos existentes, sino en un ejercicio de reunión de diferentes objetos, ideas, conocimientos y experiencias, dispuestas de manera organizada en el contexto de interacciones socioeconómicas y trayectorias tecnológicas.

Ahora bien, la trayectoria tecnológica es igualmente influida en parte por los nuevos artefactos, los cuales a su vez están determinados por las interacciones de la sociedad y los paradigmas tecnológicos sobre los que operan. Ante este escenario, se crean condiciones de irreversibilidad en los diseños, determinando trayectorias de producción y definiendo senderos tecnológicos no reversibles de acuerdo a decisiones tomadas en un memento dado, bajo condiciones de incertidumbre.

La evolución en el diseño de nuevos artefactos puede transformar y direccionar las trayectorias tecnológicas, formando un nuevo cúmulo de conocimientos que no son exactamente del tipo de los científicos, pero que si son capaces de transformar el estado y rumbo de las investigaciones básicas, es por ello que ciencia, tecnología y diseño, se entremezclan para consolidar un acervo de conocimientos cuya metodología de comprobación y lenguaje no es la misma[86], pero que en su conjunto consolidan la estructura tecnológica en un momento histórico determinado.

En muchos de los estudios sobre I+D, se incluyen los procesos de *diseño*, como parte del *desarrollo* de nuevos productos, sin embargo, esta generalización oculta un proceso básico, referente a la manera en la que se conciben los nuevos artefactos, incluso antes del primer prototipo.

Para efectos de esta investigación, se reconoce el Desarrollo de nuevos artefactos, como procesos de mejora y/o adaptación de productos y artefactos existentes, mientras que Diseño implica la concepción de nuevos y totalmente desconocidos artefactos tecnológicos sobre la base de una acumulación de conocimientos[87], llegando al momento en que el diseñador plasma los primeros esbozos que permitirán construir los conceptos que lleven a incipientes prototipos. En este sentido, Diseño implica una nueva articulación de los conocimientos científico-tecnológicos basada en procesos creativos, cuya materialización dará origen a un nuevo producto o artefacto, acompañado de un nuevo conjunto de conocimientos de diseño.

---

[86] Tal como se expuso en los apartados anteriores, las maneras de obtener conocimientos en la ciencia son diferentes a los procesos de diseño y sobre todo en las metodologías de comprobación, mientras que para el conocimiento científico, la comprobación y la experimentación son fundamentales, en el diseño las ideas pueden ser guiadas por intuiciones y existir como una mera posibilidad, hasta llegar a ser comprobadas solo a través de su materialización.

[87] Conocimientos en un sentido amplio, y no solo científico, en este caso se está hablando de conocimientos de diseño (intuitivos) y tecnológicos (de proceso y dominio de los materiales y procedimientos básicos).

Sin embargo la visión del diseño anteriormente expuesta, debe ser entendida como parte de la construcción de trayectorias tecnológicas, en condiciones de incertidumbre, esto nos sugiere que es posible elegir entre opciones diferentes dentro de los proceso de diseño y que los nuevos artefactos no son del todo inventados en el laboratorio de I+D de las empresas, sino diseñados en un entorno de interacciones socioeconómicas y con procesos intuitivos de articulación. De hecho podemos decir que las elecciones son la consecuencia de interacciones y relaciones de poder ente los actores involucrados, hasta alcanzar la estabilización del prototipo.

Bajo condiciones de incertidumbre, se generan procesos de diseño de los cuales se espera que resuelvan un problema determinado definiendo trayectorias evolutivas de diseño para los artefactos tecnológicos, así como estructuras industriales determinadas cuya articulación representa una alternativa de solución para un problema industrial determinado.

En suma, el diseño de los nuevos artefactos no es la simple acumulación de conocimiento, sino la recombinación de conocimientos nuevos y difundidos a través de procesos de intuición y creatividad, con lo que además de lograr la generación de nuevos artefactos, se alcanzan también nuevos conocimientos cuya comprobación no se realiza como en los proceso científicos, sino a través de su materialización.

Por otro lado, la concepción de los nuevos artefactos tecnológicos debe ser necesariamente explicada y entendida en el entorno histórico y económico que se desarrolla. Es por ello, que para intentar analizar y explicar el diseño contemporáneo de nuevos artefactos tecnológicos, es necesario recurrir a la firma o empresa, como la unidad productiva del capitalismo contemporáneo capaz de potenciar los esfuerzos del diseñador individual y ser espacio de reunión e influencia de los diferentes actores de la innovación, modelando con ello una estructura industrial.

La firma se convierte en la entidad donde se supera la capacidad de diseño de un solo individuo, para el cual es imposible concebir ó diseñar por completo un artefacto tecnológico contemporáneo. La firma se consolida como en un espacio para superar limitaciones de diseño, en un entorno social y de organización industrial históricamente determinado bajo condiciones de incertidumbre.

Finalmente podemos reconocer en el diseño su carácter de transformación estructural de la tecnología y de su acervo de conocimientos, y no como una simple actividad de modificación de la apariencia o presencia exterior de los nuevos artefactos. De hecho con el diseño se definen trayectorias irreversibles para el desarrollo de la tecnología, de acuerdo a decisiones de diseño tomadas bajo condiciones de incertidumbre en un momento determinado.

Este trabajo propone que el diseño de artefactos tecnológicos no se desarrolla de una sola manera para todos los casos, de hecho, el diseño de cada artefacto tecnológico determina y es determinado por una estructura de interacciones sociales y por consecuencia debe ser explicado en el contexto de una estructura tecnológica que requiere insumos de conocimientos diferenciados y específicos.

Lo anterior sugiere el establecimiento de una taxonomía que pueda describir la relación que existe entre el diseño de nuevos artefactos tecnológicos, su grado de complejidad y las interrelaciones que se dan entre los actores del proceso innovador. De igual manera, en esta clasificación deben considerarse la influencia de factores tales como los volúmenes de producción y grados de desarrollo económico de los países donde se

desarrollan los nuevos diseños, los cuales pueden ser elementos para comprender la concepción y posibilidades de materialización de los nuevos artefactos tecnológicos[88].

Aunque en primera instancia, una diferencia inmediata entre los productos responden a que satisfacen necesidades totalmente diferentes, esta no es la única razón para la diferenciación de los procedimientos de diseño, a esto se le debe agregar la estructura de interrelaciones sociales y de los actores involucrados, así como el tipo de I+D para la obtención del acervo de conocimiento, a partir de los cuales se conciben dichos artefactos con volúmenes de producción igualmente distintos.

En el siguiente capítulo, se desarrollarán los elementos básicos para la elaboración de una taxonomía del diseño de productos, en relación a las interacciones de los agentes del proceso innovador, volúmenes de producción, estructuras industriales y acervos de conocimiento, para comprender los mecanismos a través de los cuales las empresas gestionan el diseño de artefactos tecnológicos de acuerdo a su complejidad, como una manera de definir estrategias de interacción empresarial y sectorial.

Los trabajos empíricos sobre el cambio tecnológico en América Latina[89] resaltan el hecho de que la capacidad de absorción de conocimiento tecnológico está condicionada por la acumulación previa de capacidades locales. Esto sugiere que existe una enorme diferencia entre las características del proceso de acumulación tecnológica en los países en desarrollo y permite observar que en países como México en el contexto de una apertura comercial acelerada no se contaba con las condiciones previas de asimilación y únicamente se dieron procesos de asimilación y selección de tecnologías, como sostuvo

---

[88] Si pensamos en el caso del diseño de artefactos tales como una nave acroespacial y el de unos audífonos, Resulta claro observar que el diseño de un artefacto tecnológico depende de su complejidad intrínseca, estructura de las relaciones sociales y de la obtención de acervos de conocimiento sobre los que se desarrollan.

[89]Como ejemplo de esto pueden revisarse los trabajos de Katz, así como los de Lall

durante mucho tiempo la visión neoclásica y que derivaba en indicadores que se "referían exclusivamente al costo de la innovación y al impacto en las utilidades". (Manual Oslo p. 45).

Los países de industrialización tardía realizan el cambio tecnológico avanzando por una senda de aprendizaje diferente a la que han transitado los desarrollados, habría que decir que innovación no puede significar lo mismo en estos dos tipos de países, de hecho para esta investigación un elemento clave puede ser - como ya se ha mostrado en secciones anteriores- la interacción entre capacidades de absorción de conocimiento tecnológico y el factor multiplicador del potencial creativo de las empresas con procesos de innovación endógena de innovación basada en diseño.

El concepto de innovación que se usa en el Manual Oslo se refiere a los nuevos productos con alto impacto a nivel de innovación tecnológica, a los muy mejorados y a la puesta en marcha de nuevos procesos. Esta definición fue hecha para los países de la OCDE y resulta muy rigurosa para empresas en el contexto de países en desarrollo, pues deja fuera el análisis de los esfuerzos desplegados por las empresas para la mejora de su acervo de conocimiento y hace abstracción de sus capacidades de absorción de conocimientos nuevos ó difundidos, así como de diseño de nuevos artefactos para la innovación.

Asumir el concepto de innovación elaborado para describir a aquellos países y empresas que se encuentran en una posición de mayor dominio tecnológico implica dejar de lado actividades que de suyo son relevantes para el aparato productivo de la región latinoamericana. Por ejemplo, implica dejar de lado actividades que determinan el ritmo y la forma de la difusión y transferencia tecnológicas como el monitoreo, la evaluación, la adopción, la adaptación de tecnologías. También implica omitir los requerimientos de capacidades tecnológicas que se requieren para tener capacidades de absorción de conocimiento y diseño endógeno.

Considerar el concepto de innovación desde la perspectiva del manual de Oslo, provocaría la impresión de que lo único que sucede en América Latina en términos tecnológicos es una difusión de tecnologías creadas en otras latitudes. Si así fuera los únicos indicadores relevantes para evaluar cambio tecnológico serían las importaciones de bienes de capital, los flujos de inversión extranjera y las transferencias de tecnologías desincorporadas tales como licencias, pagos de know how, etc.

Los comportamientos específicos de la empresa latinoamericana y la importancia que para ellas tienen las actividades encaminadas a la acumulación de capacidades tecnológicas, hacen que el estricto concepto de innovación deje fuera las especificidades que asumen sus procesos de innovación.

5.3. Tipologías de diseño y articulación de conocimientos.

Para autores como Hobday M. (1996) es necesario construir una caracterización de productos bajo un modelo no convencional de innovación, propone dejar de concebir a las empresas sumergidas en una dinámica donde primero ocurre la innovación y a esta le sigue la difusión. Esa es una interpretación donde se diluye la importancia del tipo de artefacto tecnológico, concentrándose en verlos como productos susceptible de ser estandarizados y llegar a procesos de producción en masa. La consideración del tipo de producto y su tipo de diseño, permiten a Hobday M. (1996). Establecer al menos dos categorías de productos: a) Productos Complejos y b) Productos en Masa, los cuales cuentan con procedimientos de diseño y acervos de conocimiento específico, aún dentro de un mismo sector tecnológico.

En este trabajo se reconoce la especificidad de los productos y sus procesos de diseño, en un sentido no lineal de desarrollo y construidos socialmente, a partir de ello se propone una tipología de diseño y productos, en relación a los insumos de conocimiento asociado. Para ello se verá el diseño de nuevos artefactos, como un elemento de comportamiento estratégico de las empresas, en un entorno cambiante.

La primera caracterización que podríamos realizar del diseño de artefactos tecnológicos, es distinguirlos por el impacto de su innovación en el estado del arte tecnológico:

1. Diseños Discretos. Este tipo de diseños es el que establece un impacto de innovación a través de un artefacto tecnológico completamente nuevo constituyendo un salto en el estado del arte tecnológico, con expansiones cuánticas de la frontera tecnológica.
2. Diseños Continuos. Este tipo de diseños es el que establece un impacto de innovación a través de transformaciones a un artefacto sobre una base tecnológica difundida, el cual se adapta, complementa y/o modifica, permitiendo el continuo en la transformación del estado del arte tecnológico con desplazamientos sobre y/o expansiones graduales (continuas) de la frontera tecnológica.

Ambos tipos de innovación pueden estar basados en acervos de conocimientos nuevos o difundidos. Esta caracterización es independiente de los volúmenes de producción los cuales pueden ser discretos o continuos, variando desde volúmenes unitarios para productos complejos como satélites de telecomunicación ó aeropuertos, hasta volúmenes masivos como en el caso de teléfonos celulares y refacciones de aeronaves[90].

---

[90] Este es otro ejemplo de productos que están en el mismo sector de innovación, pero cuyos procesos de diseño, acervos de conocimiento y complejidad tecnológica permiten pensar en el análisis del diseño como elemento clave para la innovación.

Estas dos agrupaciones son útiles para construir una tipología de acuerdo al volumen de producción, sin embargo los productos y sus diseños se encuentran en un nivel muy agregado, sobre todo si se piensa en la gestión del diseño al interior de las empresas y su relación interempresarial e interindustrial.

Se puede ver el diseño como una herramienta estratégica para la innovación capaz de ser dirigida hacia procesos de organización industrial, dependiendo del tipo y grado de complejidad tecnológica. Sí reconocemos al diseño como una parte del proceso de innovación tecnológica de las empresas en un entorno de competencia y supervivencia, podemos concebirlo como un factor de comportamiento estratégico bajo condiciones de incertidumbre y entornos cambiantes. Podría ser posible entonces, proponer el siguiente criterio tipológico de diseño de productos discretos y continuos, usando un lenguaje de la teoría evolutiva[91]:

- Diseños Continuos:

- *Diseños Simbióticos* => (del griego, *symbioun*, 'vivir juntos'), en biología, se aplica a la interdependencia de dos organismos de especies diferentes. Se suele denominar mutualismo al tipo de simbiosis en la cual los organismos cooperantes, o simbiontes, obtienen un beneficio mutuo. Para el caso del diseño, agruparemos en esta categoría, aquellos en los que las arquitecturas y protocolos de interface están encaminados a lograr un beneficio mutuo a través de su compatibilidad, así como servir de complemento para las funciones de los productos entre sí, Ejemplo: En el caso del diseño de impresoras y scanner, estos deben ser compatibles con PC's o Macintosh a través de sus arquitecturas de interface. La compatibilidad debe ser a dos niveles: hardware (arquitecturas físicas de interconexión) y software (Protocolos de

[91] La argumentación teórica para esta tipología se desarrolló en la tesis de maestría en economía y gestión del cambio tecnológico. Cisneros S. (2003) "Tipologías de diseño y estructuras de conocimiento para la innovación tecnológica (Hacia un modelo de análisis en la economía de la innovación).

interconexión, donde cualquier sistema operativo como Windows u OS deben incluir los controladores de impresoras de compañías diferentes a la suya).

- *Diseños Rivales* => Estos son diseños de rápida adaptación ante entornos cambiantes y competitivos, generalmente asociados a Diseños de productos estandarizados, donde las empresas de diseño no pueden influir sobre los de otras empresas y la selección del producto es realizada por los consumidores.

  Las características de este tipo de diseños implican cambios en las características de los productos a través de nuevas configuraciones que atiendan a las restricciones presupuestales de los consumidores representativos, influidos por decisiones bajo condiciones de incertidumbre, éstos prosperan o se pierden en las sucesivas generaciones de productos, dependiendo de cómo encajen en el ambiente de competencia.

  El proceso de variación, selección y diferenciación no es aleatorio y depende de los criterios de diseño tendiente a la estabilización con producciones masificadas, Ejemplo: Automóviles, televisores, equipos de sonido, computadoras personales, etc.

- *Diseños Coordinados Cooperativos*. En teoría de la evolución, el término es Evolución Coordinada Cooperativa, para referirse a los componentes de asociaciones simbióticas, las cuales pueden seguir una evolución coordinada caracterizada por adaptaciones que benefician a ambos.

  En esta categoría podrían incluirse los diseños de productos cuya sofisticación técnica y especificidad, determinan un comportamiento de alto grado de integración de sistemas, el diseño de este tipo de productos escapa a la estandarización y está generalmente asociado a reducidos niveles de producción, este tipo de productos son tan específicos, que no existen condiciones de competencia. Se requiere de un alto grado de integración entre proveedores, usuarios y productores. En este tipo de productos, el diseño y las relaciones contractuales no terminan con la venta del producto a su consumidor, en algunos casos se extienden hasta el mantenimiento, diseño y suministro de refacciones, así como al diseño de productos

complementarios, de hecho en algunos casos se considera el diseño para su desmantelamiento. Los ejemplos para este tipo de diseño se encuentran generalmente en artefactos tecnológicos o productos complejos tales como: plantas núcleo-eléctricas, instrumentos militares, simuladores de vuelo, sistemas computacionales personalizados, maquinarias de excavación minera a gran profundidad, transportes petroleros, etc.

- *Diseños escalables*: Es el que puede ser expresado como un prototipo, susceptible de someterse a pruebas con un grado de materialización suficiente para este fin, lo anterior es con el objetivo de que posteriormente pueda producirse un continuo tangible de producto aprovechando economías de escala. Ejemplo: Diseños de productos químicos tales como lubricantes, medicamentos, catalizadores, bases reactivas, combustibles, etc.

  - Diseños Discretos:
- *Diseños Predatorios* => Podemos tomar el término "Depredación" de la teoría evolutiva, ya que guarda una relación interespecífica que se establece entre dos individuos, en la que uno consume al otro asegurando su supervivencia inmediata.

  Los diseños predatorios estarían asociados a sistemas de alta tecnología ó aplicaciones a productos de producción en masa. Ejemplo: artefactos y sistemas para el almacenamiento de voz y datos ó video, en los que cambios en el diseño de protocolos o arquitecturas de interconexión por parte de esta empresa, puede desplazar o eliminar a compañías.

  Un ejemplo de este tipo de diseño puede encontrarse en la transición del formato de video digital en el que existieron simultáneamente los formatos HD DVD (High Density Digital Versatile Disc) y Blu-ray (Disco óptico de almacenamiento de alta densidad), Aunque la tecnología de almacenamiento y reproducción era discos del mismo tamaño y tecnología, el cambio de formato se convierte en un diseño

predatorio por parte de las compañías productoras de video, reproductoras y grabadoras que adoptaron el diseño blu-ray como formato estándar desplazando el formato HD DVD (en 2008 Toshiba anuncia que abandona la investigación y diseño asociado a la tecnología HD DVD). Ello permitió que las empresas que tomaron el diseño blu-ray se apoderaran del mercado internacional por un criterio de compatibilidad entre productores de cine ó video y las empresas que diseñaban y fabricaban sus respectivos reproductores.

- *Diseños Dominantes* => Un diseño es dominante cuando tiene una gran influencia sobre la composición y forma de los diseños del sector tecnológico y en algunos casos su influencia trascienden a otros sectores. Estos son diseños de productos de gran éxito, aceptación y difusión en el mercado, cuyas características fundamentales se diseminan en las generaciones de nuevos productos. El concepto de diseño dominante guarda relación inversa con el de diversidad: cuanto mayor sea la dominancia de uno o varios diseños, menor será la diversidad tecnológica.

  Un ejemplo de este tipo de diseños es el USB (Universal Serial Bus) como medio para el almacenamiento de información, sus características fundamentales se diseminan e influyen en el diseño de nuevos productos tales como Computadoras, Equipos de sonido, DVD, Audio, etc.

- *Diseño incorporado*: En esta categoría se incluyen productos continuos pero imposibles de ser representados en modelos o prototipos, el diseño es tan específico como el producto y difícilmente puede ser expresado en forma separada de este último, por lo que el modelo o representación del diseño es el artefacto mismo. un ejemplo de este tipo de diseño puede encontrarse en los sistemas y algoritmos para el Procesamiento de información, Redes de Internet, Programas de computación, bases de datos, etc.

A partir de lo anterior, es posible condensar los diferentes procesos de concepción de artefactos tecnológicos en la tabla cuatro, que sistematiza las tipologías de diseño en relación con los diferentes tipos de productos.

Tabla 4 Tipologías de diseño.

		Tipo de Producto	
		Complejos	**Estandarizados**
Tipo de Diseño	**Continuos**		Simbióticos
			Rivales
		Coordinados cooperativos	
			Escalables
	Discretos	Predatorios	
		Dominantes	
			Incorporado

Elaboración propia sobre los conceptos de productos complejos y en masa de Hobday M. (1996).

Tomando en cuenta la interacción existente entre el tipo de producto y su diseño, se puede observar que estos, son diferentes de acuerdo al acervo de conocimiento requerido y los contextos de desarrollo económico, aunque el sector tecnológico sea el mismo. El tipo y características de *diseño* del producto o artefacto tecnológico, determinará un comportamiento competitivo de la empresa, lo que la posiciona en el escenario económico[92].

[92] Esta idea ya ha sido planteada y estudiada por la teoria del comercio internacional, en la que los numerosos estudios de Krugman, Vernon, y Dosi, demuestran la especialización en la producción de ciertos productos de acuerdo a una estructura de desniveles o brechas tecnológicos entre los países. Lo que se plantea en este trabajo es que estas brechas tecnológicas influyen en la especialización de diseño y

En la tabla cinco, se presenta un ejercicio de síntesis, que asocia el tipo de productos con las tipologías de diseño, incluyendo el estudio de las características de integración industrial, así como las estructuras de mercado asociadas.

---

producción de ciertos artefactos, partiendo de una base especifica de conocimientos. (Esta idea se ampliará en los capitulos subsecuentes).

Tabla 5 Estructura de mercado y tipologías de diseño

Tipo de Producto	*Tipo de Diseño.*	*Características de integración Industrial.*	*Estructura de Mercado.*
Productos complejos.	*Diseños Predatorios*	Integración con proveedores y usuarios especializados.	Oligopolios, con alta influencia en el sector industrial
	Diseños Dominantes	Alta integración vertical, baja integración horizontal.	Oligopolios con una relación dependiente sobre integradores de diseños dominantes
	Diseños Coordinados Cooperativos	Alta integración horizontal y vertical	Monopolios y Monopsolios
	Diseño Implícito	Alta integración vertical, nula integración horizontal	Monopolios y Monopsolios
Productos estandarizados	*Diseño explícito*	Alta integración vertical, escasa integración horizontal	Competencia moderada
	Diseños Rivales	Nula integración horizontal, escasa integración vertical.	Competencia intensa. Enfocada a desplazar competidores
	Diseños Simbióticos	Baja integración horizontal, pero alta integración vertical, sobre todo con productos complejos	Competencia moderada

Elaboración propia en base a las tipologías de diseño Cisneros 2002 (Tesis de maestría).

Se puede observar la especialización en el diseño de productos en relación con las estructuras de mercado; en términos generales el diseño de productos complejos se asocia con estructuras de mercado concentradas como las oligopólicas o bien las monopólicas. Este tipo de estructuras de mercado está dominada por empresas de gran tamaño, las cuales en muchos caso tienen una presencia transnacional. Por su parte, el diseño de productos estandarizados se relaciona con estructuras de mercado en competencia, con bajos niveles de concentración, las empresas en este tipo de estructuras de mercado no tienen poder de mercado y se establecen como empresas dependientes del diseño de productos complejos, en todo caso este tipo de empresas se esfuerza por generar diseños del tipo simbiótico o rivales.

5.4. Artefactos tecnológicos y organización industrial.

El diseño y producción de los nuevos artefactos tecnológicos, determinan la organización de los sectores industriales. A continuación se describen las principales características de los sectores productores de diseños estandarizados y complejos.

En el caso de sectores industriales con sistemas de diseño de productos estandarizados (dirigidos a la modularización), se han observado algunos de los siguientes Efectos:[93] i) Reducción de costos de experimentación con nuevos diseños de productos. ii) Los nuevos productos diseñados se vuelven flexibles y capaces de evolucionar a escala modular y iii) Se utiliza el conocimiento básico difundido.

Todo esto crea nuevas opciones para los diseñadores y se transforman en oportunidades para innovación y competencia en la esfera de diseños modulares. Por ejemplo en el caso de las computadoras, se ha observado una evolución de la industria como consecuencia de transformaciones en el diseño, determinando un patrón evolutivo como el siguiente:

---

[93] Basado en los estudios de Clark, 2000 y Fujimoto, 1990.

Del monopolio => Clusters industriales intra nacionales => Competencia entre clusters a nivel mundial. => Redes de modularización, redes y reglas de diseño (Baldwin y Clark, 2000).

Los estudios de Baldwin (2000) en las empresas de cómputo, demuestran que el diseño y la estructura industrial están interrelacionados. Además muestra cómo el cambio estructural en la industria, evolucionó como efecto del diseño modular. Por lo que el poder económico dejó de depender del control extensivo en diseño de todos los elementos de una computadora y comenzó a depender de un control intensivo de módulos críticos con un conjunto de arquitecturas evolutivas, así como reglas de diseño. En resumen se pasó del diseño integral al diseño modular.

Sin embargo, no existe evidencia de que todo el sector de computadoras, evolucionara hacia redes de modularización en un sentido determinista, de hecho se ha citado en secciones anteriores, ejemplos de la coexistencia de productos complejos y estandarizados en el mismo sector. Esto permite sugerir, que el tipo de producto y su diseño influyen en la conformación de la organización industrial.

En el caso de diseño de productos complejos, los competidores son reducidos y los diseños estarán encaminados a generar arquitecturas dominantes o protocolos de interface que aseguren una gran influencia en los diseños de productos estandarizados para los usuarios masivos.

El diseño de los productos complejos se caracteriza por costos elevados e insumos de alta complejidad tecnológica, así como una infraestructura suficientemente grande para colocarse en la frontera científica y tecnológica (Hobday, 1996) y desplazarla para su beneficio. El diseño de este tipo de productos, tiende a estar basado en proyectos

específicos y pequeños volúmenes de producción, las actividades se centran en la integración industrial.

Lo anterior determina una estructura industrial basada en oligopolio e incluso monopolios, capaces de invertir una cantidad significativa en I+D para la obtención de conocimiento científico básico, acompañado de altas tasas de incertidumbre. Esto se acentúa porque la demanda está concentrada en monopsonios y las posibilidades de competencia se reducen.

El proyecto es central para el diseño de nuevos productos complejos, el alcance se extiende más allá de los límites temporales del diseño de productos estandarizados. Mientras que estos últimos atienden de manera indirecta a los usuarios finales a través de usuarios representativos; para el caso del diseño de productos complejos, el usuario y los proveedores de insumos tecnológicos participan activamente en el diseño. Lo anterior considera no solo al uso del artefacto, sino hasta a su desmantelamiento. Ejemplo: Diseño de una base militar ó una plataforma petrolera. (Shenhar, 1994).

Generalmente el diseño de productos complejos, incorpora información científica y tecnológica altamente sofisticada, llegando incluso al grado de transformar la composición natural de los materiales, esta condición determina que las empresas que producen productos complejos, cuenten con estructuras y organizaciones capaces de generar conocimientos de frontera científica, para la transformación de insumos y mover a su favor la frontera de conocimiento tecnológico.

En el caso de los sectores industriales con diseño de productos complejos, se pueden observar los siguientes efectos: i) Altos costos de experimentación con nuevos diseños de productos, ii) No es posible cambiar componentes de un sistema o artefacto tecnológico sin tener que realizar modificaciones sustanciales en los insumos. iii) El

diseño de los nuevos productos complejos está encaminado a generar nuevas plataformas tecnológicas, iv) Se crea nuevo conocimiento básico.

Esta investigación propone que tanto para productos complejos, como para productos estandarizados y sus diferentes tipologías de diseño, se puede identificar estructuras de organización industrial para resolver el proceso de concepción de los artefactos tecnológicos, además de un comportamiento estratégico en base a estructuras de mercado y grados de integración industrial.

Tabla 6 Diseño de productos complejos y estandarizados, ejemplos en sectores industriales

Sectores	Diseño de Productos Complejos[1].	Diseño de Productos Estandarizados[2].
Aeroespacial	Sistemas de control de tráfico, naves, vehículos de soporte en tierra, satélites,	Componentes de naves tales como: controles llantas, consumibles, refacciones de turbinas.
Transporte	Aparatos y sistemas de control para Estaciones, infraestructura, Carros y vagones de Ferrocarril, Equipo de control	Sistemas de Frenos, llantas, equipos de iluminación, refacciones, etc.
Telecomunicaciones	Sistemas y aparatos para transmisión de telefonía móvil, intercambios digitales, Redes de banda ancha, Sistemas y	Teléfonos celulares, maquinas de fax, radio localizadores, etc.
Electrónica	Semiconductores, nuevos materiales, aparatos para la automatización	Computadoras personales, calculadoras, impresoras, consumibles, etc.
Ingeniería pesada.	Plataforma de perforación, , planta hidroeléctrica, turbinas industriales, grúas de alta capacidad.	Herramientas de mano e implementos troqueles, insumos y materiales básicos.

Elaboración propia Sobre la base de datos del Proyecto Complex Product Systems Innovation Centre. Universidad de Sussex (1996).

[1] Diseños de Productos Complejos, demandantes de *Insumos de Conocimiento Científico de Frontera*, (Diseño de productos en el contexto de economías desarrolladas)

[2] Diseño de Productos Estandarizados, Demandantes de *Insumos de Conocimiento Científico Técnico*

En la tabla 6, se puede ver que aún tratándose del mismo sector existen distintos tipos de productos, cuyos grados de complejidad los distinguen entre otras cosas porque el tipo de producto requiere de un tipo específico de diseño, así como de un acervo de conocimiento igualmente específicos.

De igual manera puede identificarse que esta especificidad de acervos de conocimiento y tipologías de diseño, se encuentra asociada al grado e importancia de la participación con los usuarios y los proveedores de los insumos de producción.

Tabla 7 Matriz de categorías de diseño, volumen de producción y grado de participación del usuario

Categorías de procesos de producción						*Participación de usuarios*
Producción unitaria	Naves aeroespaciales, instrumentos y sistemas militares					Usuarios finales intervienen en el diseño, (modifican y crean normas), desplazan la
Lote pequeño		Simuladores de vuelo, Trenes, Aviones			*(productos complejos)*	Participación de usuarios directos (Diseños específicos), se ubican en la
Lote grande			Productos de metal mecánica, brocas de excavación, semiconductores		*(productos estandarizados)*	Participación de usuarios representativos (diseños adaptables), Siguen de cerca la frontera
Producción en Masa/línea				Motores, PC, teléfonos celulares, consumibles de		Consulta a usuarios típicos, para estandarización, usan conocimiento difundido
Proceso continuo					Petroquímica, lubricantes, catalizadores	Consulta indirecta del usuario, sujetos a normas internacionales, usan conocimiento difundido
Volumen producción	(menor)					(mayor)

Elaboración Propia Sobre la base de datos del Proyecto Complex Product Systems Innovation Center.

Como se observa en la tabla 7, no parece ser un camino adecuado el análisis sectorial, si pensamos en el tipo de producto, en relación al grado de participación de los usuarios en el diseño y los volúmenes de producción asociados.

La propuesta teórico metodológica de esta investigación, se concentra en el estudio de las estructuras (y particularmente de las tecnológicas), que se han establecido en los tres países de América del norte, pero vistas desde una perspectiva dinámica, es decir, como una forma de interrelación de los acervos de conocimiento, agentes de la innovación, tipologías de diseño y estructuras de organización industrial y todo ello funcionando dentro de sistemas, las cuales pueden ser caracterizadas e identificadas en el tiempo, contextos y espacios determinados.

Esta tesis ha caracterizado y descrito las estructuras tecnológicas y su dinámica, desde una aproximación que construye una matriz de triple entrada constituida por tras taxonomías de la economía de la innovación: a) La taxonomía de insumos de conocimiento y sectores industriales para la innovación de Pavitt, b) La taxonomía de organización industrial (estudios de CR4 y Grado de concentración industrial para sectores específicos) y c) las taxonomías de diseño Cisneros 2003. Con ello, es posible identificar a las empresas representativas que tienen mayor importancia en la conformación de las estructuras tecnológicas, para identificar el tipo de producto, su tipología de diseño y la manera como gestiona el conocimiento nuevo y/o difundido a través de estudios de caso específicos[94] (ver anexo).

---

[94] Adicionalmente, se podrán identificar los elementos clave que puedan influir en la formulación de política científica y tecnológica, como parte de estrategias de desarrollo industrial para México, basadas en el fortalecimiento de capacidades de diseño y de gestión no solo de conocimiento nuevo sino difundido, el cual puede ser potenciado por dichas capacidades de diseño.

Desde el enfoque de Pavitt K. (1990), los distintos modos de innovación pueden ser observados a través de los cuatro grupos de sectores industriales: i) Basados en ciencia, ii) Intensivos en escala, iii) Intensivos en información, iv) Dominados por el proveedor, reconociendo la especificidad de los insumos de conocimiento par la innovación tecnológica y se considerando al mercado como un seleccionador de los productos más adecuados a sus niveles de ingreso, lo cual conduce a procesos de estabilización que determinan diseños dominantes y exitosos, cuya producción en masa se reproduce hasta que algún componente tecnológico es radicalmente modificado por las empresas y en un proceso schumpeteriano de "destrucción creativa", se inicia un nuevo ciclo tecnológico, pero en condiciones de irreversibilidad asociada la ruta definida por el nuevo diseño y sus arquitecturas de interface con el usuario y productos complementarios.

5.5. Irreversibilidad y Diseño.

El diseño de cualquier artefacto tecnológico, tiene un impacto en la composición de los factores económicos, pero al mismo tiempo plantea una doble encrucijada, por un lado el problema de irreversibilidad y por otro el referente a la especificidad de activos y conocimiento.

En la teoría estándar de la irreversibilidad[95] se plantea que quien toma la decisión de diseño asociada a la innovación tecnológica, elige sobre un nivel de variables alternativas presentes. Esta elección está construida sobre un equilibrio intertemporal entre el planteamiento presente y el constreñimiento del futuro asociado a la elección. De este modo cualquier decisión de diseño implica una forma de elección entre las posibles alternativas tecnológicas del presente y cancelación de las demás en el futuro. Es

[95] Para revisar una discusión completa sobre el concepto de irreversibilidad tecnológica asociada al diseño puede verse: Arrow and Fisber (1974), Henry (1974), Epstein (1980), Treixas adn Laffont (|984), Jones and Ostroy (1984).

importante señalara que estas decisiones también se inscriben en un contexto de racionalidad limitada, por lo que es posible analizar el proceso de diseño desde una perspectiva evolutiva. La irreversibilidad, indeterminación y asimetría son la esencia de los procesos evolutivos. (Gould; 1993; 1987).

Concebir nuevos artefactos, es decir articular conocimientos en el diseño de nuevos artefactos tecnológicos, describe una trayectoria irreversible en tanto se inscribe en un proceso histórico. "(La) irreversibilidad corresponde a una ruptura de la simetría temporal" (Prigonine 2000: 183).

Las decisiones que toman las empresas durante el proceso de diseño, las cuales influyen sobre qué tecnología elegir, cómo resolver un desequilibrio tecnológico o decidir qué insumos construir o adquirir, determinan una senda tecnológica irreversible por las fuerzas autorreforzantes (lock-in) a las que da lugar, las cuáles difícilmente se pueden modificar. El fenómeno de lock-in[96] busca describir los distintos mecanismos causales de acumulación que inducen procesos de retroalimentación y dinámicas inerciales tanto en el ámbito económico como en el tecnológico (Arthur, 1988). Las empresas están atrapados (lock in) dentro de una trayectoria tecnológica asociada a una decisión de diseño en un momento determinado y no pueden cambiar fácilmente de tecnología sin incurrir en costos de cambio.[97]

---

[96] Existen distintos tipos de lock-in: compromisos contractuales; compra de activos durables; aprendizaje de idiosincrasias propias del segmento tecnológico; naturaleza cerrada o abierta de las bases de datos y la información; proveedores especializados; costos de investigación y programas de lealtad en particular de los proveedores (Shapiro and Varian; 1998: 117).

[97] Las fuentes de costos de intercambio más comunes son: a) Identificación y calificación de nuevos sustitutos, que permitan establecer compatibilidad o no de la vieja con la nueva tecnología; b) costo de rediseño del producto, componente y redistribución de la planta: c) costos de reentrenamiento de la fuerza de trabajo; d) cambiar el papel del usuario; e) riesgo de fallas; f) diseñar o rediseñar activos complementarios y g) grado y costos de irreversibilidad (costos de volver a cambiar al producto original) (Porter; 1993: 301-302).

Los procesos de Lock-in asociados al diseño de nuevos artefactos tecnológicos, conducen a la segunda encrucijada que es la especificidad de activos. Una vez que el sistema complejo evoluciona y se consolida una especificidad del diseño, es decir, en el momento en que se "elige" una arquitectura del producto o interface del artefacto en sí mismo o de su relación con artefactos complementarios y periféricos, se cierran o clausuran "para siempre" cientos de opciones, confinando el futuro a los límites que impone esa senda evolutiva. Elaborar un diseño asociado a una tecnología significa excluir el paso a otros sistemas u empresas que participan en el crecimiento y beneficios del desarrollo de esa tecnología (lock- out) (David, 1997; Ghemawat, 1991).

Las posibilidades de evolución debe producirse dentro de los límites establecidos por el diseño constituido previamente; la historia impone límites y posibilidades evolutivas. Este fenómeno asociado al diseño puede ser descrito también como "path dependences process". Bajo esta interpretación, podemos entender el diseño como un proceso estocástico cuya transición están determinadas por la secuencia de fases trascendentes en etapas tempranas del proceso; esta secuencia de desarrollo es influida por ciertos factores que operan al interior de eventos previos relevantes (Jolink & Bromeen. 2001:206). La variabilidad individual del diseño sometida a un proceso de selección establece una irreversibilidad constructiva, conceptual, (Prigogine & Jacob 1996; Prigogine, N. & I. Prigonine 1977). Y define una especificidad de insumos de conocimiento

Lo cual quiere decir que el proceso de diseño en su inicio tiene la función primordial de configurar formas específicas de hacer las cosas (producir, usar o vender un producto), lo que predispone a la organización en periodos subsecuentes a hacer las cosas de la misma manera que en el periodo inicial (path-dependency) (Arthur, 1989). "La esencia de la flecha del tiempo descansa en la irreversibilidad de la historia y en la irrepetible unicidad de cada uno de los pasos de una secuencia enlazada." (Gould; 1987: 213).

En el momento en el que interviene la especificidad de los activos, aparecen las prácticas de contratación no convencionales debido a que la transacción está involucrando inversiones con propósitos especiales o específicos, a diferencia de una transacción que involucra fines ordinarios u estandarizados.[98] La especificidad de los activos sólo tiene relevancia cuando se considera la racionalidad limitada, el oportunismo y la incertidumbre (García, Lara y Taboada; 2003), asociados al diseño que se ha planteado.

5.6. Análisis de diseño de artefactos para la innovación tecnológica en México.

Aún cuando en los países en desarrollo sea poco común la aparición de innovaciones radicales, la evidencia empírica muestra que la difusión de tecnologías involucra un proceso de cambio continuo, generalmente incremental, cuyos objetivos son adaptar tecnologías adquiridas al contexto específico en el cual serán aplicadas y donde pretenderán alcanzar mayores niveles de eficiencia en su producción. Estas actividades son importantes porque:

- Mediante la acumulación de innovaciones menores se pueden alcanzar importantes incrementos de la productividad;
- Por causa de la diferencia en la dotación de recursos, en el tipo y calidad de los insumos, en los niveles de ingresos de consumidores locales, etc., siempre es preciso realizar adaptaciones a las tecnologías y productos importados para su operación en el medio local.

---

[98] Si el contrato se termina como se había planeado, las primeras (las inversiones especializadas) permitirán a menudo el ahorro de costos, pero son inversiones más riesgosas porque los activos especializados no pueden cambiarse de lugar sin sacrificar el valor productivo si los contratos se interrumpen o se terminan prematuramente. Las inversiones de propósitos generales no generan las mismas dificultades.

Dicho de otra manera, son necesarios procesos de aprendizaje. Por lo tanto el cambio tecnológico a nivel de la firma debe concebirse como un proceso continuo de absorción o creación de conocimiento, determinado en parte por insumos externos y en parte por la acumulación pasada de habilidades y conocimientos. Justamente el concepto de aprendizaje tecnológico se refiere a cualquier proceso que fortalezca las capacidades para generar y administrar el cambio tecnológico.

Para efectos de esta investigación representa un aspecto importante, utilizar las tipologías de diseño como un elemento que permita la comparación del proceso de innovación, no a través del grado de superación de la frontera tecnológica por el lado de la Investigación y desarrollo básico, sino a través del impacto en la frontera de diseño e innovación de artefactos tecnológicos en contextos de desarrollo específico, lo cual permite un punto de comparación entre los tres países de América del norte, aunque sus grados de desarrollo, estructuras de conocimiento y campos de innovación sean diferentes.

Después de caracterizar el perfil tecnológico para México en el capítulo anterior, fue posible identificar los sectores tecnológicos con mayor dinamismo y evidencia de alineación con le perfil tecnológico de América del norte. Esto permite caracterizar las empresas más dinámicas en estos sectores y tomarlas como objeto de estudio en la búsqueda de evidencia de procesos activos de diseño endógeno.

En la tabla ocho, se pueden observar las empresas que fueron estudiadas en esta tesis, cuyas monografías se encuentran en el anexo. Es importante señalar que las empresas se concentran en un tipo de diseño continuo, sin establecer criterios de diseño cuántico.

Tabla 8 Artefactos tecnológicos, tipologías de diseño y tipo de conocimiento

Artefacto	Empresa	Sector del perfil tecnológico	Tipología de diseño	Dimensión organizacional del diseño	Tipo de conocimiento Nuevo ó difundido
Vacuna antipoliomielítica en células VERO	Instituto Nacional de Virología BIRMEX.	***Basados en Ciencia= Fabricación de productos farmacéuticos***	***Escalables***	Unidad de investigación	Difundido
Vacuna Hepatitis C	PROBIOMED SA de CV	***Basados en Ciencia= Fabricación de productos farmacéuticos***	***Escalables***	Unidad de investigación	Difundido
Flecha de dirección automotriz	DELPHI SA de CV	Intensivos en Escala= ***Automotriz***	***Simbióticos***	Unidad de diseño	Difundido
Scanner de Inyectores para la industria automotriz.	INJECTOCLEAN	Intensivos en Escala= ***Automotriz***	***Simbióticos***	Unidad de diseño	Difundido
Maquinaria para el procesamiento de productos agrícolas	Maquinaria JERSA S.A de C V	Oferentes Especializados =Fabricación de maquinaria agrícola	***Coordinados cooperativos***	Unidad de diseño	Difundido
Cajas de microcorrugados, flauta E	Lito Corrugados SA de CV	Dominados por el Proveedor= Envases de cartón y papel	***Rivales***	Unidad de diseño	Difundido

Elaboración propia con monografías de empresa mexicanas (ver anexo).

Las tipologías de diseño también condicionan a la búsqueda y uso de un tipo de conocimiento específico. En este caso puede observarse que las innovaciones de empresas mexicanas en los sectores tecnológicos alineados con América del norte buscan y procuran aprovechar el conocimiento difundido. Para ello resulta de vital importancia que la empresa haya desarrollado capacidades de diseño de artefactos tecnológicos, pero simultáneamente una capacidad de absorción de conocimientos tácitos y explícitos.

Los proceso de apertura e integración comercial pueden establecer las ventanas de oportunidad adecuadas para este proceso, pero no representa en sí mismo la construcción de capacidades tecnológicas y de diseño.

6 Articulación de conocimientos para la innovación tecnológica y condiciones de desarrollo económico *(hacia un modelo de análisis en economía de la innovación).*

Existe una relación interna entre la concepción de un nuevo producto para la innovación tecnológica y los insumos de conocimiento requeridos; las empresas desarrollan sus actividades de innovación en ambientes específicos tales como los grados de desarrollo económico y una determinada configuración de organización industrial, (Baldwin y Clark, 2000). Esta tesis analizó el proceso de diseño[99], como un mecanismo de articulación de conocimientos para la innovación. Simon, 1969; Baldwin y Clark, 2000). El diseño implica la concepción de nuevos artefactos tecnológicos, sobre la base de una acumulación e integración de conocimientos nuevos y difundidos tal como se mostro en el capítulo anterior, el diseño es parte de las estrategias organizacionales de las empresas para sobrevivir (Fine 2000; Hammer y Champy, 1993; Towner, 1994), en el contexto de una economía evolutiva (Arthur, 1989; Nelson y Winter, 1982; Metcalfe, 2000; Loasby, 1999; Hodgson, 1997; David, 2001).

Si se considera que el entorno socio-económico y la disponibilidad de recursos (tangibles e intangibles), aplicados al desarrollo de la estructura científico-tecnológica de los países, determinan un despliegue particular e intransferible del proceso innovador y de desarrollo económico; una forma para consolidar procesos recurrentes de expansión tecnológica, puede estar basada en el seguimiento cercano de la frontera de investigación y desarrollo

[99] Es importante señalar que en esta investigación el diseño de un artefacto tecnológico no se refiere a su apariencia externa, sino a la manera como se disponen sus partes y su arquitectura de interface con el usuario o con otros artefactos tecnológicos.

(I+D), pero con un crecimiento simultáneo del potencial creativo y de la frontera de diseño para la generación de nuevos artefactos, a diferencia de la producción de una masa crítica de nuevos conocimientos básicos en la frontera de (I+D), tal como es el caso de países desarrollados. [100]

6.1. El Diseño de Artefactos Tecnológicos en la economía contemporánea.

El estado actual de la tecnología, ha generado artefactos complejos y demandantes de conocimientos cada vez más específicos, lo que permite ver al diseño de nuevos productos como uno de los factores de transformación en las empresas. Esta interpretación de los artefactos tecnológicos y su proceso de diseño, sugiere que las transformaciones de los producto, así como las tecnologías asociadas traen consigo nuevas formas de empresas, organización y relaciones, así como nuevos caminos para estructurar el trabajo y nuevas formas de crear y usar el conocimiento (Baldwin y Clark, 2000).

Estos cambios en productos, tecnologías, firmas y mercados, no son un fenómeno pasajero sino cambios fundamentales, conducidos por fuerzas poderosas localizadas en lo profundo del sistema económico, fuerzas (sociales, económicas, políticas, científicas y de diseño)[101] que se han transformado a lo largo del desarrollo del sistema capitalista. Los

---

[100] Esta idea se fundamenta en la provocadora pregunta de Forbes, (1991). *Should Developing Countries do Science?*, lo cual propone que la formación de una masa crítica de conocimientos básicos para la innovación no debe ser un requisito indispensable para la generación de innovaciones tecnológicas, sobre todo en el caso de países en desarrollo para los cuales resulta extremadamente costoso producirlos.

[101] Para el constructivismo social, los desarrollos científicos y tecnológicos, no son construidos por los individuos; sino por la inter-actuación de diferentes grupos sociales resultando en la transformación de la estructura de la realidad y su acervo de conocimientos. Ver por ejemplo: Callon, 1984; Pinch y Bijker, 1984; y Hughes, 1984.

nuevos productos y tecnologías son manifestaciones de la interacción de agentes económicos y sociales que están afectando profundamente la naturaleza de las empresas y las características del trabajo.

Los individuos diseñan nuevos artefactos y sus tecnologías, trabajando al interior de las empresas, generando a su vez nuevas formas de organización y mercados. Las consecuencias del proceso de innovación tecnológica no son siempre predecibles (Abel A. y J. Eberly, 1999), pero lo que si podemos asegurar, es que los artefactos tecnológicos, procesos productivos, contratos, las empresas y los mercados son el fruto de acciones dirigidas, en gran medida son "diseñadas" por los agentes de la innovación. (Baldwin y Clark, 2000).

Las características de sofisticación de los artefactos tecnológicos (en sectores como: electrónica, automotriz, aeroespacial, etc.), superan la capacidad de una sola persona para crear todos los componentes, esto obliga a dividir la complejidad del producto en varias partes,[102] las cuales pueden ser desarrolladas por más de una persona. Esto disminuye la complejidad, pero implica que las formas de organización de trabajo, así como la producción y uso de conocimientos sean fundamentales para la organización industrial y las metodologías de diseños de artefactos caracterizados por su alta complejidad ó grado de estandarización.[103]

Para la teoría evolutiva, la complejidad atribuida a los productos define un todo compuesto por dos o más partes separables o analizables; aquello que tiene variedad de

---

[102] Una revisión de la transformación del proceso de evolución de sistemas complejos y la electrónico pude ser revisado en Lara (2001)

[103] Existe una asociación entre el grado de complejidad tecnológica de los artefactos y sus características productivas: por un lado *productos complejos,* como integradores de múltiples sistemas y nuevos conocimientos en la frontera, asociados a bajos volúmenes de produceión y por el otro, *productos estandarizados*, basados en la integración de conocimientos asociados a una producción en masa.

partes, patrones o elementos y consecuentemente difícil de entender en forma completa por el individuo. En este sentido, la manera de entender el diseño de artefactos tecnológicos tiene dos aspectos básicos. i) División del trabajo y formas específicas de organización industrial; ii) Especialización del conocimiento, en correspondencia a la especificidad del diseño y características de producción.

La división de esfuerzos y conocimiento, no puede tomar lugar en el vacío, la esencia de lo complejo es que sus partes están interrelacionadas. Los diferentes módulos deben trabajar juntos y el todo debe constituirse en algo más que algún subconjunto de sus partes. Por lo tanto, son necesarios mecanismos de coordinación para canalizar esfuerzos y conocimiento hacia objetivos, útiles y consistentes (Baldwin, 2000).

La coordinación eficiente de sistemas en relación con altos niveles de complejidad o estandarización, tiene un enorme efecto en la economía del artefacto, tales como: El costo del conocimiento, diseño, producción y uso de artefacto, además de los alcances ó mecanismos de difusión e influencia en la sociedad.

Actualmente, en algunos tipos de productos y específicamente en los productos estandarizados tales como: computadoras o automóviles, las partes del artefacto pueden ser diseñadas por separado. Esto es conocido como modularización, Langlois R. (2001). De esa manera, grupos especializados trabajan independientemente uno del otro; los módulos pueden ser conectados y (en teoría al menos), funcionar correctamente con respecto a un conjunto predeterminado de "reglas de diseño".

Las reglas del diseño modular establecen fragmentaciones estrictas del conocimiento, proceso de diseño y producción. Estas no son solo recomendaciones, son especificaciones que deben ser rigurosamente observadas en todas las fases del diseño y producción. Esto

significa que los diseñadores no resuelven los problemas del modulo "A" a través de afectaciones a los parámetros del módulo "B" (Baldwin y Clark, 2000).

6.2 Artefactos tecnológicos y especificidad de insumos de conocimiento.

Si se agrupan los productos en relación con el tipo de insumos de conocimiento que requieren para su concepción, por un lado se pueden identificar los artefactos que demandan nuevos conocimientos científicos, es decir, aquellos productos en los que la innovación tecnológica está basada en la superación de la frontera de conocimientos básicos. Por otro lado, tendríamos a los productos que son diseñados a partir de conocimientos difundidos, estos productos parten de la articulación del conocimiento publicado y diseminado en la mayor parte de los círculos científicos del mundo.[104]

Podemos identificar dos categorías de diseño con relación al tipo de insumos de conocimiento para la innovación. En primer lugar distinguimos a la categoría de diseños de productos complejos como demandantes de nuevos conocimientos científicos básicos; los cuales, son generados por empresas en el contexto de países desarrollados con altos grados de inversión en investigación básica. En segundo lugar, los diseños de productos estandarizados, realizados por empresas demandantes de conocimiento difundido, con sistemas de asimilación eficiente, en el contexto de países en desarrollo[105].

---

[104] En este caso es necesario distinguir entre dos tipos de conocimiento, de acuerdo a su grado de difusión. Por un lado, podemos considerar el tipo de conocimiento difundido como aquel que ha sido publicado y diseminado en todo el mundo para constituir el acervo general de conocimiento. Por otro lado podemos considerar al nuevo conocimiento de frontera, como aquel que trasciende el estado del arte científico, y pertenece en la mayoría de los casos a sus productores hasta que se difunde.

[105] *a partir de la base de datos del Proyecto Complex Product Systems Innovation Centre. Universidad de Sussex (1996), en www.sussex.edu.uk* podemos proponer que existe una especificidad de conocimientos asociada al tipo de diseño de productos o artefactos dentro de un mismo sector, agrupados en diseños de productos complejos, demandantes de *Insumos de Conocimiento Científico de Frontera.* Y por otro lado,

Puede decirse que el tipo de conocimiento y la manera como las empresas diseñan los nuevos artefactos y se organizan para ello, es específica, Mientras que los productos estandarizados, se basan en la articulación de conocimientos difundido y se desarrollan en el contexto de una mínima integración vertical debido a la especificidad de los módulos. Por su lado, los productos complejos están muy alejados de la modularización; en este caso se está hablando de artefactos tecnológicos como: aeronaves, satélites, catalizadores, etc. Los cuales determinan estructuras industriales de integración vertical eficiente, no solo por la sofisticación intrínseca del diseño de productos complejos, sino por los costos para la obtención de los insumos de conocimiento científico básico requerido para dicho proceso de diseño y no se rigen por normas o reglas de diseño modular.

El diseño de productos de alta complejidad obliga a una organización industrial integrada vertical y horizontalmente, con altos grados de interdependencia con los proveedores de materiales básicos, ya que necesitan saber con toda precisión y estricto control las características de los insumos, por ejemplo: En la industria aeroespacial, electrónica o de catalizadores petroquímicos, el diseño de nuevos materiales, no responde a las investigaciones individuales e independientes de los laboratorios de los proveedores, sino a las necesidades y especificaciones de los nuevos diseños de productos complejos, llegando hasta el nivel de transformar la estructura molecular original de los materiales, tales como zeolitas o semiconductores, de acuerdo a las exigencias de los nuevos productos.

---

diseño de productos estandarizados, demandantes de *insumos de conocimiento científico técnico difundido*, asociado a un nivel de desarrollo económico específico y bajo ciertas tipologías de diseño específicas.

El diseño de los productos complejos finales, no se basa en las propuestas de las empresas productoras, sino en las necesidades específicas de los consumidores finales, generalmente, organismos tales como la NASA, ejércitos o Empresas como AT&T, IBM, BOIN, SHELL, etc., de hecho los usuarios participan activamente en el diseño y modifican de manera directa los prototipos básicos.

En el otro extremo, la organización industrial asociada al diseño de productos estandarizados, no requieren de vínculos de interdependencia tan estrechos; en este caso, es posible que los diseños se adapten a los materiales conocidos por un gran número de proveedores, los cuales han sido probados de manera intensa y son altamente adaptables a diferentes aplicaciones.

Generalmente, los diseños estandarizados de nuevos productos, se adecuan a las condicionantes de los materiales que los proveedores suministran y las adaptaciones son menores en tanto que no se transforma la composición básica o sus estructuras moleculares, sino solamente ciertas características externas. Este es el caso de materiales como: plásticos, poli carbonato, acero inoxidable, etc., para la fabricación de artículos estandarizados tales como: teléfonos celulares o impresoras, en los cuales solo se modifican sus colores, acabado final, en general características físicas externas basadas en los insumos.

Los diseños de productos estandarizados se basan en propuestas de alto impacto en los consumidores, estos diseños atienden de manera indirecta a los consumidores, a través de estudios de mercado y participación de consumidores representativos, en este caso las empresas proponen los nuevos productos estandarizados y los usuarios finales no los modifican o transforman, simplemente los aceptan o rechazan.

Por su parte los diseños de productos complejos, se basan en la satisfacción de necesidades particulares y únicas de consumidores específicos, entendiendo de manera directa a los usuarios, a través de la participación de estos mismos durante el proceso de concepción y diseño de los nuevos artefactos.

6.3. Estrategias de Diseño de artefactos tecnológicos, Como Estrategias Empresariales.

Las empresas enfrentan entornos cambiantes, variables e inciertos. Para sobrevivir y prosperar, las organizaciones deben percibir e interpretar una gran variedad de señales e influencias sociales, económicas y políticas para diseñar sus productos a la luz de estas factores.

Las organizaciones empresariales, difieren en los mecanismos que usan para procesar información y arreglárselas con la inestabilidad e incertidumbre. Todas las organizaciones responden al entorno cambiante, buscando prevenciones[106] a las influencias del entorno, rodeando sus tecnologías medulares de componentes de insumo y producto (Thompson 1967). Las prevenciones toman muchas formas y se consolidan como mecanismos de absorción de impactos, mediando entre un entorno altamente inestable y un proceso productivo más predecible o controlable. Una mecanismo de prevención podría encontrarse en los proceso de diseño, los cuales contienden con los ciclos de baja y alta productividad, motivada por transformaciones en el consumidor o en el proveedor, generando en el proceso una gran cantidad de nuevos artefactos tecnológicos e innovaciones.

---

[106] La palabra prevenciones es usada como interpretación del concepto "Bufferings" de Thompson 1967.

El diseño es un mecanismo de contingencia ante la incertidumbre, (Stinchcombe 1990). La habilidad humana es un sistema de procesamiento de información concentrado en actividades de diseño que puede servir como un importante elemento en el proceso de prevención ante la incertidumbre. El sistema cognitivo humano, puede comúnmente interpretar los datos provenientes de un entorno complejo y trasladar estos datos en algún tipo de herramienta de predictibilidad o rutinas de información que el sistema productivo puede usar para el mismo fin; de este modo, el diseñador transforma la información compleja en los prototipos o planos de nuevos artefactos tecnológicos, capaces de constituir elementos de competitividad estratégica.

Lo anterior ocurre de la misma manera en la que un fisiólogo traduce los insumos complejos de la observación e instrumentos médicos en un diagnóstico, el cual repercute en un conjunto objetivo de instrucciones para las enfermeras, médico y paciente (Strinchcombe, 1990). Las empresas traducen los datos complejos del entorno económico en más o menos predecibles flujos de productos, contratos, estrategias, etc.

Asociar el rol de los sistemas cognitivos humanos y en particular los procesos de conocimiento del diseño como prevenciones basadas en diseño ante la incertidumbre en los negocios, permite entender la verdadera importancia de la gestión del diseño en las organizaciones.

Se puede observar cómo la modularización se consolida como una forma de prevención basada en diseño, la descomposición de un diseño en sistemas[107] (Langlois, 2001). De esta manera, muchas interacciones toman lugar al interior de los módulos; las interacciones entre módulos son mantenidas al mínimo y son regularizadas a través de

[107] Un sistema es susceptible de desagregarse (*decomposable system*)

"interfaces"[108] formales. Uno de los primeros beneficios de la "descomposición", es que permite estabilidad al enfrentar el entorno aleatorio e incierto: una sola pieza puede ser modificada, remplazada o incluso destruida sin afectar la sobrevivencia del todo (Simon 1962). Este es en realidad un tipo de prevención basada en el diseño del artefacto.

En este sentido, el diseño puede ser un mecanismo estratégico de defensa ante la incertidumbre del entorno, la modularización permite distribuir el riesgo.[109] Poseer dinámicas propias de diseño permite control de mercado, segmentación por diferenciación y un diferencial de costos en relación a sus competidores.

Aunque ya se ha propuesto en esta sección el papel estratégico e influencia del diseño en la organización industrial, es necesario formular una interpretación global del proceso de diseño y las condiciones de potencial creativo de cada país para consolidar estructuras de innovación tecnológica. En la siguiente sección, se planteará una síntesis y formalización del papel del diseño, en una ecuación de capacidades de diseño de nuevos artefactos tecnológicos, lo que permitirá ver al diseño como un elemento básico en la innovación tecnológica, pero influido a su vez, por el entorno de desarrollo económico y estructura de conocimiento científico en el que se desarrolla.

---

[108] Un sistema perfectamente susceptible de descomposición, es aquel en el cual, todas las interacciones son mantenidas al interior de los subsistemas.

[109] Langlois (2001) traza en sus estudios la historia de cómo las organizaciones en los estados unidos han enfrentado sus problemas de diseño evolutivo a lo largo de los dos siglos pasados.

7. Modelo de innovación y generación de nuevos artefactos tecnológicos a través de diseño.

Este apartado propone un modelo formal para la interpretación de la innovación y generación de nuevos artefactos tecnológicos, considerando que el diseño se consolida como un factor de potencial creativo para las empresas.

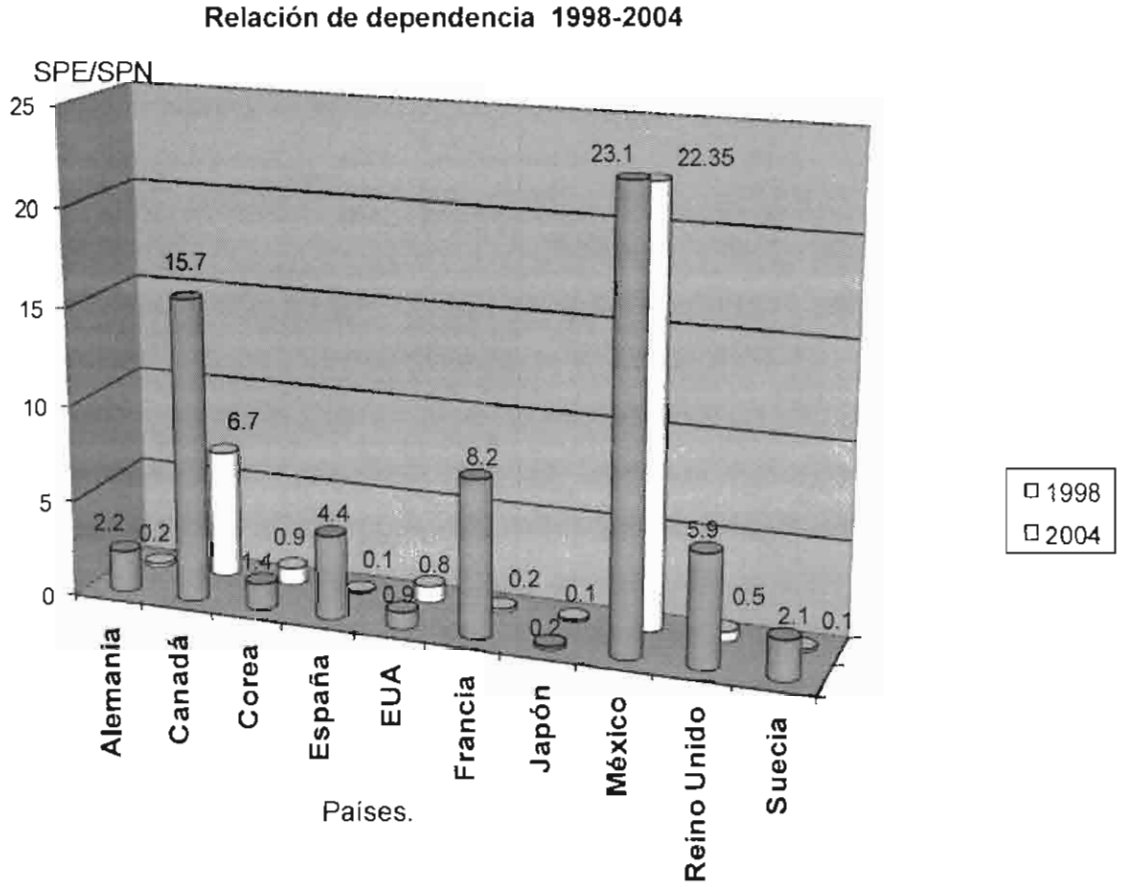
Aunque se han identificado diversos factores como determinantes en el establecimiento de la brecha tecnológica entre los países, en esta tesis se considera el potencial creativo de las naciones como uno de los factores determinantes. La razón para hacerlo es que dicho potencial creativo se expresa en las patentes realizadas por los residentes de los países, los cuales son una manera de identificar la capacidad de creación de nuevos artefactos tecnológicos. De hecho las solicitudes de patentes son un indicador tanto de la actividad innovativa doméstica como de la que proviene de otras economías (Aboites, 2001).

La magnitud de los flujos de patentes y su naturaleza, expresan la fortaleza (o debilidad) del sistema innovativo de la economía. La capacidad de innovación tecnológica de un país está relacionada con la competitividad y el desempeño industrial y exportador (Aboites, 2001; Abortes, J. y M. Cimoli 2001).

Tomando como referencia la dinámica de patentamiento del la Oficina de Patentes y Comercio de los Estados Unidos (USPTO por sus siglas en inglés) y el indicador de coeficiente de inventiva del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT), podría identificarse la brecha de potencial creativo que condiciona las posibilidades de desarrollo económico asociadas a capacidades de diseño de las empresas nacionales.

De hecho, puede decirse que una patente, implica la formalización del diseño de un nuevo artefacto tecnológico; en este sentido, una patente es la expresión formal de la articulación conocimientos, de acuerdo a la configuración de un artefacto tecnológico como un producto susceptible de consolidarse como una autentica innovación tecnológica.

Ilustración 14 Relación de dependencia 1998-2004

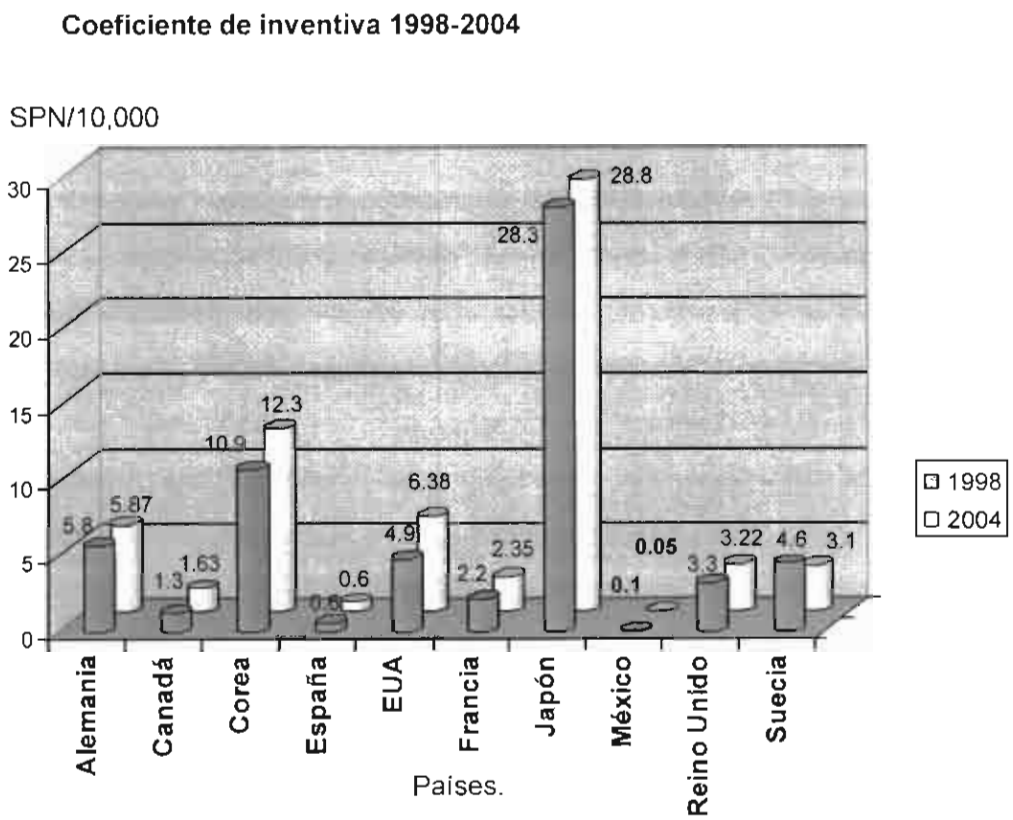


Elaboración propia a partir de datos del CONACYT 1998 e informe general del estado de la ciencia y la tecnología CONACYT 2007 (Relación de dependencia = solicitudes de patentes extranjeras ÷ solicitudes de patentes naciones)

Si se observamos la ilustración 14, se puede dar cuenta del grado de dependencia de los países en relación a la inventiva extranjera para el año 1998, expresada como la relación de solicitudes de patentes extranjera, dividida por las solicitudes de patentes nacionales, esto quiere decir, que los valores cercanos a uno, representan sistemas de patentes equilibrados, tales como: Alemania, Corea, EUA, Japón. De igual modo, podemos ver que países como México, Suecia, España y Turquía, reflejan una alta dependencia de la inventiva exterior para el mismo periodo.

Este es un indicador importante para identificar las capacidades endógenas de diseño de un país, si se reconoce que las patentes reflejan el nivel de inventiva y su materialización en nuevos diseños.

Ilustración 15 Coeficiente de inventiva 1998-2004



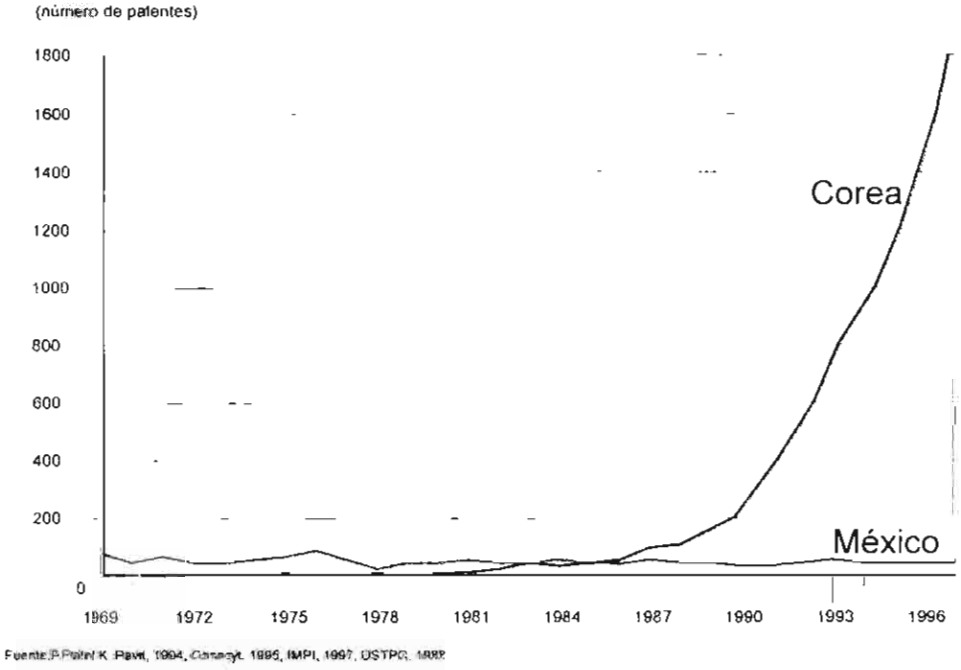
Elaboración propia a partir de datos del CONACYT 1998 e Informe general del estado de la ciencia y la tecnología CONACYT 2007. (Coeficiente de inventiva = solicitudes de patentes nacionales ÷ 10,000 habitantes)

La ilustración 15 permite observar el potencial de inventiva para cada país, como una proporción del número de patentes por cada 10 mil Habitantes. Alemania, Corea, EUA y Japón, pueden ser identificados como los más productivos en cuanto al diseño de nuevos

artefactos tecnológicos, mientras que España, México y Turquía, se han rezagado en el diseño endógeno y generación de nuevos artefactos tecnológicos para la innovación.

Lo anterior constituye parte de la evidencia empírica, que posiciona al diseño como un componente básico de la innovación tecnológica para los países y que es formalizada a través de las patentes. Lo anterior se vuelve más evidente si realizamos un análisis histórico comparativo entre México y Corea, los cuales mostraron comportamientos de crecimiento económico y desarrollo tecnológico similares hasta 1985 y que en menos de doce años, han consolidado una estructura tecnológica y dinámicas de innovación absolutamente diferentes.

Ilustración 16 Patentes otorgadas en EUA a México y Corea 1969-1997



Tomada de Aboites (2001)

Aunque no es el objetivo de esta investigación profundizar en las causas que llevaron a un desempeño innovador diferente entre México y Corea, la ilustración 16 describe el rezago que experimentó México en su dinámica de diseño, formalización y registro de nuevos artefactos tecnológico. Es importante recalcar que México se encontraba en un nivel de patentamiento superior al de Corea hasta 1984, pero después de 1985 dicho nivel se vuelve exponencial para el caso de Corea y el de México permanece constante. Estas evidencias permiten decir que los procesos de expansión tecnológica recurrente, pueden estar asociados, entre otras cosas, a mecanismos expansivos de la capacidad de diseño y formalización de nuevos artefactos tecnológicos.

El indicador de patentamiento sugiere la formulación de un modelo, que como abstracción de la realidad, pueda incluir al diseño como una variable de explicación del proceso de creación de nuevos artefactos tecnológicos y dinámicas de expansión tecnológica exitosa, asociado al nivel de producción de nuevos diseños para la innovación.

7.1. Ecuación de Capacidades de Diseño de Nuevos Artefactos Tecnológicos, para Países en Desarrollo y Países Desarrollados.

Con la evidencia antes presentada, es posible proponer un modelo de análisis de la creatividad para los países en desarrollo ó desarrollados, tomando en cuenta el factor de potencial creativo como una variable para la construcción de una ecuación de capacidades de diseño de nuevos artefactos tecnológicos.

El modelo que se propone, permite articular la importancia del potencial creativo asociado a capacidades de diseño, con el tipo de insumos de conocimiento requeridos para el diseño de nuevos artefactos para la innovación.

El modelo está basado en un ejercicio de abstracción con el cual se pueda construir un modelo que reúna los insumos de conocimiento básico y sus posibilidades de articulación como insumo del diseño de nuevos artefactos tecnológicos y sea capaz de describir, cómo estos son determinados por el factor de potencial creativo, visto como el coeficiente de inventiva, el cual se describió en el apartado anterior.

Definiendo el acervo total en ciencia y tecnología, entendido como un conjunto finito de conocimientos, generado por la suma de centros de investigación a nivel global.

$$\Omega \approx \{a, b, c, \cdots, \varpi\}$$ **Ecuación 1 conjunto finito de conocimientos**

A partir de la expresión *(1)* se deduce que existe una cantidad finita de subconjuntos, tales que constituyen el acervo de conocimientos específico para los procesos de innovación en un sector industrial determinado, tal como se representa en la expresión *(1')*.

$$\Omega \approx \left(a, b, c, \cdots, i, j, \overbrace{\underbrace{k, l, m,}_{Sector,A} \cdots, \underbrace{n, o, p,}_{Sector,B}}^{Sector,C} q, r, \cdots, \varpi \right) \quad \ldots(1')$$

Supongamos que los insumos de conocimiento para la innovación en un sector tecnológico determinado, están contenidos en el subconjunto Ψ, de la expresión *(2)*.

$$\Psi \subset \Omega \approx \{a, b, c, \cdots m \cdots n\}$$ **Ecuación 2 Subconjunto de insumos de conocimiento para un sector tecnológico**

Ahora bien, se debe reconocer que dentro de un mismo sector, podemos encontrar al menos dos tipos de productos: complejos y estandarizados, cuyos insumos de conocimiento serían específicos. De este modo podríamos contar con dos subconjuntos de acervos de conocimiento, donde uno de ellos puede llegar hasta $n < \varpi$ como insumo de conocimiento de frontera para la innovación en productos complejos y el otro hasta $m < n$ como conocimiento difundido e insumo para la innovación de productos estandarizados.

En un cierto nivel de abstracción, se puede pensar que la combinación de dichos acervos de conocimiento, de algún modo son insumos para la existencia o al menos el recurso de conocimientos para la obtención de nuevos productos, esta abstracción no está muy lejana de la realidad, si pensamos en el caso de ciertos productos complejos como los de la química, en los cuales se han desarrollado robots de química combinatoria, encargados de realizar combinaciones aleatorias de compuestos y sus características en la búsqueda de nuevos productos.

Basados en el ejemplo anterior, es posible construir en un nivel de abstracción matemática, un mapa de posibilidades de creación de nuevos productos sobre la base de un acervo de conocimientos específicos, construido como una combinatoria del acervo de conocimientos descritos en la ecuación *(2)*.

$$C = \frac{n(n+1)\cdots(n-r+1)}{r!} = \frac{n!}{r!(n-r)!} = \binom{n}{r}$$ **Ecuación 3 Combinatoria del acervo de conocimientos**

Si tomamos el acervo de conocimientos que llega hasta *n*, y realizamos combinaciones de *r* en *r*, entonces *C* representaría las posibilidades de combinación de conocimientos en la búsqueda de nuevos artefactos tecnológicos, definiendo un Mapa de oportunidades de nuevos artefactos tecnológicos como el de la expresión *(3)*.

Pero lo anterior resulta una aproximación bastante limitada y de hecho es una visión parcial de las innovaciones tecnológicas, como si la simple combinación de conocimientos produjera en si misma posibilidades de innovación para todos los tipos de artefactos tecnológicos. Una salida para superar esta limitación es la consideración del potencial de diseño y la capacidad de asimilación y generación de nuevo conocimiento, lo cual puede ser integrado en una ecuación como la siguiente:

$$X_{ij} \approx \alpha_i \theta_{ij}^{\delta_i} \left[\binom{n}{r} \right]_j$$ **Ecuación 4 Capacidades de diseño, productos complejos**

Donde:

α =Capacidad de asimilación de conocimiento $0 \leq \alpha \leq 1$

θ =Estado tecnológico de la empresa $\forall \theta \in \mathrm{N}$

δ=Factor de potencial creativo $-\infty < \delta < \infty$ (diseño), medido como un coeficiente de inventiva (similar al que se presentó en el apartado anterior).

i= empresa

j= sector industrial

De este modo, en la ecuación *(4)*, X representa las capacidades de diseño de nuevos artefactos tecnológicos (para el caso de productos complejos, si consideramos como insumo de conocimiento aquel que va desde a hasta n). En esta expresión se considera que dado un estado tecnológico Θ de la empresa i en el sector j, existe una capacidad de asimilación de conocimiento α, asociado a la empresa i, que va de 0 a 1, donde 0 representa nula capacidad de asimilación y 1 la capacidad de asimilación del total de conocimiento.

Debe notarse que δ, como factor de potencial creativo de la empresa, es expresado como un exponente en base a la evidencia presentada en la sección anterior, lo cual implica que la capacidad de diseño de la empresa i tiene el efecto de potenciar el conocimiento científico generado, expandiendo las posibilidades de concepción o más precisamente el diseño de nuevos artefactos tecnológicos, siempre que $\delta > 1$.

Podría pensarse en un caso, donde existieran factores inversos o negativos de potencial creativo $\delta < 1$, lo que significa que una nula capacidad de diseño ó incapacidad de diseño tendría un efecto destructivo sobre los conocimientos adquiridos, aún cuando se tengan una alta capacidad de asimilación de conocimientos con valores de α cercanos o iguales a uno.

Es importante notar que aunque el factor δ sea 1, existe una posibilidad de generación de nuevos artefactos tecnológicos a través de la expansión del mapa de oportunidades de nuevos artefactos tecnológicos de la expresión *(3)*.

$$\Phi_{ij} \approx \alpha_i \theta_{ij}^{\delta_i} \left[\binom{m}{r} \right]_j$$

Ecuación 5 Capacidades de diseño de productos estandarizados

Sobre el mismo razonamiento, la ecuación (5) Φ representa las capacidades de diseño de nuevos artefactos tecnológicos para productos estandarizados con insumos de conocimiento científico difundido, dado que se está considerando el acervo de conocimiento difundido, a través de subconjunto de conocimientos que va desde *a* hasta *m* tomados de *r* en *r*.

Es importante notar en esta expresión, que para la empresas *i* del sector *j* la cual se desempeña en el contexto de economías en desarrollo, no basta contar con capacidades de asimilación de conocimiento α cercanas ó iguales a *1*, es decir, no basta contar con una alta capacidad de asimilación de conocimientos, sino que es fundamental contar con capacidades de diseño $\delta > 1$. Esto es más importante para empresas productoras de artefactos tecnológicos estandarizados, ya que las innovaciones tecnológicas par estas empresas estarían basados en diseño, con insumos de conocimiento difundido y no con la generación de nuevos conocimiento básico.

7.2. Modelo General de Innovación y articulación de conocimiento.

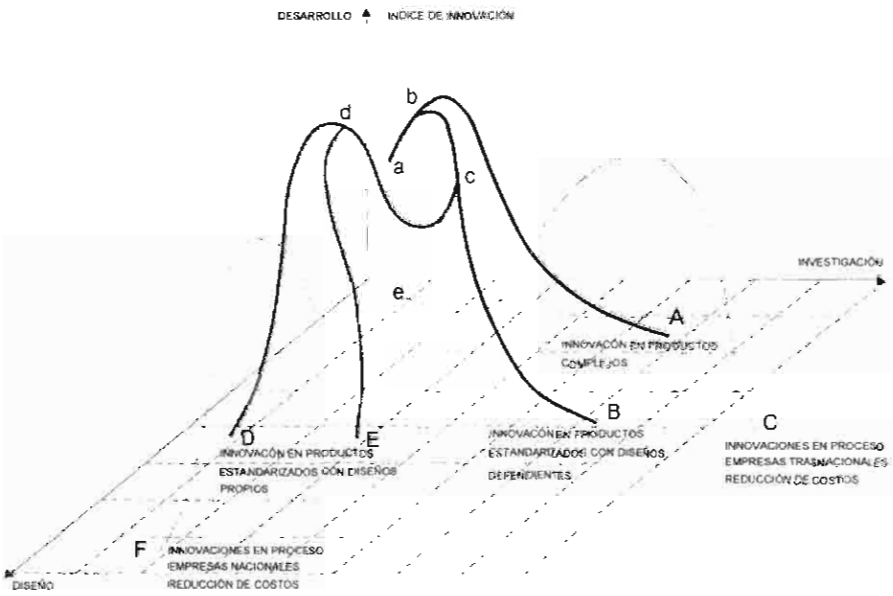
En este apartado, se plantea una síntesis del modelo de innovación y las estructuras que pueden observarse para los procesos de investigación, desarrollo y diseño. En este modelo se incluirá el factor de procesos productivo, incluir esta variable sirve como

ejemplo para poder comprender de una manera general el proceso de innovación a través de diseño, bajo condiciones e insumos de conocimiento diferenciados.

Definiendo un espacio geométrico tridimensional, que permite visualizar la estructura tecnológica y la interacción de Investigación básica, Desarrollo y Diseño, es posible representar diferentes tipos de trayectorias tecnológicas asociadas a su ciclo de vida, para integra en el eje desarrollo el índice de innovación.

Como puede observarse, en el modelo de la ilustración 17, se definen dos trayectorias básicas del ciclo de vida tecnológico de acuerdo al tipo de producto, es decir, curvas de innovación de productos complejos intensivos en conocimientos científicos básicos, e innovación de productos estandarizados intensivos en el uso de conocimientos difundidos. Como consecuencia de estas consideraciones, es que el ciclo de vida de los productos complejos puede mostrar una trayectoria sesgada al eje de investigación básica, mientras que los productos estandarizados se sesgan hacia el eje de diseño.

Ilustración 17. Trayectorias de investigación, desarrollo y diseño, en el contecto de condiciones específicas de desarrollo económico



Elaboración propia en base a los datos del proyecto COPS (complex products Systems) Universidad de Sussex Inglaterra.

Este modelo, parte del supuesto de que la innovación tecnológica comienza con un nuevo producto complejo en el punto *a*. Mientras que el índice de innovación crece y se describe una trayectoria tecnológica, existe un momento en el que la trayectoria de innovación se bifurca en el punto *b*, dando lugar a la generación de diseños para la innovación en productos complejos (*curva A*) y estandarizados (*curva B*), aunque la fuente de diseños para la innovación sigue siendo propiedad de las empresas que iniciaron el proceso innovador (generalmente empresas productoras de diseño complejos), en este caso, la producción de productos estandarizados y componentes especializados se desplaza eventualmente a países de reciente industrialización, para comenzar con la elaboración de nuevos productos pero con diseños dependientes (*curva B*).

A lo largo de este proceso se describe también una trayectoria de innovación en procesos productivos cuyo objetivo es abatir los costos, (*curva C*), generalmente este mecanismo comienza con bajas tasas de innovación como en el punto *e*, dado que al inicio del desarrollo de los productos la innovación está concentrada mas en el artefacto que en su proceso de producción.

De este modo se puede describir una estructura de innovación tecnológica dónde los países industrializados, generan nuevos productos complejos acompañados de la producción de nuevos conocimientos como insumo principal para lograrlo y por su parte, los países de reciente industrialización con altos grados de especialización y generación de recursos humanos capacitados, se concentran en el diseño de los productos estandarizados, que funcionan como complemento o integran parte de los productos complejos.

Una vez que se han estandarizado los procesos y los índices de innovación en producto disminuyen, comienza un mecanismo de innovación en procesos encabezada por empresas trasnacionales descrito por la curva *C*, las cuales buscan la reducción de costos aunque no se innove directamente sobre el producto estandarizado, lo anterior es con el fin de obtener beneficios de la reducción de los costos de producción. Este proceso se prolonga hasta que comience el nuevo ciclo tecnológico.

Lo anterior, no es el único proceso de innovación en un ciclo tecnológico y queda ilustrado con casos como el de Corea, el cual fue presentado en el apartado anterior, donde se pudo observar que a partir de 1985, se generaron proceso de expansión tecnológica exitosa, asociados a una alta producción de nuevos diseños propios representados por el crecimiento exponencial de su nivel de patentamiento.

Una forma de entender lo que sucede con procesos exitosos de expansión tecnológica endógena como en el caso de Corea, se encuentra en identificar la trayectoria de innovación e integración con el ciclo de vida tecnológico iniciado por países desarrollados.

En la ilustración 17, podemos encontrar un segundo punto de bifurcación de la trayectoria de innovación y ciclo de vida tecnológica, este se localiza en un momento donde el índice de innovación comienza a decrecer, y a partir de la trayectoria de innovación en productos estandarizados con diseños dependientes *curva B*, se logran innovaciones de productos estandarizados pero esta vez con diseños propios *curva D y E*, esto libera a las empresas de países en desarrollo de buscar innovaciones de productos pero con diseños dependientes o bien de enfocarse en la innovación de procesos con diseños de productos dependientes.

En este caso, se está hablando de procesos de innovación en productos estandarizados con diseños propios, descritos por las *curvas D y E*, la cual se representa doble, como consecuencia de los posible uso de conocimiento científico difundido. Cabe la posibilidad de que se realicen innovaciones aún con menores insumos de conocimiento básico los cuales no necesariamente rebasan la frontera tecnológica; en este caso se está haciendo uso del conocimiento difundido y un uso intensivo de conocimiento en diseño.

Lo anterior permite observar que dentro de este proceso de innovación basado en el diseño endógeno de nuevos productos, pueden existir mecanismos de innovación en procesos, pero esta vez por parte de empresas nacionales *curva F*. Las cuales se enfocan al mejoramiento de productos y sus procesos de producción con diseño endógeno y ya no son empresas de tipo trasnacional.

Estos procesos podrían prolongarse hasta que surja una nueva innovación de productos complejos, por parte de los países desarrollados, o bien en el caso de que las empresas nacionales inicien de manera autónoma un nuevo ciclo tecnológico el cual puede estar basado en nuevos productos estandarizados o bien (en fases avanzadas), en la innovación a través de nuevos productos complejos, que inicien un nuevo paradigma tecnológico.

7.3. Modelo de Estructuras de conocimiento basadas en la obtención de conocimiento nuevo (Países desarrollados).

Esta sección propone la elaboración de un modelo geométrico de frontera tecnológica, reconociendo la especificidad del conocimiento para la innovación a través de I+D básica, pero agregando la dimensión del diseño. Esto permite desarrollar un modelo geométrico tridimensional para evaluar el papel del diseño dentro de los procesos de innovación teenológica.

Si reconocemos que la I+D crea acervos de conocimientos y se incluye la variable diseño, se puede contar con un modelo de frontera tecnológica más completo y que permita visualizar con mayor claridad bajo qué condiciones surgen los nuevos productos.

Los diseños para la innovación y los insumos de conocimiento para realizarlos, son específicos para cada empresa y entorno de desarrollo económico en el que se desenvuelva. Para comenzar a formalizar estas idea, se realizará un análisis de las innovaciones a través de diseño y las estructuras de interacción con la I+D bajo condiciones específicas de desarrollo económico del país donde se llevan a cabo.

La I+D para la innovación, como objeto de análisis, ha sido vista como una actividad agregada, aún cuando se consideren las condiciones económica y sociales o el entorno en

el cual las empresas realizan esta actividad, sin embargo este grado de abstracción y agregación, no considera el tipo de producto, ni el tipo específico de diseño para lograr la innovación, el cual parte de un acervo específico de conocimiento para realizarlo.

Aunque los organismos internacionales se esfuerzan en proponen metodologías para evaluar y medir el desempeño en I+D cuyos resultados sean comparables entre países, estos esfuerzos son limitados en tanto no toman en cuenta el tipo de producto e insumos de conocimiento para su diseño. Si tomamos en cuenta la ilustración 14 y 15, se pude inferir que el tipo de I+D en países como Alemania, E.U.A, o Japón, se realiza en condiciones de desarrollo económico y científico diferentes a los de países como España, Grecia o México. No solo por la cantidad de recursos monetarios destinados a I+D, sino por el hecho de que el tipo de artefactos que producen determinan una tipologías de diseño e insumos de conocimiento específico.

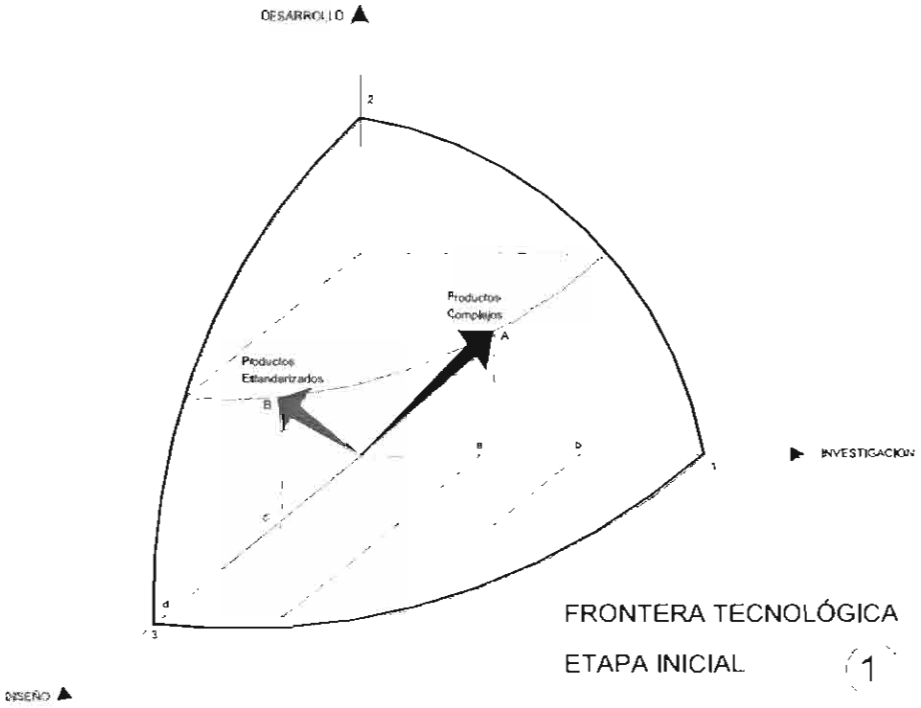
Por lo anterior, este capítulo explora un modelo de I+D en relación a condiciones y contextos de desarrollo económico, lo que permite colocar al *Diseño* como un elemento diferenciador y determinante de los procesos de innovación, partiendo de contextos de desarrollo económico científico y tecnológico diferentes.

A continuación se propone un modelo geométrico, que integra la variable diseño en la determinación de la frontera científico tecnológica, asumiendo (como se expuso en el capítulo 1), que el diseño constituye un modo de conocimiento.

Considerar I+D mas Diseño, permite construir un modelo geométrico tridimensional, de la frontera tecnológica (en este caso se supondrá una relación inversa de sustitución entre los factores) que explique cuál es el acervo de conocimientos específico para la

innovación tecnológica, además de la proporción de diseño asociada para la obtención de nuevos productos[110].

Ilustración 18. Frontera tecnológica de I+D, considerando el diseño como una forma de conocimiento.



Elaboración propia con la evidencia empírica de los capítulos 4 y 5.

En el modelo de la ilustración 18 podemos observar una representación ampliada (incluyendo el factor diseño) de una frontera tecnológica, definida por el triángulo esférico cuyos vértices se localizan en los puntos *1,2 y 3*. Dentro de este espacio podemos localizar el punto *A*, el cual define una combinación de insumos de conocimiento básico

[110] De acuerdo a los tipos de productos. Complejos o estandarizados. (ver tabla 5).

de I+D y una cantidad de diseño, los cuales permiten la concepción de productos complejos[111]. De igual manera podemos localizar el punto *B* para el caso de productos estandarizados[112].

Como puede observarse, la generación de productos complejos, demanda una cantidad de conocimiento científico básico *b*, mientras que la concepción de productos estandarizados demanda una cantidad *a*, donde $b>a$, cuando se supone constante una cierta cantidad de desarrollo, definida por el arco que pasa por los puntos *A* y *B*.

Es importante observar que en este punto, existe una situación intensiva en diseño para los productos estandarizados, en este caso, para el diseño de productos estandarizados se requiere de una cantidad $d>c$ con insumos de conocimiento difundido.

Con este modelo básico, podemos analizar el caso de procesos de innovación que rebasan la frontera tecnológica, desde dos condiciones de desarrollo económico diferente y poder observar de qué manera el diseño no solo se consolida como una forma de conocimiento para la innovación, sino que representa un factor fundamental para definir estrategias innovativas de acuerdo a Tipos de productos (complejos y estandarizados) y condiciones de desarrollo económico e inversión en la obtención de conocimientos básicos o difundidos.

Las innovaciones de países desarrollados, están basadas y enfocadas en trascender o desplazar la frontera de conocimientos básicos a su favor, de hecho cada vez que logran esto, determinan una ventaja absoluta sobre sus competidores, hasta que son alcanzados o superados por un nuevo desplazamiento de la frontera científico tecnológica, lo anterior

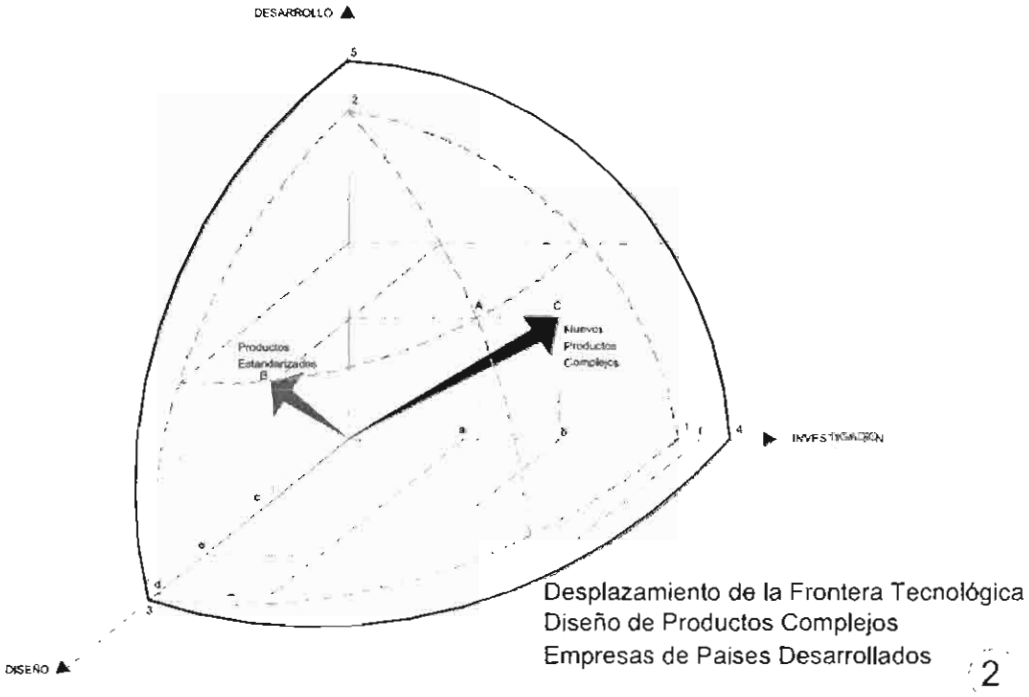
---

[111] Como ya se expuso anteriormente, los productos complejos son demandantes de insumos de conocimiento básico y se ubican en la frontera tecnológica y su proceso de innovación está basado en rebasarla.

[112] Productos estandarizados demandantes de insumos de conocimiento difundido (ver capitulo 2).

determina que los gastos en infraestructura para la I+D Básica sea prioritaria en estas condiciones, ya que constituyen el insumo indispensable para poder diseñar nuevos artefactos para la innovación tecnológica. Veamos este fenómeno en nuestro modelo geométrico de frontera tecnológica.

Ilustración 19. Frontera tecnológica de I+D, considerando el diseño como una forma de conocimiento en el caso de innovaciones de productos complejos en países desarrollados.



Elaboración propia con la evidencia empírica de los capitulos 4 y 5.

Como puede observarse en el modelo 2 de la ilustración 19, el diseño de un nuevo producto complejo, implica el desplazamiento de la frontera tecnológica del triangulo esférico *1, 2, 3*, en color gris, al nuevo triángulo cuyos vértices se localizan en los puntos *3, 4,* y *5*. Con este nuevo punto de la frontera tecnológica, podemos observar que los acervos de conocimiento básico como insumos para el diseño de nuevos productos

complejos se incrementaron, pasando del punto *b* al punto *f*, donde *f>b*, aún cuando se mantenga constante la variable desarrollo.

Es importante hacer notar que aunque el nuevo producto complejo que se sitúa en el punto *C>A*, supera la frontera tecnológica sobre la que se sitúa el punto *B* de productos estandarizado, la cantidad de diseño requerida para el nuevo producto complejo es menor, si se considera una cantidad constante de desarrollo determinada por el arco que pasa por el punto C, dicha cantidad de diseño estará expresada por el punto *e < d*.

Lo anterior, puede ser explicado por el hecho de que los nuevos productos complejos tienen un alto grado de elasticidad con relación a nuevos conocimientos científicos básicos, más que ante nuevas configuraciones o el diseño de los componentes que los constituyen.

En el caso de productos complejos, como se expuso en el capítulo 3, el tipo de *Diseño* se asocia a volúmenes de producción muy reducidos y el desarrollo de prototipos sofisticados ó modelos abstractos que incluso pueden ser teóricos, (ejemplo: Computadoras cuánticas o Fuentes de energía basados en "biomasa", naves aeroespaciales o satélites, etc.), en estos tipos de diseño, el usuario final, participa de manera directa, y los insumos de Conocimiento Básico de frontera son indispensables para el diseño.

Reconocer que los insumos de conocimiento básico teórico, son prioritarios para el diseño de productos complejos, nos lleva a pensar que la infraestructura para su generación es igualmente sofisticada y costosa, no sería demasiado especulativo suponer que los esfuerzos para la generación de nuevo conocimiento científico básico, solo puede ser desarrollada por empresas con un tamaño capaz de permitirse una inversión suficiente grande para este fin y por consecuencia, que dichas empresas actúen en un entorno de

países desarrollados, cuyos sistemas nacionales de innovación estén suficientemente integrados para facilitar la infraestructura y condiciones necesarias.

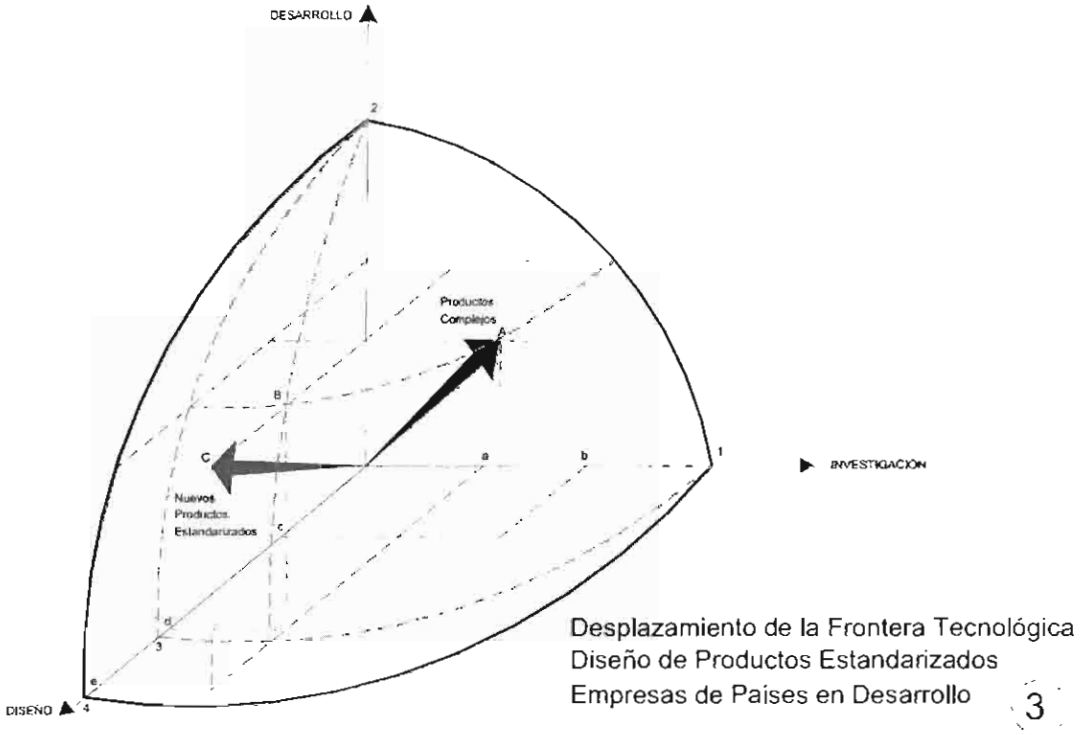
A continuación podemos realizar una abstracción teórica similar para analizar el caso de innovaciones y diseños de nuevos productos estandarizados, bajo condiciones de desarrollo económico e insumos de conocimiento específicos.

7.4. Modelo de estructuras de conocimiento basadas en la utilización de conocimiento difundido + Diseño (Países en Desarrollo)

Puede decirse, que los *diseños* en países de reciente industrialización o en desarrollo, están basados y enfocados a seguir de cerca la frontera tecnológica, apropiándose de manera efieaz del conocimiento difundido. De hecho, consumen el conocimiento que se incorpora a los nuevos Productos Complejos descritos anteriormente.

A continuación se presenta este planteamiento en el modelo de frontera tecnológica ampliada, con el fin de analizar la consecuencia con respecto a los insumos de conocimiento y el diseño asociado para ello.

Ilustración 20. Frontera tecnológica de I+D, considerando el diseño como una forma de conocimiento en el caso de innovaciones de productos estandarizados en países en desarrollo.



Elaboración propia con la evidencia empírica de los capítulos 4 y 5.

En el proceso para la innovación de productos estandarizados, los insumos de conocimiento son de tipo difundido e incorporado en la tecnología base (productos complejos), lo anterior, determina que los gastos e infraestructura para la asimilación de conocimiento difundido de I+D básica, sea prioritaria e insumo de los procesos de *Diseño* para la innovación[113].

Como puede observarse en el modelo 3 de la ilustración 20, la generación de nuevos productos estandarizados, ha desplazado la frontera tecnológica definida por el nuevo

[113] Véase por ejemplo: Urióstegui A. (2002).

triángulo esférico con vértices en los puntos *1*, *2* y *4*, más allá de la frontera original definida por el triángulo esférico cuyos vértices de localizan en los puntos *1*, *2*, y *3*.

Es importante resaltar que esta expansión de la frontera tecnológica, se ha logrado aún sin la generación de nuevo conocimiento básico, de hecho la cantidad de investigación básica, se ha mantenido en el punto a donde $a<b$, lo cual implica que no se ha requerido de la generación de nuevo conocimiento básico para el nuevo productos estandarizado, de hecho, este último permanece constante. Pero más aún, es importante notar que tampoco la cantidad de desarrollo, se haya desplazado, esta permanece constante en el nivel definido por el arco que pasa por los puntos A y B.

En este caso, la concepción de nuevos productos estandarizados, puede ser interpretada como innovaciones concentradas en el uso y apropiación eficiente del conocimiento científico básico difundido, acompañado de un alto grado de diseño, pasando del punto d al punto e, donde $e > d$, alcanzando el nuevo punto de innovación C, que trasciende la frontera tecnológica original. Lo anterior, puede ser explicado por el hecho de que los nuevos productos estandarizados tienen un alto grado de elasticidad con relación a nuevos conocimientos endógenos de diseño, más que ante nuevos conocimientos científicos básicos.

El Tipo de *Diseño* de productos estandarizados se asocia a volúmenes de producción muy elevados y el desarrollo de muchos prototipos de productos tal como se expuso en el capítulo 3 y 4 (ejemplo: Teléfonos celulares, aparatos electrónicos de consumo final, computadoras portátiles y sus consumibles, receptores de microondas, etc.), en estos *tipos de diseño*, el usuario final, participa de manera indirecta, y los insumo de conocimiento difundido son indispensables. En suma, la innovación tecnológica en este caso, está basada en el desplazamiento de la frontera tecnológica por el lado del *Diseño*.

7.5. El sentido de la I+D, en la especialización del diseño de nuevos artefactos tecnológicos, en el caso de países en desarrollo.

De acuerdo a las categorías de análisis y a los modelos geométricos antes presentados en relación con el grado de desarrollo económico de los países donde surgen las innovaciones tecnológicas y sus diferentes insumos de conocimiento para lograrlo, se puede presentar un ejemplo de los diferentes tipos de diseño y de qué manera, se especializan las empresas en el desarrollo de cada uno de ellos, de acuerdo a las condiciones de desarrollo económico y el tipo de I+D asociada.

El caso del sector electrónico es representativo de este proceso de especialización, por un lado, para el sub-sector de telecomunicaciones, se puede observar que los países desarrollados se especializan en el *Diseño* de productos complejos tales como Satélites, y sistemas o aparatos de control para transmisión de voz y datos; en suma, productos de base tecnológica y alta sofisticación. En este sub-sector es indispensable contar con una gran cantidad de insumos de conocimientos de frontera, capaces de transformar los sistemas y artefactos tecnológicos básicos. Tal es el caso de empresas como AT&T corp. La cual requiere de la producción de conocimientos y prototipos teóricos de los Laboratorios Bell, para diseñar artefactos y/o sistemas de telecomunicación innovadores de alta sofisticación tecnológica.

En este caso, los nuevos *Diseños* de artefactos tecnológicos realizados para la innovación tecnológica, expanden la frontera de conocimientos y determinan las arquitecturas de interface y los conocimientos dominantes[114] para la producción estandarizada.

Por otro lado, si tomamos en cuenta el caso de países como Japón en los 50's o Corea en los 80's[115], podemos observar que las empresas de estos países en etapas de desarrollo, basaron sus *diseños para la innovación* en los productos estandarizados del sector electrónico, de hecho comienzan con un intento por seguir de cerca y de manera eficiente la frontera científica, no para alcanzarla o superarla en primera instancia, sino para obtener la mayor cantidad de insumos de conocimiento difundido, y poder *diseñar* nuevos artefactos compatibles con las arquitecturas e interfaces de los nuevos productos complejos,

De este modo, los países en desarrollo con procesos de expansión tecnológica, partieron de proponer *diseños* de productos estandarizados, enfocados en alcanzar una eficiencia elevada de compatibilidad con los Sistemas de Tecnología Básica (Productos complejos y diseños dominantes), satisfaciendo las necesidades de usuarios masivos.

Estas condiciones de *Diseño para la innovación* en *productos estandarizados*, establece la necesidad de efectuar las innovaciones a través de *conocimiento difundido* de I+D y producción acelerada de *Diseños* y prototipos fácilmente adaptables, tanto a las nuevas tendencias de los consumidores finales, como a las nuevas Tecnologías Básicas planteadas por los países desarrollados a través de los nuevos diseños de productos complejos y arquitecturas de interface.

---

[114] Diseños dominantes y/o Predatorios de Productos Complejos. Ver capitulo 2

[115] En capítulos posteriores, se abordará el caso de Corea para ilustrar los procesos de asimilación de conocimientos eficiente, acompañado de altos grados de potencial creativo como un mecanismo de expansión tecnológica.

Con lo anterior, podemos complementar las preguntas originales de investigación: ¿Es recomendable alcanzar la frontera tecnológica para los países en desarrollo?, ¿Debe ser una estrategia de desarrollo empresarial, aquella que intente alcanzar y rebasar la frontera de conocimiento?

A manera de respuesta preliminar, en este trabajo se ha observado que la innovación tecnológica debe ser vista como un proceso complejo, en el que la producción de nuevo conocimiento científico básico no basta para la concepción o diseño de nuevos artefactos tecnológicos, por ello se ha colocado la función de Diseño y asimilación de conocimiento científico difundido como el aspecto medular[116].

De lo anterior y basado en los modelos geométricos antes presentados, se puede argumentar que las tareas de innovación en países en desarrollo, no necesariamente deben estar encaminadas a la expansión de la frontera tecnológica por el lado del conocimiento científico básico, en lugar de ello, la innovación en países en desarrollo, podría tener como objetivo, buscar proceso de innovación tecnológica a través de aproximaciones y seguimiento de la frontera científica tan eficientemente como sea posible. En este sentido, el objetivo clave de la innovación estaría enfocado en ayudar a las empresas nacionales a expandir la cadena de valor de la producción global, a través de una primera etapa que lleve a incrementos en la productividad, para posteriormente enfocarse en el diseño endógeno de productos de más alto valor, asociados a insumos de conocimiento difundido.

Además de lo anterior, debe reconocerse que el conocimiento de la frontera tecnológica para los seguidores, reduce la incertidumbre asociada a la búsqueda de conocimiento científico para la innovación, lo cual hace prensar que las actividades de I+D en empresas

---

[116] lo que coloca a la Investigación Científica como un recurso que soporta, rodea y coadyuva al proceso de generación de innovaciones, en el contexto de Países en Desarrollo.

seguidoras de países en desarrollo, sean diferentes a la de los Países Desarrollados, los cuales concentran su potencial innovador en la expansión de las frontera tecnológica por el lado del conocimiento científico básico y el diseño de productos complejos, mientras que aquellas empresas de los países en desarrollo podrían estar en mejores posibilidades de expandir la frontera tecnológica por el lado de la asimilación eficiente del conocimiento difundido y el diseño de productos estandarizados.

Más allá de los procesos de adopción e implementación de tecnologías transferidas, lo cual plantean un problema en dos dimensiones para los procesos de Investigación y Desarrollo. Por un lado, el rol de I+D para dar un soporte efectivo en los procesos de manufactura y producción industrial, (lo cual involucra resolver problemas de uso de la tecnología) y mecanismos de transferencia de conocimiento a través de la planta. Por otro lado, el rol de I+D encaminado a generar una capacidad de la firma para producir y desarrollar productos de manera independiente[117].

Bajo esta interpretación, las jerarquías de aprendizaje en las empresas en países en desarrollo, en la búsqueda de procesos de expansión tecnológica, podrían ordenarse de la siguiente manera:

a) Aprendizaje para producir.
b) Aprendizaje para producir eficientemente.
c) Aprendizaje para mejorar la producción.
d) Aprendizaje para mejorar productos,
e) Aprendizaje para el diseño endógeno de nuevos artefactos tecnológicos sobre la base de conocimientos difundidos.

---

[117] Cohen W. And D. Levinthal. 1990. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*. March, pp. 128-152.

Esta manera de jerarquizar el aprendizaje para la expansión tecnológica, reconoce la importancia del Diseño como una capacidad de autonomía para la concepción de nuevos artefactos y una forma de conocimiento diferente al científico, pero complementaria del conocimiento científico básico y aplicado de la I+D. En este sentido, esta investigación propone que el rol de I+D en países en desarrollo, podría concentrarse en expandir la frontera de diseño como una actividad generadora de competencias tecnológicas propias, mientras se sigue de manera eficiente la frontera del conocimiento científico básico.

Considerando lo anterior, puede sugerirse que el rol de I+D en Países en Desarrollo, no debe consistir en Investigación Básica, y generación de nuevo conocimiento que trascienda la frontera para la innovación, sino en un mecanismo de Adopción de conocimiento difundido como una base para el Diseño de nuevos artefactos tecnológicos.

La hipótesis anterior está sustentada adicionalmente por observaciones de estudios como los de Rosenberg (1996)[118], los cuales muestran que aún en los países líderes en tecnología, alrededor del 80% de los gastos en I+D, son dedicados al mejoramiento de productos y no a la invención de nuevos, esto habla de la importancia del rediseño como mecanismo de innovación tecnológica aún en países desarrollados.

Es importante aclarar, que estas interpretaciones no son generalizables para todas las industrias, ni a todos los sectores tecnológicos, pero resulta claro que el diseño de nuevos artefactos, constituye un elemento de conocimiento e innovación. De este modo, resulta crítico reconocer el papel dual de I+D en Países en Desarrollo; por un lado, como elemento para implementar dinámicas de seguidor eficiente de la Frontera Científico Tecnológica y por otro lado ser líder efectivo de Diseño, estos aspectos podrían proveer a las firmas en los países en desarrollo, el potencial para acrecentar substancialmente su presencia en la estructura de innovación tecnológica y de las manufacturas globales.

---

[118] Rosemberg N. 1996 Uncertainty and Technical Change, in Landau et al pp. 334-356.

7.6. Condiciones de desarrollo, acervos de conocimiento y diseño de artefactos tecnológicos.

El proceso de diseño, representa un elemento indispensable para comprender los procesos de innovación tecnológica de acuerdo al tipo de productos y ayuda a entender la manera como las Empresas gestionan sus insumos de conocimiento bajo entornos de desarrollo económico específicos. Observar los artefactos tecnológicos desde el punto de vista de diseño, permite identificar su proceso de concepción como una forma de conocimiento, y mecanismo de contingencia de las empresas ante un entorno económico dinámico. Esto coloca al diseño como un mecanismo de innovación tecnológica, sobre la base de la articulación del conocimiento científico básico nuevo o difundido.

Con esta investigación se aportan elementos para afirmar que los artefactos no surgen como la consecuencia inmediata de nuevos conocimiento básicos o aplicados, ni como procesos de desarrollo en mejoras de productos existentes, sino a través de un ejercicio de reunión de diferentes objetos, ideas, conocimientos y experiencias, dispuestas de manera organizada en el contexto de interacciones socioeconómicas y trayectorias tecnológicas, dicho proceso es el que se conoce como diseño. En suma, puede decirse que los nuevos artefactos no son del todo inventados en el laboratorio de I+D de las empresas, sino diseñados en un entorno evolutivo de las empresas, bajo un contexto de interacciones socioeconómicas y con procesos intuitivos de conocimiento. Este proceso define trayectorias evolutivas de diseño para los artefactos tecnológicos, así como estructuras industriales, cuya articulación representa una alternativa de solución para un problema industrial determinado.

Las características de diseño producto o artefactos tecnológicos, determina un comportamiento competitivo de la empresa, lo que la posiciona en el escenario económico. Por lo anterior, se reconoce que existen diferentes formas y ámbitos de diseño, dependiendo del contexto de desarrollo económico en el que actúe la empresa y del tipo de insumos de conocimiento que determine dichas condiciones.

La caracterización de los diseños de productos, permite observar que en un mismo sector industrial pueden existir productos estandarizados y complejos, los cuales requieren de un tipo específico de diseño, así como de un acervo de conocimiento igualmente particular.

Podemos proponer, basado en el modelo propuesto, que existe una especificidad de conocimientos asociada al tipo de diseño de productos o artefactos dentro de un mismo sector, agrupados en diseños de productos complejos, demandantes de insumos de conocimiento científico de frontera, y por otro lado, diseño de productos estandarizados, demandantes de insumos de conocimiento científico técnico difundido, asociado a un nivel de desarrollo económico específico y bajo ciertas estrategias de diseño.

Existe pues, una especificidad de diseño e insumos de conocimiento, en relación a brechas tecnológicas, lo que determina una especialización de diseño por país y su nivel de desarrollo económico. En este trabajo se ha observado que la innovación tecnológica debe ser vista como un proceso complejo, en el que la producción de nuevo conocimiento científico básico no basta para la concepción o diseño de nuevos artefactos tecnológicos, por ello se ha colocado la función de diseño y asimilación de conocimiento científico difundido como el aspecto medular para la innovación tecnológica a través del modelo propuesto.

A partir de los modelos y la evidencia presentada, se propone que la innovación en países en desarrollo (tales como México), podría buscar proceso de innovación tecnológica a

través de aproximaciones y seguimiento de la frontera científica tan eficientemente como sea posible. En este sentido, el objetivo clave de la innovación estaría enfocado en ayudar a las empresas nacionales a expandir la cadena de valor de la producción global, a través de una primera etapa que lleve a incrementos en la productividad, para posteriormente enfocarse en el diseño endógeno de productos de más alto valor, asociados a insumos de conocimiento científico difundido.

El indicador de patentamiento, sugiere la formulación de un modelo, que como abstracción de la realidad, pueda incluir al diseño como una variable de explicación del proceso de creación de nuevos artefactos tecnológicos y dinámicas de expansión tecnológica exitosa, asociado al nivel de producción de nuevos diseños para la innovación.

Esta investigación demuestra que los diseños para la innovación y los insumos de conocimiento para realizarlos, son específicos para cada empresa y entorno de desarrollo económico en el que se desenvuelva. Lo que permite identificar innovaciones basadas en diseños que articulan nuevo conocimiento científico básico, en el contexto de países desarrollados, y por otro lado procesos de innovación a través de diseño e insumos de conocimiento difundido en el torno de países en desarrollo.

La evidencia empírica de esta investigación, demuestra la existen diferentes formas y ámbitos de diseño, asociados al contexto de desarrollo económico en el que actúe la empresa y del tipo de insumos de conocimiento con los que cuente; de este modo, se pueden agrupar los productos por su tipología de diseño. A saber, se identificaron: Diseños de Productos Complejos, (generados por Empresas en el contexto de países desarrollados) y Diseños Estandarizados (generados por Empresas en el contexto de países en desarrollo).

Los países desarrollados se especializan en el diseño de productos complejos, concentrándose en sectores tecnológicos donde es indispensable contar con una gran cantidad de insumos de conocimiento básico de frontera, capaces de transformar los sistemas y artefactos de alta tecnología. En este caso, los diseños para la innovación tecnológica, están encaminados a expanden la frontera de conocimientos y determinan las arquitecturas dominantes para la producción estandarizada.

Por su parte, las empresas de países en desarrollo con procesos exitosos de expansión tecnológica, parecen haber concentrado sus diseños para la innovación en los productos estandarizados, tratando de seguir de cerca y de manera eficiente, la frontera científica, no para superarla, sino para obtener la mayor cantidad de insumos de conocimiento difundido, y poder diseñar nuevos artefactos compatibles con las arquitecturas e interfaces de los nuevos Productos Complejos.

La importancia del diseño para la innovación en productos estandarizados que muestra esta investigación, establece la necesidad de reconocer la existencia de innovaciones a través de conocimiento científico difundido y diseño endógeno eficiente, los cuales deben ser fácilmente adaptables, tanto a las nuevas tendencias de los consumidores finales, como a las nuevas Tecnologías Básicas planteadas por los países desarrollados a través de los nuevos diseños de productos complejos y arquitecturas de interface.

El modelo planteado en esta investigación, explica las innovaciones y fronteras tecnológicas, más allá de la obtención de los insumos de conocimiento. Esto permite integrar al diseño, como un elemento que contribuye a explicar los ciclos tecnológicos y los procesos de innovación tecnológica bajo diferentes condiciones de de desarrollo económico. Las ecuaciones de capacidades de diseño de nuevos artefactos tecnológicos, son una propuesta para el análisis del proceso de innovación tecnológica en relación a

condiciones diferenciadas de desarrollo económico, Esto propone un punto de partida para futuras investigaciones.

8. Conclusiones.

Esta tesis analizó los aspectos estructurales que influyen en el diseño de los artefactos tecnológicos, entendido como un proceso que surge a partir de una base de conocimiento[119]. Se extendió la perspectiva teórica de la investigación económica de la innovación mas allá de la actuación aislada de las empresas y su interacción con agentes individuales que generan proceso de diseño como respuestas autónomas y de iniciativa propia para la innovación. Esta investigación consideró como un aspecto fundamental las influencias que pueden ejercer las relaciones comerciales y estructurales a nivel nacional en los procesos individuales de diseño para la innovación; en este sentido, se estudió el perfil tecnológico de México en el contexto de América del norte.

La evidencia presentada muestra rasgos característicos en la configuración de un perfil tecnológico convergente para América del norte con un acervo de conocimientos para el diseño igualmente articulado, el cual es fruto de la transformación de los regímenes tecnológicos. El estudio sobre las tres etapas de transformación de las políticas económicas y comerciales de México en su relación con EUA y Canadá (1985, 1997 y 2005), permitió distinguir la trayectoria de transformación del perfil tecnológico e identificar la formación de un "sistema supranacional de innovación tecnológica convergente" para la región de América del norte.

Las corrientes de pensamiento revisadas en el marco teórico para analizar las transiciones y cambios en sistemas de innovación[120], constituyeron herramientas metodológicas útiles

---

[119] Esta tesis partió de la pregunta general de investigación: ¿Existe una estructura de conocimientos para México, sobre la que se desarrolle el proceso de diseño de los artefactos para la innovación, la cual esté relacionada con el perfil tecnológico de América del Norte?

[120] (Transformación de regimenes (Van de Poel, 2003), Revoluciones Tecnológicas (Perez, 2002), Transiciones tecnológicas (Geels, 2002), Sistemas de innovación (Elzen et al., 2001).

para el análisis de los procesos de innovación. Sin embargo, las perspectivas y conclusiones de cada enfoque ilustran casos de estudios particulares de acuerdo con el nivel de análisis específico que se aborda. Esta investigación usó una perspectiva multinivel, la cual presentó el cambio tecnológico como la consecuencia de procesos de convergencia en múltiples niveles de la estructura económica, social y comercial.

La perspectiva analítica usada en esta investigación distingue tres niveles heurísticos: Nichos de innovación (nivel micro), regímenes sociotécnicos (nivel meso) y Horizontes sociotécnicos (sociotechnical landscape, nivel macro) (Rip y Kemp, 1998; Geels 2002). Desde esta perspectiva metodológica se identificaron las transiciones tecnológicas de México en el contexto de América del norte como cambios de un régimen sociotécnico a otro, concentrándose en los mecanismos de interacción entre los niveles micro y macro.

Desde la perspectiva metodológica de esta tesis se mostró que el cambio estructural constituye gran parte de la esencia del desarrollo tecnológico asociado al diseño. Este enfoque se contrapone a la teoría neoclásica del crecimiento que da por sentada la estructura productiva y examina su expansión en el tiempo como si ocurriera en una trayectoria equilibrada. El estudio de la trayectoria de transformación del perfil tecnológico de México en el contexto de América del norte demuestra que es el cambio de la estructura productiva lo que sustenta la especialización en el diseño y el desarrollo tecnológico. Pero el efecto más sobresaliente que identificamos, es la configuración de estructuras productivas convergentes, lo que influye en la construcción de acervos de conocimiento que permiten la expansión gradual de sectores productivos que hacen uso más intensivo de ellos. De esta forma se configuran los nichos de innovación que influyen en la transformación de los regímenes tecnológicos asociados a tipologías de diseño específicas para la región. La búsqueda de diseños para la innovación por parte de las empresas termina por influir en la recomposición de las estructuras de conocimiento y su financiamiento, lo cual se pudo observar en el estudio de la composición del gasto en

investigación y desarrollo gubernamental asignado en los programas para el desarrollo tecnológico.

Esta investigación contribuye al desarrollo de los análisis multidimensionales de la innovación tecnológica, proponiendo y usando una metodología de aproximaciones transversales inductivas, la cual identificó el cambio tecnológico como la consecuencia de procesos de convergencias a múltiples niveles de la estructura económica y comercial.

Sin existir una relación de causalidad, se identificaron los cambios del horizonte sociotécnico que México ha enfrentado como consecuencia de su integración comercial con EUA y Canadá; tal como lo muestra el análisis de los perfiles tecnológicos, existen evidencias de alineación y convergencia, estas transformaciones crean presión en el régimen sociotécnico a través de múltiples mecanismos; la evidencia presentada en esta investigación demuestra que los gastos en investigación y desarrollo gubernamentales se orientan hacia los perfiles tecnológicos establecidos como consecuencia de su integración comercial, creando ventanas específicas de oportunidad para los nichos de innovación a nivel micro. Los estudios de casos de innovación que se analizaron son una aproximación que ilustra los mecanismos de articulación de conocimientos nuevos y difundidos a través del diseño de artefactos, los cuales tuvieron posibilidad de éxito al insertarse adecuadamente en los sectores industriales que la alineación de los perfiles tecnológicos favorece.

El diseño para la innovación en México no puede ser visto como un mecanismo autónomo y espontáneo de las empresas, sino como consecuencia de mecanismos de articulación de conocimientos nuevos y difundidos, los cuales son influidos por el direccionamiento de los gastos en investigación y desarrollo que favorecen sectores industriales en expansión o alineados internacionalmente con los perfiles tecnológicos de sus principales socios comerciales. Más aún, esta investigación propone que los nuevos

artefactos tecnológicos responden a una tipología de diseños que permite caracterizar los mecanismos de creación y desarrollo de nuevos productos en el contexto de niveles diferenciados de desarrollo económico y grados de articulación de los perfiles tecnológicos.

Esta tesis propuso un modelo formal para el estudio de las innovaciones y generación de nuevos artefactos tecnológicos, como abstracción matemática de los procesos de uso y articulación del conocimiento para el diseño. Considerando que el diseño se consolida como un factor de potencial creativo para las empresas, se modeló el proceso para la creación de artefactos tecnológicos, tomando en cuenta su relación con los acervos de conocimiento, estructuras productivas y perfiles tecnológicos articulados en la región de América del norte. La evidencia mostrada en los casos de innovaciones basadas en diseño, permitió integrar el factor diseño como un factor del modelo matemático que describe la naturaleza de innovaciones basadas en diseño, integrando en el modelo la capacidad de diseño como exponente que influyen en la transformación de los regímenes tecnológicos.

De nuestro análisis puede concluirse que existe una especificidad en el diseño e insumos de conocimiento. las cuales responden a proceso de articulación y convergencia de los perfiles tecnológicos, lo que determina una especialización de diseño por país y asociado su nivel de desarrollo económico. Los ejemplos de innovación tecnológica que se analizaron muestran que el diseño para la innovación es un proceso complejo en el que la producción de nuevo conocimiento científico básico ó la inversión directa en las empresas no basta para la concepción de nuevos artefactos tecnológicos, sino que es fundamental gestionar los procesos de diseño y asimilación de conocimiento científico difundido como parte de los factores medulares para la innovación tecnológica.

Los diseños para la innovación, así como los insumos de conocimiento para realizarlos son específicos para cada empresa y entorno de desarrollo económico en el que se desenvuelve, esto permite identificar innovaciones basadas en diseños que articulan nuevo conocimiento científico básico en el contexto de países desarrollados y por otro lado, procesos de innovación a través de diseño e insumos de conocimiento difundido en el entorno de países en desarrollo. Existe una especialización regional del conocimiento y diseño por países y grados de desarrollo.

Aunque la propuesta metodológica de esta tesis no fue concebida para abordar la discusión sobre política científica y tecnológica o políticas de desarrollo económico basado en cambio tecnológico, los resultados que obtuvimos a nivel de horizontes tecnológicos, regímenes tecnológicos y nichos de innovación para México en el periodo de estudio, abren algunas líneas de reflexión e investigación que podrían establecer criterios para la asignación de gasto en investigación y desarrollo por sector industrial. Al mismo tiempo se muestra la importancia de implementar políticas destinadas a estimular y reforzar el desarrollo de las capacidades de diseño en las empresas de sectores alineados al perfil tecnológicos de la región en la que México se inserta, buscando mecanismos de eslabonamiento y complementariedad con empresas que no están en los sectores productivos alineados a los perfiles tecnológicos de América del norte en su conjunto.

El estudio de de las variables económicas resulta insuficiente para orientar el comportamiento tecnológico de las empresas hacia una dirección de desarrollo específica. En esta investigación se comprueba que el proceso de innovación es el resultado de transiciones tecnológicas a diferentes niveles estructurales, las empresas diseñan artefactos para la innovación tecnológica en el contexto de ventanas de oportunidad creadas como parte de la transformación del horizonte sociotécnico y en este proceso evolucionan los regímenes tecnológicos.

Si las innovaciones basadas en diseño son el resultado de proceso de asimilación, así como aplicación del potencial creativo y articulación de los acervos de conocimiento nuevos y difundidos, los cuales son influidos por transiciones y perfiles tecnológicos convergentes, se requiere del estudio de políticas que aborden una perspectiva de análisis multinivel. Más aún, estos resultados sugieren que toda política que busque fomentar el desarrollo tecnológico puede ser ineficaz si no considera los factores y trayectorias de transformación del horizonte tecnológico, así como su influencia en la conformación de estructuras productivas, estructuras de conocimiento y las capacidades de diseño para la innovación de las empresas en correlación con las divisiones regionales del conocimiento y diseño.

9. Anexos.

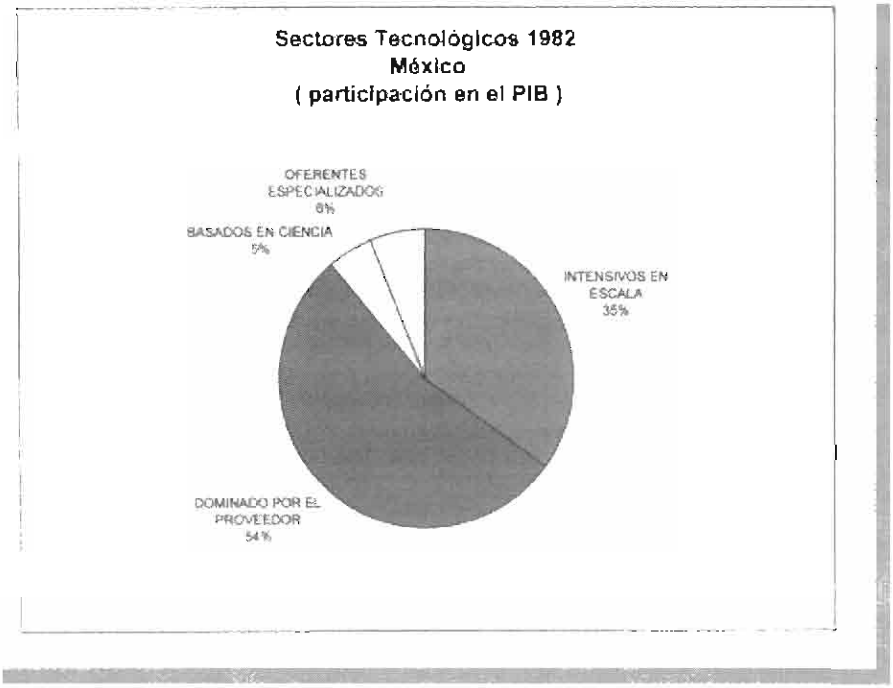
Para establecer el perfil tecnológico de América del norte, se establecieron los sectores más dinámicos del PIB manufacturero, aunque ya se sabe que los volúmenes nominales son diferentes y existe una asimetría, si pueden hacerse combinaciones relativas tomando en consideración el CR5, que se estudió en al capítulo metodológico.

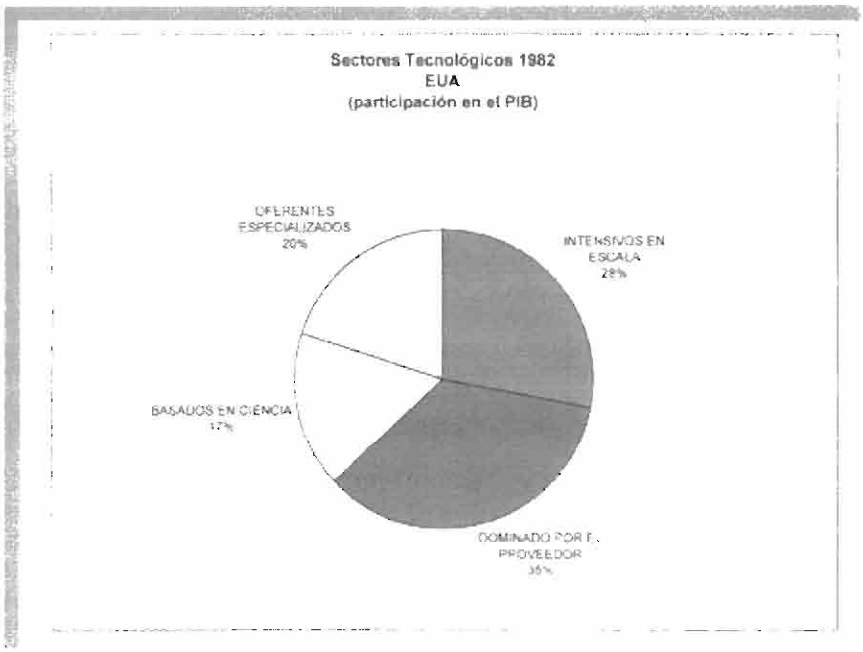
A continuación se muestran los sectores más dinámicos del PIB manufacturero para América del norte, como participación porcentual de los sectores tecnológicos de la taxonomía Pavitt (1984).

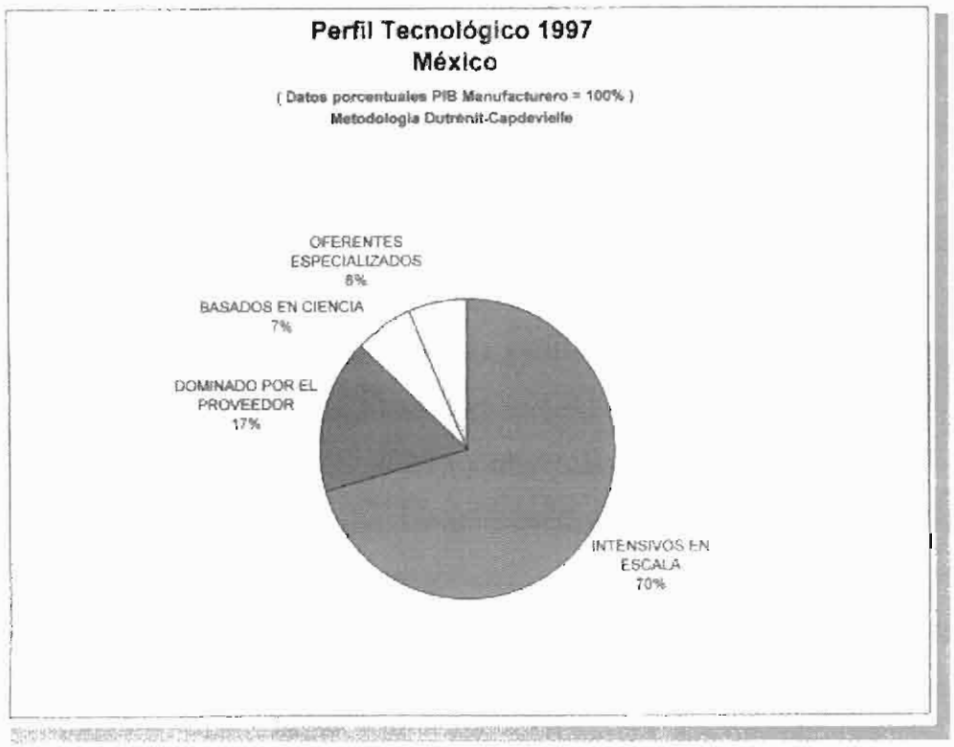
Sectores tecnológicos:

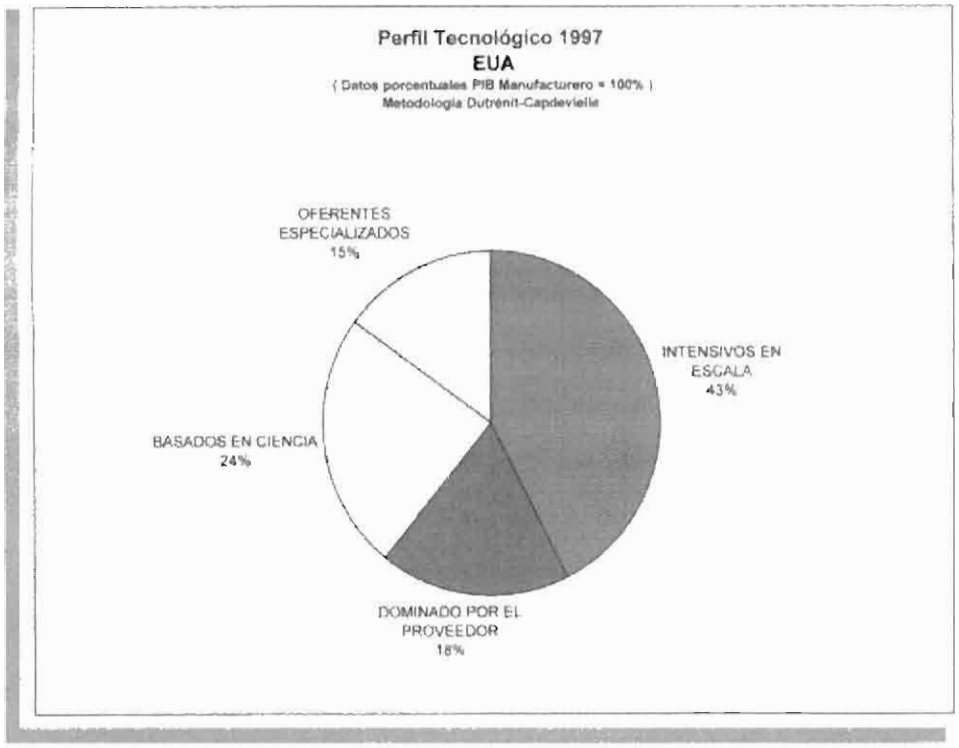
- Intensivos en Escala
- Dominados por el proveedor
- Basados en Ciencia
- Oferentes Especializados

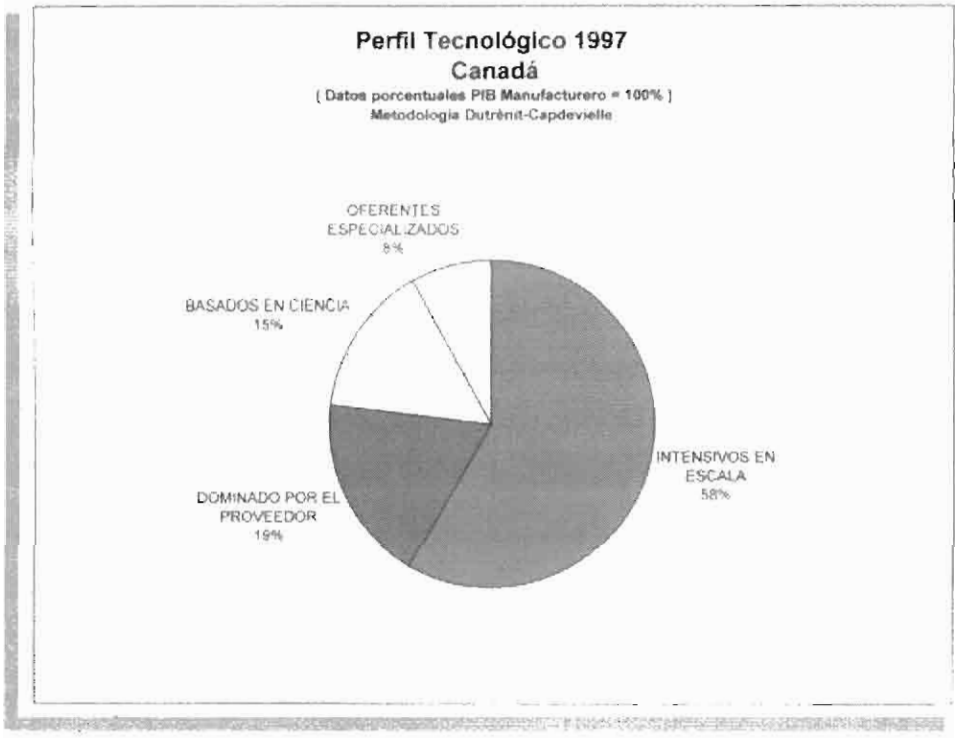
De lo anterior se pueden realizar graficas porcentuales que muestren la composición del perfil tecnológico de los tres países de América del norte y a partir de ello, caracterizar los cortes transversales para la evidencia empírica de esta tesis.



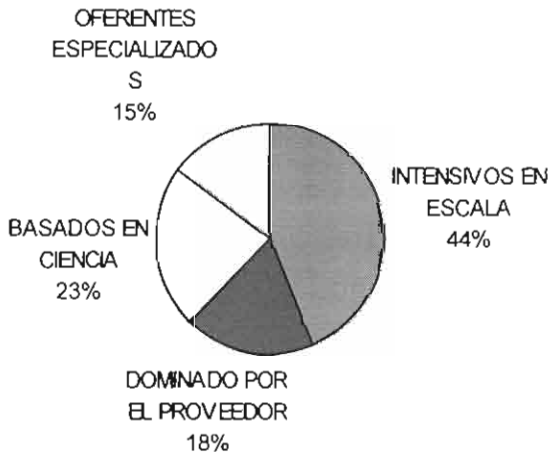



Perfil Tecnológico 1997
México
(Datos porcentuales PIB Manufacturero = 100%)
Metodologia Dutrénit-Capdevielle
OFERENTES ESPECIALIZADOS 8%
BASADOS EN CIENCIA 7%
DOMINADO POR EL PROVEEDOR 17%
INTENSIVOS EN ESCALA 70%


Perfil Tecnológico 1997
EUA
(Datos porcentuales PIB Manufacturero = 100%)
Metodología Dutrénit-Capdevielle
OFERENTES ESPECIALIZADOS 15%
INTENSIVOS EN ESCALA 43%
BASADOS EN CIENCIA 24%
DOMINADO POR EL PROVEEDOR 18%


Perfil Tecnológico 1997
Canadá
(Datos porcentuales PIB Manufacturero = 100%)
Metodología Dutrénit-Capdevielle
OFERENTES ESPECIALIZADOS 8%
BASADOS EN CIENCIA 15%
INTENSIVOS EN ESCALA 58%
DOMINADO POR EL PROVEEDOR 19%

Perfil Tecnológico 2007
EUA
(Datos porcentuales PIB Manufacturero = 100%)
Metodologia Dutrénit-Capdevielle



Perfil Tecnológico 2007
México
(Datos porcentuales PIB Manufacturero = 100%)
Metodologia Dutrénit-Capdevielle

A partir de los cortes transversales del perfil tecnológico de América del norte, es posible caracterizar los grados de concentración de las ramas de actividad que coinciden con los sectores tecnológicos alineados. En este sentido, se pueden identificar las ramas de actividad alineadas y estudiar a las empresas en los sectores más dinámicos y alineados con el perfil tecnológico.

INTENSIVOS EN ESCALA.

IE CR5 **ACTIVIDADES CON MAYOR PARTICIPACION PORCENTUAL DE ACUERDO A TAXONIMIA PAVITT**

INDUSTRY STATISTICS FOR INDUSTRY GROUPS AND INDUSTRIES : 1997 **EUA 1997**
(US$ 1,000.00)
VALUE ADDED BY MANUFACTURE
U.S. CENSUS BUREAU . 1997 ECONOMIC CENSUS

	NAICS CODE	INDUSTRY	VALUE ADDED BY MANUFACTURE	ACTIVIDAD CON MAYOR PARTICIPACION
◇	3363	MOTOR VEHICLE PERTS MFG	73,797,867	10.37%
◇	3361	MOTOR VEHICLE MFG	72,574,976	10.20%
◆	3261	PLASTIC PRODUCT MFG	63,280,786	8.90%
◆	3251	BASIC CHEMICAL MFG	53,736,421	7.55%
5	3241	PETROLEUM & COAL PRODUCTS MFG	37,610,773	5.29%

IE CR5 **ACTIVIDADES CON MAYOR PARTICIPACION PORCENTUAL DE ACUERDO A TAXONIMIA PAVITT**

VALOR DE LA PRODUCCION
MILES DE PESOS
CIFRAS ABSOLUTAS
INEGI

MEXICO 1997

	CLAVE	INDUSTRIA	VALOR DE LA PRODUCCION	MAYOR PARTICIPACION
	384110	FABRICACION Y ENSAMBLE DE AUTOMOVILES Y CAMIONES	13,067,526	22.14%
2	371006	FABRICACION DE LAMINADOS Y OTROS PRODUCTOS DE ACERO	3,000,673	5.08%
	313050	ELABORACION DE REFRESCOS Y OTRAS BEBIDAS NO ALCOHOLICAS	2,459,987	4.17%
4	384122	FABRICACION DE MOTORES Y SUS PARTES PARA AUTOMOVILES Y CAMIONES	2,359,106	4.00%
5	371001	FUNDICION Y LAMINACION PRIMARIA DE HIERRO Y ACERO	1,938,928	3.28%

IE CR5 **ACTIVIDADES CON MAYOR PARTICIPACION PORCENTUAL DE ACUERDO A TAXONIMIA PAVITT**

STATISTICS FOR INDUSTRY GROUPS
MILLON ($ 1997)
GDP
CANADA (1997, NAICS based) Statistics Canada

CANADA 1997

	NAICS CODE	INDUSTRY	VALUE ADDED BY MANUFACTURE	MAYOR PARTICIPACION
	3363	MOTOR VEHICLE PERTS MFG	8,523	14.48%
	3361	MOTOR VEHICLE MFG	6,128	10.41%
	3261	PLASTIC PRODUCT MFG	4,905	8.33%
	3251	BASIC CHEMICAL MFG	3,474	5.90%
	3121	BEVERAGE MFG	3,399	5.77%

BASADOS EN CIENCIA.

BC CR5 ACTIVIDADES CON MAYOR PARTICIPACION PORCENTUAL DE ACUERDO A TAXONIMIA PAVITT

INDUSTRY STATISTICS FOR INDUSTRY GROUPS AND INDUSTRIES . 1997 EUA 1997
(US$ 1,000.00)
VALUE ADDED BY MANUFACTURE
U.S. CENSUS BUREAU . 1997 ECONOMIC CENSUS

	NAICS CODE	INDUSTRY	VALUE ADDED BY MANUFACTURE	ACTIVIDAD CON MAYOR PARTICIPACION
	3344	SEMICONDUCTOR & OTHER ELECTRONIC COMPONENT MFG	94,354,658	22.40%
	3254	PHARMACEUTICAL & MEDICINE MFG	64,108,002	15.22%
	3364	AEROSPACE PRODUCT & PARTS MFG	57,688,592	13.69%
	3342	COMMUNICATIONSEQUIPMENT MFG	48,040,124	11.40%
5	3341	COMPUTER & PERIPHERAL EQUIPMENT MFG	44,111,746	10.47%

BC CR5 ACTIVIDADES CON MAYOR PARTICIPACION PORCENTUAL DE ACUERDO A TAXONIMIA PAVITT

VALOR DE LA PRODUCCION MEXICO 1997
MILES DE PESOS
CIFRAS ABSOLUTAS
INEGI

	CLAVE	INDUSTRIA	VALOR DE LA PRODUCCION	MAYOR PARTICIPACION
	352100	FABRICACION DE PRODUCTOS FARMACEUTICOS	2,460,023	44.85%
2	351231	FABRICACION DE RESINAS SINTETICAS Y PLASTIFICANTES	839,069	15.30%
	352221	FABRICACION DE PERFUMES COSMETICOS Y SIMILARES	805,571	14.69%
4	351222	MEZCLA DE INSECTICIDAS Y PLAGUICIDAS	328,458	5.99%
5	351213	FABRICACION DE COLORANTES Y PIGMENTOS	307,796	5.61%

BC CR5 **ACTIVIDADES CON MAYOR PARTICIPACION PORCENTUAL DE ACUERDO A TAXONIMIA PAVITT**

STATISTICS FOR INDUSTRY GROUPS
MILLON ($ 1997)
GDP
CANADA (1997, NAICS based) Statistics Canadá

CANADA 1997

	NAICS CODE	INDUSTRY	VALUE ADDED BY MANUFACTURE	MAYOR PARTICIPACION
◆	3364	AEROSPACE PRODUCT & PARTS MFG	4,768	31.75%
◆	3342	COMMUNICATIONS EQUIPMENT MFG	3,291	21.92%
◇	3254	PHARMACEUTICAL & MEDICINE MFG	2,075	13.82%
◆	3344	SEMICONDUCTOR & OTHER ELECTRONIC COMPONENT MFG	1,460	9.72%
◆	3256	SOAP,CLEANING COMPOUND & TOILET PREPARATION MFG	1,343	8.94%

OFERENTES ESPECIALIZADOS.

OE CR5 **ACTIVIDADES CON MAYOR PARTICIPACION PORCENTUAL DE ACUERDO A TAXONIMIA PAVITT**

INDUSTRY STATISTICS FOR INDUSTRY GROUPS AND INDUSTRIES 1997
(US$ 1,000.00)
VALUE ADDED BY MANUFACTURE
U.S. CENSUS BUREAU . 1997 ECONOMIC CENSUS

EUA 1997

	NAICS CODE	INDUSTRY	VALUE ADDED BY MANUFACTURE	ACTIVIDAD CON MAYOR PARTICIPACION
1	3345	NAVIGATIONAL, MEASURING, MEDICAL, & CONTROL INSTRUMENTS MFG	58,284,906	22.50%
◇	3339	OTHER GENERAL-PURPOSE MACHINERY MFG	31,332,176	12.10%
◆	3391	MEDICAL EQUIPMENT & SUPPLIES MFG	30,613,184	11.82%
◆	3331	AGRICULTURE, CONSTRUCTION & MINIG MACHINERY MFG	24,431,912	9.43%
◇	3332	INDUSTRIAL MACHINERY MFG	19,456,056	7.51%

OE CR5 **ACTIVIDADES CON MAYOR PARTICIPACION PORCENTUAL DE ACUERDO A TAXONIMIA PAVITT**

VALOR DE LA PRODUCCION **MEXICO 1997**

MILES DE PESOS
CIFRAS ABSOLUTAS
INEGI

	CLAVE	INDUSTRIA	VALOR DE LA PRODUCCION	MAYOR PARTICIPACION
1	382302	FABRICACION, ENSAMBLE Y REPARACION DE MAQUINAS DE PROCESAMIENTO INFORMATICO	2,761,115	52.14%
2	382206	FABRICACION DE EQUIPOS Y APARATOS DE AIRE ACONDICIONADO, REFRIGERACION Y CALEFACCION	544,689	10.29%
3	382101	FABRICACION, ENSAMBLE Y REPARACION DE TRACTORES, MAQUINARIA E IMPLEMENTOS AGRICOLAS	255,964	4.83%
4	381409	FABRICACION Y REPARACION DE VALVULAS METALICAS	251,556	4.75%
5	382106	FABRICACION, ENSAMBLE Y REPARACION DE MAQUINARIA Y EQUIPO PARA OTRAS INDUSTRIAS ESPECIFICAS	165,444	3.12%

OE CR5 **ACTIVIDADES CON MAYOR PARTICIPACION PORCENTUAL DE ACUERDO A TAXONIMIA PAVITT**

STATISTICS FOR INDUSTRY GROUPS **CANADA 1997**
MILLON ($ 1997)
GDP
CANADA (1997 NAICS based) Statistics Canada

	NAICS CODE	INDUSTRY	VALUE ADDED BY MANUFACTURE	MAYOR PARTICIPACION
	3339	OTHER GENERAL-PURPOSE MACHINERY MFG	2,488	30.38%
2	3335	METALWORKING MACHINERY MFG	1,725	21.06%
	3331	AGRICULTURE, CONSTRUCTION & MINIG MACHINERY MFG	2,039	24.90%
	3332	INDUSTRIAL MACHINERY MFG	1,274	15.56%
	3391	MEDICAL EQUIPMENT & SUPPLIES MFG	663	8.10%

DOMINADOS POR EL PROVEEDOR.

DP CR5 **ACTIVIDADES CON MAYOR PARTICIPACION PORCENTUAL DE ACUERDO A TAXONIMIA PAVITT**

INDUSTRY STATISTICS FOR INDUSTRY GROUPS AND INDUSTRIES : 1997 **EUA 1997**
(US$ 1,000.00)
VALUE ADDED BY MANUFACTURE
U.S. CENSUS BUREAU . 1997 ECONOMIC CENSUS

	NAICS CODE	INDUSTRY	VALUE ADDED BY MANUFACTURE	ACTIVIDAD CON MAYOR PARTICIPACION
1	3231	PRINTING & RELATED SUPPORT ACTIVITIES	58,392,618	16.67%
2	3221	PULP, PAPER & PAPERBOARD	35,230,199	10.06%
3	3222	CONVERTED PEPER PRODUCT MFG	35,070,036	10.01%
4	3399	OTHER MISCELLANEOUS MFG	30,839,364	8.80%
5	3121	BEGERANGE MFG	29,743,502	8.49%

DP CR5 **ACTIVIDADES CON MAYOR PARTICIPACION PORCENTUAL DE ACUERDO A TAXONIMIA PAVITT**

VALOR DE LA PRODUCCION **MEXICO 1997**
MILES DE PESOS
CIFRAS ABSOLUTAS
INEGI

	CLAVE	INDUSTRIA	VALOR DE LA PRODUCCION	ACTIVIDAD CON MAYOR PARTICIPACION
1	311801	ELABORACION DE AZUCAR Y PRODUCTOS RESIDUALES DE LA CAÑA	2,096,111	15.19%
2	311201	TRATAMIENTO Y ENVASADO DE LECHE	1,245,353	9.03%
3	341031	FABRICACION DE ENVASES DE CARTON	887,581	6.43%
4	311301	PREPARACION Y ENVASADO DE FRUTAS Y LEGUMBRES	774,697	5.61%
5	311404	MOLIENDA DE TRIGO	659,629	4.78%

DP CR5 **ACTIVIDADES CON MAYOR PARTICIPACION PORCENTUAL DE ACUERDO A TAXONIMIA PAVITT**

STATISTICS FOR INDUSTRY GROUPS
MILLON ($ 1997)
GDP
CANADA (1997, NAICS based) Statistics Canadá

CANADA 1997

	NAICS CODE	INDUSTRY	VALUE ADDED BY MANUFACTURE	MAYOR PARTICIPACION
◇	3211	SAW MILLS & WOOD PRESERVATION	6,240	32.87%
2	3152	CUT & SEW CLOTHING MFG	2,650	13.96%
◆	3399	OTHER MISCELLANEOUS MFG	1,897	9.99%
4	3273	CEMENT & CONCRETE PRODUCT MFG	1,773	9.34%
5	3219	OTHER WOOD PRODUCT MFG	1,554	8.19%

A continuación se presenta la estructura del gasto en investigación y desarrollo gubernamental de 2000 a 2005, como consecuencia de la asignación de los fondos del CONACYT para el financiamiento de actividades innovadoras en las empresas. Esto es el gasto en investigación y desarrollo por sector productivo GIDESP.

GIDESP POR INDUSTRIA 2000 - 2005

INDUSTRIA	2000	2001	2002	2003	2004	2005
PRODUCTOS ALIMENTICIOS Y BEBIDAS	12.04%	12.17%	8.78%	12.19%	17.53%	19.01%
PRODUCTOS DEL TABACO	0.00%	0.00%	0.04%	0.04%	0.07%	0.07%
TEXTILES	6.85%	9.23%	1.33%	1.42%	1.98%	1.93%
PRENDAS DE VESTIR Y PIEL	0.03%	0.10%	0.19%	0.22%	3.08%	2.85%
PRODUCTOS DE CUERO E INDUSTRIA DEL CALZADO	0.39%	0.35%	0.53%	0.46%	1.05%	1.47%
MADERA Y CORCHO (NO MUEBLES)	0.00%	0.01%	0.00%	0.01%	0.19%	0.32%
PULPA, PAPEL Y PRODUCTOS DE PAPEL	0.50%	1.76%	0.36%	0.34%	0.21%	0.24%
PUBLICACIONES, IMPRENTAS Y REPRODUCCION DE MEDIOS DE GRABACION	0.66%	0.64%	0.01%	0.02%	0.90%	1.10%
CARBON, PRODUCTOS DERIVADOS DEL PETROLEO Y ENERGIA NUCLEAR	0.34%	0.26%	1.54%	1.75%	0.36%	0.29%
QUIMICOS Y PRODUCTOS QUIMICOS (EXCEPTO FARMACEUTICOS)	13.40%	12.92%	5.33%	4.51%	11.10%	11.64%
FARMACEUTICOS	5.59%	5.56%	4.87%	8.12%	8.30%	10.62%
CAUCHO Y PRODUCTOS PLASTICOS	2.53%	3.58%	2.06%	1.90%	11.72%	10.04%
PRODUCTOS MINERALES NO METALICOS	3.67%	3.47%	3.94%	3.75%	4.34%	5.66%
METALES BASICOS FERROSOS	1.64%	1.29%	3.79%	4.25%	0.70%	1.18%
METALES BASICOS NO FERROSOS	0.25%	0.26%	0.09%	0.07%	1.33%	0.68%
PRODUCTOS FABRICADOS DE METAL (EXCEPTO MAQUINARIA Y EQUIPO)	1.51%	1.42%	7.34%	8.72%	10.02%	8.16%
MAQUINARIA NO ESPECIFICADA EN OTRA PARTE	2.84%	2.58%	3.49%	2.76%	5.42%	4.25%
MAQUINARIA DE OFICINA, CONTABILIDAD Y COMPUTACION	0.00%	0.00%	0.00%	0.35%	3.95%	2.68%
MAQUINARIA ELECTRICA	1.46%	1.79%	2.65%	2.26%	3.71%	3.98%
COMPONENTES ELECTRONICOS (INCLUYE SEMICONDUCTORES)	0.11%	0.10%	1.16%	0.87%	0.84%	0.64%
TELEVISION, RADIO Y EQUIPO DE COMUNICACIONES	0.15%	0.73%	0.04%	0.08%	0.12%	0.15%
INSTRUMENTOS MEDICOS, DE PRESICION Y OPTICOS, RELOJES Y CRONOMETROS	0.56%	0.50%	0.15%	0.35%	0.13%	0.10%
VEHICULOS DE MOTOR	32.88%	31.05%	51.03%	44.27%	11.68%	11.64%
BARCOS	0.04%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
AVIONES	0.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.02%
OTROS TRANSPOPRTES NO ESPECIFICADOS EN OTRA PARTE	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	0.25%	0.23%
MUEBLES	0.93%	1.08%	0.10%	0.09%	0.00%	0.00%
OTRAS MANUFACTURAS NO ESPECIFICADAS EN OTRA PARTE	7.17%	5.70%	0.90%	0.93%	0.39%	0.43%
RECICLAJE	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ELECTRICIDAD,GAS Y SUMINISTRO DE AGUA (SERVICIOS PUBLICOS)	3.77%	3.01%	0.09%	0.07%	0.61%	0.58%
CONSTRUCCION	0.63%	0.43%	0.18%	0.19%	0.00%	0.01%
SUMA:	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

GRADO DE PARTICIPACION EN EL GIDESP

1°
2°
3°
4°
5°

Casos de innovación basados en diseño en México, en los sectores de coincidencia de los perfiles tecnológicos para América de Norte.

Este anexo presenta el desarrollo de los estudios de caso de las empresas, tomando como criterio de selección que se encuentran en las ramas de actividad y sectores industriales que describen una coincidencia ó alineación con el perfil tecnológico para América del Norte. El objetivo de esta sección es contar con evidencia empírica de que los nichos de innovación en México responden con innovaciones tecnológicas basadas en diseño, tomando como insumos de conocimiento los que el perfil tecnológico de la región configura en una estructura de conocimiento identificable en un sistema de países articulados por sus estructuras industriales.

Organizaciones de estudio

PNT (Sectores Tecnológicos. IE y BC)

Año	Organización	Producto	Categoría
1999	**Probiomed.**	Fabricación de proteinas con tecnología de ADN	Industria pequeña
2000	**Laboratorios Sophia**	Productos oftalmológicos	Organización mediana Industrial
	TREMEC	Fabricación y diseño de transmisiones y equipos mecánicos	Organización grande industrial
2001	**CID**	Generación de tecnologias de especialidades químicas	Grande de servicios
2002	**DELPHI**	Investigación y desarrollo (automotriz)	Grande industrial
	CONDUMEX	Fabricación, Comercialización y servicios (mecánico auto partes)	Grande Industrial
2003	**CIAT**	Servicios de ingeniería y diseño	Grande Servicios
	CIATEQ	Investigación y desarrollo mecatrónica	Centro de investigación aplicada
2004	**Pfizer**	Investigación aplicada y comercialización de productos farmacéuticos	Grande Servicios

Nombre de la empresa: Instituto Nacional de Virología. BIRMEX.

Responsable del proyecto: Mtra. Ruth Velásquez.

Puesto: Gerente de I+D viral.

Ubicación: Prolongación de Carpio, Casco de Santo Tomás.

Artefacto: Vacuna Antipoliomielítica en células VERO.

Monografías de artefactos tecnológicos BIRMEX

Nombre de la empresa. Instituto Nacional de Virología. BIRMEX.
Responsable del proyecto Mtra Ruth Velásquez
Puesto. Gerente de I+D viral
Ubicación. Prolongación de Carpio, Casco de Santo Tomás
Artefacto: Vacuna Antipoliomielítica en células VERO

- **Modo de operación:** vacuna contra la poliomielitis tipo Sabin, uso como substrato celular los cultivos primarios de riñón de mono *Erythrocebus palas*
- **Problema:** Escalamiento Agotado, volumen de producción al límite Alto costo de los monos y problemas administrativos de importación. Seis meses para plantear una solución

Diseño de una vacuna aprovechando conocimiento difundido

- Buscar la vacuna de la Hepatitis C es similar a buscar la vacuna contra el SIDA No se sabían los avances, pero si se conocen las líneas de investigación en EUA.
- el Dr Carlos Robles, estableció con su equipo de trabajo que la línea de investigación primordial sería en proteínas recombinantes
- Búsqueda de mentes y espacio.
- Centro de investigación Edo De Mex y Junta de investigadores internacionales y nacionales

Modo de operación:

Empresa mexicana, creada para satisfacer parte de la demanda de vacunas virales por parte del sector salud, la empresa surge con financiamiento estatal; Desde 1972, se produce en el Instituto Nacional de Virología de Birmex, la vacuna contra la poliomielitis tipo Sabin, primeramente se utilizó como substrato celular los cultivos primarios de riñón de "mono Erythrocebus patas" y posteriormente se emplearon los cultivos secundarios de riñón de mono de la misma especie para la producción a escala industrial. Uno de los principales retos fue la optimización e incremento de la producción a gran escala, para ello se implementaron algunas técnicas y procedimientos propuestos por el personal del área de producción con la finalidad de aprovechar al máximo el tejido obtenido de un par de riñones y así aumentar el rendimiento en dosis de vacuna para cada par de ellos.

Problema:

Aunque el personal de producción había logrado establecer procedimientos adecuados para la optimización de la producción, estos se agotaron a si mismos hasta que no se pudo seguir optimizando el proceso, ni incrementar el volumen de producción. De igual modo, el alto costo de los monos y los problemas administrativos para su importación, asociados a la extinción de los mismos, puso en riesgo la disponibilidad del substrato celular para la producción de vacuna. Este problema fue planteado al personal de producción y se estableció un plazo de seis meses para tener una solución.

Proceso de innovación, a través del diseño de una vacuna aprovechando conocimiento difundido.

Se constituyó un equipo de investigación de veinte personas del área de producción, con cinco líderes de proyecto, el cual comenzó a trabajar con el laboratorio antirrábico, el cual dejó de tener una producción importante y entró en un proceso de mantenimiento.

Después de dos meses de trabajo, el Mtro. Pedro García propuso como línea de investigación el uso con fines de producción de células Vero ya que había tenido

conocimiento de estas células en visitas y trabajo para otros laboratorios en EUA y Aventis Pasteur, estas células son de origen epitelial obtenidas de riñón de mono verde africano, producto de manipulaciones genéticas en Japón y utilizadas por los principales laboratorios estadounidenses con fines de investigación básica. El proceso de producción y las características principales fueron publicadas en revistas de circulación internacional y en ellas se describía y estudiaban las características y cualidades de dichas células con fines de investigación experimental básica; El equipo de investigación propuso desarrollar el "proyecto de producción de Vacuna Antipoliomielítica en células Vero". Las investigaciones en este sentido tuvieron como resultado que al utilizar como substrato las células Vero, eran una línea perfectamente caracterizada y segura, la cual no representa ningún riesgo para el producto y ofrecía varias ventajas tales como: garantizar un substrato celular para la producción de la vacuna por muchos años; abatir considerablemente el costo referente al control de calidad debido a que no existía presencia de agentes adventicios, los cuales pueden estar presentes en los cultivos primarios de riñón natural de mono.

Formalización de un área de I+D.

Con las primeras conclusiones en el estudio de las células vero se demuestra que la producción es posible y se toma la decisión de los directivos de transformar parte de los laboratorios de producción de vacunas antirrábicas en un centro de I+D. En menos de un año se realiza el prototipo para la nueva vacuna a escala de laboratorio y en 2002 se implementa el proyecto en las áreas de producción. Los primeros lotes de esta vacuna a nivel de granel, son el producto activo concentrado y están listos para ser transformados en producto terminado, lo que permite a Birmex contar con la reserva suficiente para programar la producción de la nueva vacuna en fase de producto final.

Ventajas e impacto del nuevo artefacto.

El impacto de la transferencia del nuevo artefacto a las áreas de producción se ve reflejado en la disminución de los costos, ya que se eliminó la compra de los monos para producción, se disminuyó la concentración del suero utilizado de un 10% inicial a un 5%, disminuyendo el costo a la mitad del que se ejercía. Por otro lado se ha reducido a 0% el porcentaje de mermas, el cual durante los años anteriores era importante debido a los agentes adventicios que se presentaban cuando se utilizaban los monos importados de África para la producción de la vacuna.

El incremento de dosis por lote ha llegado a ser de 100 millones de dosis en promedio a nivel de granel monovalente, representado esto de manera general un incremento en el número de dosis producidas por cada granel (tipos 1, 2, y 3) utilizando el mismo control de calidad y abatiendo costos de producción, el costo de los insumos de una dosis de vacuna ha pasado de $1.95 a $0.02.

Estos son por ahora los principales impactos y beneficios logrados con esta nueva vacuna, lo que le permite a Birmex ser la única empresa mexicana capaz de producir y abastecer la demanda Nacional de esta vacuna cumpliendo no solo con especificaciones Nacionales, sino también Internacionales y proyectar en el futuro de la empresa, la exportación de la misma.

Las pruebas de estabilidad a –20°c permiten asegurar que esta vacuna mantiene sus condiciones durante tres años a esa temperatura, lo cual podrá ampliar su periodo de caducidad.

Encontrando lo que no se buscaba.

El establecimiento del centro de I+D, generó una capacidad de articulación de conocimientos difundidos en el diseño de nuevos artefactos. Tales como los siguientes:

Vacuna Antirrábica en Células Vero.

Una de las consecuencias inmediatas de la aplicación de la capacidad para articular conocimiento difundido, fue la aplicación del manejo y dominio de células Vero en otras vacunas conduciendo al desarrollo del "proyecto de producción de vacuna antirrábica humana en cultivo de células Vero" utilizando un sistema de producción celular en microacarreadores. Aprovechando la "puresa" del proceso con células Vero, Esta vacuna es altamente purificada, lo que significa que no tiene efectos secundarios o adversos como los que tenía la vacuna tipo Fuenzalida. Aprovechando el conocimiento en la eficiencia de proceso con células vero, se ha podo comprobar que la capacidad proyectada para la producción de la vacuna en células vero, permitiría a Birmex ser autosuficiente para abastecer la demanda Nacional de vacunación que se estiman en aproximadamente 300,000 dosis. Otro beneficio adicional sería que esta cobertura se realizará sin tener que importar dicha Vacuna. Es importante mencionar, que con la implementación del proyecto como tal, no solo se podría producir vacuna para uso humano, sino también para uso veterinario, cuya producción es de menor costo y su demanda en la actualidad, es de 12 millones dosis. Técnicamente el escalamiento podría llevarse hasta niveles de exportación.

Vacuna Haemophilus influenza tipo b, conjugada a toxoide tetánico. En el proceso de investigación y diseño de la vacuna antipoliomielítca con células Vero, se realizaron experimentos en los proceso asociados a la vacuna hemophilus influenza tipo b, conjugada a toxoide tetánico, el cual es uno de los biológicos incluidos en la elaboración de la vacuna pentavalente DPT-HB-Hib (vacuna contra la difteria, tos ferina, tétanos, Haemophilus influenzae b y Hepatitis B). Esta vacuna pentavalente forma parte de los esquemas de inmunización incluidos en la Cartilla de Vacunación de la población infantil mexicana. El conocimiento adquirido indirectamente al diseñar la vacuna antipolimielítica, proporcionó el dominio en una pieza fundamental de la vacuna pentavalente como artefacto independiente. Esta vacuna representa una oportunidad de

negocio para la empresa, ya que no esta incluida en la cartera de los productos elaborados por empresas mexicanas. Actualmente Birmex desarrolla en su laboratorio de I+D, una vacuna similar a la usada en EUA, Canadá, Australia y Europa del Este, el proyecto se encuentra en la transición de dos etapas:

1. Producción a nivel laboratorio y escala industrial de la vacuna conjugada Hib-TT.
2. Desarrollo de la combinación DPT-HB-Hib para la obtención de una vacuna que cumpla con las especificaciones internacionales vigentes y compita con los productos similares actualmente distribuidos en el país. La producción a nivel laboratorio y su escalamiento a nivel industrial es una fase que se ha desarrollado exitosamente y sólo requiere la producción de lotes para estudios clínicos de fase I, II y III que autoricen su uso en la población infantil mexicana. Una vez obtenidos los resultados de los estudios clínicos se procederá a la combinación de los diferentes componentes que permitan la producción rutinaria de la vacuna pentavalente.

Producción de Anticuerpos Monoclonales.

La creación de un área especializada en I+D para la obtención de nuevos artefactos, permitió la posibilidad observar y asimilar los procesos de Producción de Anticuerpos Monoclonales. Actualmente en todo el mundo se ha incrementado el uso de biomoléculas como: herramientas para la producción de agentes terapéuticos, profilácticos y de diagnóstico. Esto ha empezado a desplazar los antiguos métodos, debido a su bajo costo y alta especificidad. En el campo de las biomoléculas Birmex realiza experimentación científica de vanguardia, con la finalidad de obtener hibridomas que tengan la capacidad de producir anticuerpos monoclonales específicos para los virus de rabia y los tres serotipos de poliovirus (1,2,3). Utilizando como base estos anticuerpos se propone generar una nueva herramienta de apoyo a los demás proyectos, ya que los anticuerpos producidos contra las vacunas elaboradas permitirán aumentar la especificidad en algunas de las pruebas de control de calidad, así como también utilizarlos durante las etapas de purificación o simplemente como kits de diagnóstico. Esto representa una alternativa para

la vigilancia epidemiológica en nuestro país. Por otro lado la empresa tendrá la posibilidad de desarrollar nuevos proyectos a futuro para la producción de sueros hiperinmunes humanizados los cuales disminuyen significativamente las reacciones secundarias, en los pacientes. Los beneficios que aporta este proyecto en su etapa de producción serán: permitirle a Birmex desarrollar la tecnología de vanguardia requerida para mejorar el control de la calidad y disminuir tiempos en las diferentes determinaciones, lo que impactará positivamente en la reducción en los costos de producción. Birmex también tendrá la posibilidad de incrementar una serie de artefactos tales como kits de diagnóstico en su cartera comercial, lo que le permitirá aumentar su presencia en el mercado Nacional.

Nombre de la empresa: PROBIOMED SA de CV.

Responsable del proyecto: Dr. Carlos Robles U.

Puesto: Director de Planeación Estratégica.

Ubicación: Av. Ejército Nacional 499, 4° piso, Col. Granada, 11520, México, D.F.

Artefacto: Vacuna hepatitis C.

Monografías de artefactos tecnológicos PROBIOMED

Nombre de la empresa: PROBIOMED SA de CV.
Responsable del proyecto: Dr. Carlos Robles U.
Puesto: Director de Planeación Estratégica.
Ubicación. Av. Ejército Nacional 499, 4° piso, Col. Granada, 11520, México, D.F.
Artefacto: Vacuna hepatitis C

- **Modo de operación:** Empresa mexicana, dedicada a la producción de productos de uso terapéutico Aplicación de biotecnología y desarrollo de tecnología propia para fabricar heparina a partir de mucosa intestinal de cerdo. Actualmente la proyección estratégica del área de I+D, está dirigida a tres líneas de investigación: 1 Desarrollo y registro de nuevos artefactos alopáticos, 2 Nuevas formas farmacéuticas de artefactos ya registrados, 3 Incrementar el número de artefactos registrados con genéricos intercambiables
- **Problema:** Definición de las líneas de investigación de PROBIOMED y uso del financiamiento de CONACYT. ¿Buscando lo imposible?. Diseño de la vacuna contra la hepatitis C.

Encontrando lo que no se buscaba.

- Establecimiento de un centro de I+D.
- Vacuna antirrábica con células VERO.
- Vacuna Haemophilus influenzae tipo b, conjugada a toxoide tetánico.
- Producción de Anticuerpos Monoclonales. La creación de un área especializada en I+D para la obtención de nuevos artefactos, permitió la posibilidad observar y asimilar los procesos de Producción de Anticuerpos Monoclonales Actualmente en todo el mundo se ha incrementado el uso de biomoléculas como: herramientas para la producción de agentes terapéuticos, profilácticos y de diagnóstico.

Diseño de una vacuna aprovechando conocimiento difundido

- Equipo de investigación con personal de producción
- Uso del laboratorio antirrábico en mantenimiento.
- Propuesta de línea de investigación basada en el uso con fines de producción de células VERO producto de manipulación genética obtenidas de mono verde africano. (Mtro. Pedro García. Visitas y trabajo en laboratorios de EUA con fines experimentales y de I+D básica).
- Resultados: Producción exitosa de vacuna antipoliomielítca con células VERO,
  - Línea de reproducción caracterizada y segura,
  - Sustrato celular garantizado por varios años,
  - Reducción del costo de control de calidad e insumos
  - Nula presencia de agentes adventicios, presentes en células naturales de mono.
  - Disminución de suero utilizado del 10% al 5%
  - Costo de los insumos por dosis de $1.95 a $0.02

Modo de operación:

Empresa mexicana, dedicada a la producción de productos de uso terapéutico. Desde sus orígenes, PROBIOMED (entonces Proquifin), estableció fuertes vínculos con la biotecnología al desarrollar tecnología propia para fabricar heparina a partir de mucosa intestinal de cerdo. A partir de este primer logro, se creó un compromiso con la investigación y desarrollo de nuevos productos, dando lugar a proyectos continuos para desarrollar artefactos tales como: Interferonas, hormonas, vacunas, factores de estimulación de colonias. Todos estos artefactos son producidos por el área de biotecnología, la cual ha tenido el mayor crecimiento en la empresa. Actualmente la proyección estratégica del área de I+D, está dirigida a tres líneas de investigación: 1.

Desarrollo y registro de nuevos artefactso alopáticos, 2 Nuevas formas farmacéuticas de artefactos ya registrados, 3 Incrementar el número de artefactos registrados con genéricos intercambiables. A partir de partir de 1999, Después de ganar el Premio Nacional de Tecnología, se establece como parte de las prioridades estratégicas, incursionar en la investigación relacionada con medicina biotecnológica, parte de los incentivos fue el aprovechamiento de los incentivos de CONACYT para el diseño de nuevos artefactos.

Problema:

Aunque no era posible definir con claridad el artefacto tecnológico asociado al conocimiento biotecnológico de la empresa, en términos generales se conocían los retos en medicina basada en biotecnología a nivel internacional y los intentos para resolverlos, tales como la vacuna contra el SIDA o la hepatitis "C" para las cuales no existen antecedentes de éxito o artefactos que se acerquen a las soluciones. La dirección de planeación estratégica se planteó la pregunta mas difícil para la empresa hasta ese momento "¿qué buscar?" y en caso de definir esto, intrínsecamente se planteaba una pregunta aún mas complicada, "¿vale la pena invertir en la búsqueda de un artefacto que no han podido diseñar los laboratorios mas importantes y con mayores presupuestos en el mundo?", la respuesta para un director de Planeación estratégica fue clara: Si.

Proceso de innovación, a través del diseño de una vacuna usando conocimiento difundido.

Aprovechando los estímulos de CONACYT, se realizó una propuesta de I+D, para el diseño de una vacuna contra la hepatitis C, aunque se sabe que no existían artefactos exitosos en la búsqueda de esta vacuna, lo que si sabía eran las líneas de investigación que siguen las empresas dedicadas a encontrar esta vacuna.

Desde el principio el Dr. Carlos Robles, estableció con su equipo de trabajo que la línea de investigación primordial sería en proteínas recombinantes y se dedicó a establecer los vínculos con los principales científicos en México y el mundo que hubieran trabajado en

estas líneas de investigación. Paralelamente, se buscó un lugar en el estado de México donde se pudieran construir los laboratorios experimentales y la infraestructura para desarrollar los trabajos necesarios para el proyecto. El equipo de investigadores mexicanos fue alentado a establecer contacto directo con los principales investigadores en Brasil, Japón, así como Europa, y fueron invitados a visitar las instalaciones de Probiomed en México. Con el fin de lograr una estancia lo más prolongada posible, se construyó un área de estancia y se rentaron casas para visitantes en el nuevo centro de investigación en el Estado de México, logrando que algunos de ellos se quedaran a residir y formaran parte del equipo de investigación. Mantener a los investigadores trabajando en México habría sido imposible si no se les hubieran dado las condiciones para residir, trabajar y vivir en un ambiente adecuado.

Extendiendo la infraestructura del centro de investigación.

Con la llegada de los científicos extranjeros al centro de investigación, muy pronto se vio que no podía funcionar sin una relación directa con la comunidad donde se localizó el centro de I+D, de este modo parte de las inversiones fueron dedicadas a la comunidad, se invirtió en la construcción de las calles de acceso y formación de escuelas a nivel primaria, y secundaria, así como las instalaciones urbanas necesarias. Todo esto propició que también un grupo de investigadores mexicanos considerara la posibilidad de cambiar su residencia cerca del centro de I+D, lo que fomentó una interacción directa y transferencia dinámica de conocimientos con los científicos extranjeros.

La consolidación de este grupo de investigación promovió la vinculación con el área académica, y se participó en la creación de la maestría en biotecnología, en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos y actualmente mantiene un convenio de estrecha colaboración con esta institución. La finalidad del postgrado es crear científicos de alta calificación, especializados en áreas de interés para Probiomed y desarrollar la capacidad de investigación en el campo de la biotecnología.

Formalización de un área de I+D.

Aunque el objetivo principal fue diseñar la vacuna para hepatitis C, muy pronto se pudo ver que no se alcanzaría el objetivo ni en el mediano plazo, sin embargo se había generado el conocimiento y la experiencia necesaria para diseñar artefactos y fármacos que pudieran curar, prevenir y atacar muchos de los principales efectos de la hepatitis C. debido a que se trata de información estratégica de la empresa, no se revelaron las características de estos artefactos, pero son al menos seis lo que ya se encuentran en etapa de prueba para su venta en el mercado nacional, pero su impacto puede alcanzar la escala internacional.

Encontrando lo que no se buscaba.

El establecimiento del centro de I+D, generó una capacidad de articulación de conocimientos difundidos en el diseño de nuevos artefactos, en palabras del Dr. Carlos Robles, la empresa no invierte en I+D, si tiene menos del 40 %, pero tampoco mas del 90% de certeza en lo que se está buscando, esto permite contar con un cierto grado de incertidumbre, el cual brinda a los investigadores una libertad de maniobra para establecer las líneas de investigación que puedan desembocar en el diseño de artefactos tecnológicos aunque no fueran los que se buscaban.

Nombre de la empresa: DELPHI SA de CV.

Responsable del proyecto: Ing. Lorenzo Rodríguez.

Puesto: Director del Centro Técnico

Ubicación: Ciudad Juárez Chihuahua.

Artefacto: Flecha de dirección automotriz.

Monografías de artefactos tecnológicos DELPHI

Nombre de la empresa: DELPHI SA de CV.

Responsable del proyecto: Ing. Lorenzo Rodríguez

Puesto: Director del Centro Técnico

Ubicación: Ciudad Juárez Chihuahua

Artefacto: Flecha de dirección.

Modo de operación: Empresa establecida en Cd. Juárez México en 1995 con 714 empleados con dos funciones fundamentales 1) Utilización intensiva de ingeniería y disminución de costos de innovación y desarrollo Uso intensivo de recursos humanos, toda vez que la concentración de las divisiones les permite participar en diferentes proyectos, pero sobre todo disminuir los costos de innovación asociado a los salarios relativos de los ingenieros y el personal mexicano respecto al de EUA. 2) Construcción de moderna y compleja infraestructura tecnológica.

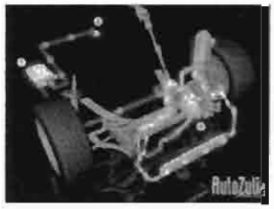
Problema: A partir de 2000, los artefactos diseñados por DELPHI, tales como flechas de dirección, requieren de análisis finito en uso y operación, la solución fue contratar empresas consultoras con un costo de cinco a diez mil dólares por análisis. ¿cómo "endogenizar" el proceso ?

Encontrando lo que no se buscaba.

- Establecimiento de un área de CAE.
- Descubrimiento de fallas y defectos en artefactos diseñados con anterioridad.
- Reducción en el tiempo de diseño, reducción del tiempo de análisis finito de 2 a 3 semanas a 2 o 3 días.
- Abatimiento de costos:
  - Menos prototipos y artefactos de prueba.
  - 150 análisis al año que costarían a precio de consultora entre cinco y diez mil dólares cada uno.

Diseño en Computational Aided Engineering. (CAE)

- El diseño de la flechas de dirección, no representaba un problema para los equipos de diseño, sin embargo este artefacto debía someterse a pruebas físicas y regresar al tablero de diseño con el costo implícito.
- Formación de un equipo de investigación y aprovechamiento de los conocimientos del Ing. Cervantes, análisis finito en moldes para inyección de plástico.
- Propuesta de doctorado en diseño de piezas automotrices, usando análisis finito y CAE.
- Formalización del área de CAE capaz de eliminar la necesidad de prototipos físicos.



Modo de operación:

Las funciones del centro Técnico Delphi Juárez, son reflejo de un proceso económico, tecnológio y organizacional muy específica que comienza con su inauguración en 1995 con 714 empleados con dos funciones y efectos fundamentales 1) Utilización intensiva de ingeniería y disminución de costos de innovación y desarrollo. Uso intensivo de recursos humanos, toda vez que la concentración de las divisiones les permite participar en diferentes proyectos, pero sobre todo disminuir los costos de innovación asociado a los salarios relativos de los ingenieros y el personal mexicano respecto al de EUA. 2) Construcción de moderna y compleja infraestructura tecnológica. Esto se produjo de acuerdo con los planes de expansión de cada una de las divisiones. En 1995 Delco-Remy terminó el traslado del área de ingeniería de sensores y actuadotes a México, la cual incluye ingenierías de diseño, producto, proceso y pruebas; laboratorios de ejecución y

durabilidad. En 1996 Delpi-Saginaw instaló laboratorios temporales de prueba y validación; Delphi E&C estableció en 1998 el laboratorio de desarrollo y métodos de proceso. Este mismo año Delphi-Harrison instaló laboratorios de empaque. En 1999 se inició la fase II del Centro. Ese mismo año Delhi-H estableció sistemas de manufactura global. En 2000 abrió los laboratorios de manufactura electrónica y pruebas y programas de cómputo.

Problema:

A partir del año 2000 el diseño de artefactos y componentes diseñados por Delphi, tales como las flechas de dirección, comenzaron a requerir análisis finito para determinar el comportamiento mecánico de los artefactos bajo condiciones específicas de operación, y fabricación, la solución inmediata fue contratar estos servicios con empresas de consultoría especializada, pero a un costo de $5,000 a $10,000 USdll. ¿Cómo endogenizar el proceso de diseño?

Proceso de innovación, a través del diseño en Computational Aided Engineering.

Una vez que se comenzaron diseñar los primeros prototipos para las flechas de dirección se pudo observar que la forma, funcionamiento y normas para la producción, no representaban mayor problema para el personal técnico, sin embargo no se podía saber el comportamiento mecánico del artefacto, hasta someterlo apruebas físicas montadas en los automóviles, el problema fundamental se basaba en que una vez que se detectaba algún problema en la geometría o resistencia del material, este tenía que volver hasta el área de diseño, con el incremento en costo que esto representaba. Se formó un equipo de investigación para resolver este problema y se incluyó al ingeniero Jorge Cervantes, el cual tenía experiencia en análisis finito aplicado al vaciado de aluminio en trabajos anteriores y había manejado algunos programas de ingeniería y diseño asistido por computadora. Para poder aplicar correctamente los conocimientos y mejor la formalización proyectos de la empresa se determinó que el Ing. Jorge Cervantes

formalizara un proyecto de investigación; esta propuesta terminó con la inscripción en un programa de Doctorado cuyo tema de investigación sería el diseño de piezas automotrices con análisis finito, para ello la empresa Delphi financiaría los estudios y materiales requeridos.

Formalización de un área Computational added engineering

Aunque el objetivo principal era resolver el diseño de la flecha de dirección se pudo montar un área de simulación e ingeniería asistida por computadora, capaz de utilizar algoritmos específicos a las condiciones y tipo de trabajo de los artefactos que la empresa Delphi diseña, El proyecto logró llegar al grado de un dominio de los sistemas de simulación y algoritmos, hasta el grado que el diseño de las flechas de dirección ya no se tuvo que construir un solo prototipo físico, el análisis era tan específico que se podía tener el equivalente a un laboratorio de pruebas en una computadora.

Encontrando lo que no se buscaba.

Los ejercicios teóricos y experimentales desarrollados en el programa del doctorado que el responsable del área estaba desarrollando, permitieron descubrir problemas en algunos artefactos construidos y diseñados anteriormente, por razones de discreción de la empresa no se especificaron cuales, pero algunos artefactos que la empresa había diseñado y probado con anterioridad, al analizar la pieza como parte de una ejercicio del doctorado, se descubrió que debido al ensamblaje de la pieza se generaban grietas y que al cabo del tiempo, crecían y que de hecho en un momento, las grietas llevaban al punto de falla a la piezas del artefacto, este diagnóstico se comunicó al área de producción y dudaron de los resultados, porque no se habían observado fallas aparentes. Se sometieron algunas piezas a pruebas específicas y se descubrió que en el 90% de las piezas aparecían estas grietas, pero no habían crecido, se demostró la existencia de micro grietas al observar las piezas a nivel microscópico. Todo este análisis condujo a la modificación de los procesos de ensamble y montaje, lo cual eliminó las grietas.

Otro de los beneficios del manejo del análisis finito en la empresa, fue la reducción en el tipo de respuesta, pasando de dos a tres semanas que tardaban los análisis a través de consultorías externas, a 2 o tres días. Actualmente esta área de la empresa pude realizar 150 análisis al año que costarían entre 5 y 10 mil dólares, con una inversión equivalente al financiamiento de dos doctorados, equipo de cómputo y programas. Lo cual no llega ni a una 10 parte del costo de los análisis realizados en el último año.

Nombre de la empresa: INJECTOCLEAN

Responsable Gral. Ing.

Puesto: Director general

Ubicación: Ciudad Juárez, México

Artefacto: Scanner de inyectores para la industria automotriz.

Monografías de artefactos tecnológicos INJECTOCLEAN

Nombre de la empresa: INJECTOCLEAN
Responsable Gral Ing
Puesto: Director general
Ubicación: Ciudad Juárez, México
Artefacto: Scanner de inyectores para la industria automotriz.

Modo de operación: Empresa mexicana que surgió como un taller de mantenimiento y reparación de automóviles, originalmente se reparaban los autos con sistema de carburación, pero a partir de la implementación del encendido electrónico y el sistema de inyección electrónica, el taller se vio en la necesidad de comprar e implementar el uso de scanner de diagnóstico para inyectores

Problema: En términos generales, los scanner funcionaban bien y la mayoría de los talleres en México los usan de manera cotidiana, sin embargo el futuro dueño de la empresa Inyectoclean, pensaba que el producto podía ser mejor, al menos en dos aspectos. tamaño y conectividad, comenzó a plantearse preguntas del tipo ¿Qué pasaría si?, ¿Qué pasaría si el scanner no necesitara conectarse al auto?. ¿Que pasaría si las instrucciones pudieran ser en español? Etc

Diseño de un artefacto usando conocimiento difundido.

- Uso de calculadoras gráficas y lenguajes de programación sencillos capaces de traducir la información en variables y gráficas. Se pudo tener un scanner del tamaño de una calculadora gráfica.
- Diseño de una nueva interfase de conectividad, uso de la tecnología bluetooth de periféricos para computadoras
- Uso de agendas personales y palm. Gran capacidad de almacenamiento y pruebas en marcha
- En 1993 se integra la tecnología de la inyección electrónica en el modelo sedán de VW, sin embargo en EUA, este modelo representaba menos del 1% del total de automóviles en aquel país, pero en México ascendía a poco mas del 15%,

Velocidad y ritmo del diseño de artefactos

- Establecimiento de dos empresas para producir scanners: inyección de plástico y diseño de tabletas electrónicas y programación.
- Diseñar sobre la base de hacer obsoletos los productos propios e integración de tecnologías y conocimiento difundido.
- Integración de tecnología difundida a nivel mundial, ejemplo uso de tecnología militar en acumuladores de corriente directa.

Modo de operación:

Empresa Mexicana que surgió como una taller de mantenimiento y reparaciones de automóviles, originalmente se reparaban los autos con sistema de carburación, pero a partir de la implementación del encendido electrónico y el sistema de inyección electrónica, el taller se vio en la necesidad de comprar e implementar el uso de scanner de diagnóstico para inyectores, naturalmente los equipos los desarrollaba y fabricaban empresas en EUA y los talleres los compraban en México. Con el uso cotidiano del scanner para diagnosticar la falla de los automóviles, fue muy claro que el principal problema era tener que conectar el automóvil al scanner, lo cual implicaba muchos movimientos en el taller, así como problemas al identificar la falla, ya que el auto debía

estar detenido para poder ser revisado, por otro lado el tamaño del aparato 80x40x100cm, y que las instrucciones y medidas estaban el sistema ingles complicaban su operación

Problema:

En términos generales, los scanner funcionaban bien y la mayoría de los talleres en México los usan de manera cotidiana, sin embargo el futuro dueño de la empresa Inyectoclean, pensaba que el producto podía ser mejor, al menos en dos aspectos: tamaño y conectividad, comenzó a plantearse preguntas del tipo ¿Qué pasaría sí?, ¿Qué pasaría si el scanner no necesitara conectarse al auto?, ¿Qué pasaría si las instrucciones pudieran ser en español? Etc.

Proceso de diseño de un artefacto como articulación de conocimiento difundido.

Uno de los principales retos al aventurarse a crear un nuevo scanner fue el tamaño, sin embargo, rápidamente se dio cuenta que muchos de los componentes eren similares a otros artefactos, incluso muy parecidos a los de una calculadora científica en los cuales incluso se puede realizar programación básica, en este sentido se comenzaron a realizar pruebas para instalar un software elemental capaz de traducir los datos en información de escaneo de inyectores, después de algunos intentos se obtuvo un dispositivo del tamaño de una calculadora con las mismas características que los scanners del mercado, sin embargo, aunque esto ya representaba una ventaja, la tendencia natural de los productos existentes en el mercado tendía a la reducción del tamaño, así que se pasó a la segunda parte del planteamiento del problema, asociado a la conectividad.

Alrededor de 1996, se comenzó a manejar la tecnología Bluetooth para algunos periféricos de computadoras, lo cual superaba el uso de puertos infrarrojos, con esta tecnología se realizaron pruebas de factibilidad y se pudo comprobar que el artefacto podía funcionar bien de manera inalámbrica y además con un sistema sencillo de software, traducir los datos y poderlos almacenar en una agenda. Con esta idea se realizó el primer prototipo y se comprobó su buen funcionamiento, con este prototipo se

participó en varias ferias de tecnología y surgió el primer contrato, con el cual se compraron calculadoras científicas para ser adaptadas y dispositivos bluetooth con el mismo fin.

Las ventas superaron las expectativas y se realizaron ventas no solo a nivel nacional, sino en estados unidos, donde incluso se le reconoció a la empresa con el premio "Top 20", siendo la primera empresa mexicana en ganarlo, aunque la razón social seguía siendo la del taller mecánico.

En menos de 5 años se estableció la necesidad de contar con un taller donde se desarrollaran modificaciones al artefacto, ya que comenzaba a ser imitado sobre todo en el mercado estadounidense, se desarrolló de manera incipiente un laboratorio de diseño y fabricación de tabletas electrónicas PDA e inyección de plástico para fabricar las carcasas con diseños propios. Durante tres años el nuevo taller se dedicó a la producción de los scanners hasta llegar al punto de consolidarse como dos nuevas empresas con sus propios clientes en el diseño de tabletas electrónicas e inyección de plástico, sin embargo esto no ha sido prioritario como una política de expansión de la empresa, la prioridad es diseñar y producir el artefacto principal de Injectoclean que es el scanner.

En 1993 se integra la tecnología de la inyección electrónica en el modelo sedán de VW, sin embargo en EUA, este modelo representaba menos del 1% del total de automóviles en aquel país, pero en México ascendía a poco mas del 15%, lo cual representó un nicho de oportunidad de venta, los modelos estadounidenses trataron de competir, pero se incorporó una programación que podía dar las instrucciones y resultados en español, y fueron desplazados. De igual manera se le agregaron otros modelos tales como el Chevy, Nissan, los cuales fueron modelos que no se vendieron bien en EUA.

Velocidad y ritmo de diseño de los artefactos.

Actualmente se plantea como estrategia general de la empresa, diseñar sobre la base de hacer obsoletos sus propios artefactos, en este sentido se ha podido determinar un "ritmo" de diseño, basado en la articulación de conocimientos y tecnologías difundidas.

Un factor clave es la participación y presencia en muestras tecnológicas y una actitud constante de combinar tecnologías difundidas, el más reciente proyecto está intentando integrar a los scanner una tecnología militar que el gobierno de EUA ha puesto a la venta para aplicaciones civiles, con la cual se puede saber con precisión, el momento en el que la batería de una automóvil fallará; se pretende que este nuevo scanner salga a la venta una vez que pierdan presencia en el mercado los productos que actualmente se vende en el mercado de EUA.

Nombre de la empresa: Maquinaria JERSA S.A de C.V.

Responsable Gral. Ing. Juan Vázquez Lombera.

Puesto: Director de I+D.

Ubicación: Naucalpan Estado de México

Artefacto: maquinaria para el procesamiento de productos agrícolas

Monografías de artefactos tecnológicos JERSA

Nombre de la empresa: Maquinaria JERSA S.A de C.V.

Responsable Gral. Ing. Juan Vázquez L.

Puesto: Director de I+D.

Ubicación Naucalpan Estado de México

Artefacto: maquinaria para el procesamiento de productos agrícolas

Modo de operación: La empresa surge a principios de 1980, gracias a que una empresa empacadora de chiles y jitomates, le propone al Ing Juan Vázquez, el diseño de artefactos capaces de procesar y envasar en latas metálicas sus productos, durante casi 20 años, el Ing. Juan Vásquez realizaba todas las tareas administrativas, mercadotecnia, diseño y supervisión de producción de todas las maquinaria.

Problema: A principios de 1999 la empresa comienza a tener un periodo de expansión acelerada, sin embargo el proceso de diseño y generación de prototipos se hace mas lenta y en cada caso se parte de cero para el diseño Además de eso, El Director general tiene que encargarse de las actividades directivas y administrativas de la empresa, así como de las creativas y de diseño del los nuevos proyectos y artefactos

Cambio organizacional para el diseño

- La empresa se plantea la posibilidad de aprovechar los incentivos del CONACYT y elabora un proyecto en tres etapas Etapa I, Formación de un Centro de Investigación y Desarrollo. Etapa II, Desarrollo de familias y modelos de productos y procesos. Etapa III., Sistematización de prácticas y desarrollo de nuevos productos.
- La formación de un comité de tecnología, representó para la empresa un cambio organizacional y cultural.
- la empresa se ve en la necesidad de contratar a un consultor tecnológico, para establecer mecanismos claros de crecimiento y consolidación tecnológica, generando documentos propios y manuales que puedan registrar los procesos de innovación, el objetivo final es consolidad identificación y documentación de las "mejores prácticas" para la innovación
- El diagnóstico tecnológico ha creado un mecanismo interno de dirección de empresa, identificando el sector del mercado en el que se encuentran y las condiciones que les pueden apropiarse de segmentos específicos del mercado con diseños propios.

Encontrando lo que no se buscaba.

- Etapa I. Desarrollo de familias y modelos de productos y procesos.
- Etapa II. Sistematización de prácticas y desarrollo de nuevos productos.
- Etapa III Centro de Investigación y Desarrollo

Modo de operación:

La empresa surge a principios de 1980, gracias a que una empresa empacadora de chiles y jitomates, le propone al Ing. Juan Vázquez, el diseño de artefactos capaces de procesar y envasar en latas metálicas sus productos, durante casi 20 años, el Ing. Juan Vásquez realizaba todas las tareas administrativas, mercadotecnia, diseño y supervisión de producción de todas las maquinaria.

Problema:

A principios de 1999, la empresa comienza a tener un periodo de expansión acelerada, debido a que varias empresas no solo nacionales sino también extranjeras buscaron los servicios de la empresa para el diseño de artefactos en el procesamiento de productos agrícolas, sin embargo el proceso de diseño y generación de prototipos se hace mas lenta y en cada caso se parte de cero para el diseño, es decir, casi todas las piezas tienen que

ser diseñadas una por una y una y aunque resuelven muy bien las necesidades del cliente implican mucho tiempo de diseño y prototipos. Además de eso, El Director general tiene que encargarse de las actividades directivas y administrativas de la empresa y además de las creativas y de diseño del los nuevos proyectos y artefactos.

Proceso de cambio organización para el diseño.

La empresa Jersa se plantea la posibilidad de aprovechar los incentivos del CONACYT y elabora un proyecto en tres etapas Etapa I, Formación de un Centro de Investigación y Desarrollo. Etapa II, Desarrollo de familias y modelos de productos y procesos. Etapa III., Sistematización de prácticas y desarrollo de nuevos productos. Aunque la empresa no tenía un plan establecido o la visión de cómo lograr las etapas si tenía claras dos cosas, que la empresa se encontraba en un punto donde la cantidad de proyectos distraían de las actividades de diseño al director general y que debía formarse un consejo tectónico para evaluar y dirigir la empresa. La formación de un comité de tecnología, representó para la empresa un cambio organizacional y cultural. Durante casi 20 de actividades de la empresa el Ing. Juan Vázquez fungió como Director General y Diseñador de las maquinarias que JERSA produce y vende a sus clientes directos, teniendo como consecuencia una diversificación de actividades y atención parcial de los asuntos administrativos de la empresa. Después de la conformación del comité, el Ingeniero Vázquez, puedo dedicarse de tiempo completo a diseñara y supervisar la construcción de las maquinarias y soluciones que JERSA produce.

Por primera vez, la empresa se ve en la necesidad de contratar a un consultor tecnológico, para establecer mecanismos claros de crecimiento y consolidación tecnológica, generando documentos propios y manuales que puedan registrar los procesos de innovación, el objetivo final es consolidad identificación y documentación de las "mejores prácticas" para la innovación.

La contratación de un asesor tecnológico Dr. Alejandro Ramírez, ha permitido definir estrategias y enfoques para la empresa en el sentido que lo plantean los organismos del gobierno federal, difundiendo una cultura y visión clara de la oportunidades que surgen al elaborar proyectos estratégicos de desarrollo tecnológico. Se ha planeado un plan de negocios parcial, debido a un proceso reestructuración reciente de la empresa.

El proceso de transición ha sido más largo de lo que la empresa se planteó al recibir el fondo de inversión, sin embargo se ha tomado la decisión de no apresurar el proceso de transformación organización, identificando un camino "natural" y propio al crecimiento de la empresa, evitando imponer una estructura artificial. De igual manera este cambio organizacional a logrado que el departamento de mercadotecnia, pase de ser un departamento de imagen y comercialización, a ser una parte de empresas que da seguimiento al desarrollo de empresas competidoras y seguidoras, como una manera de posición a la empresa en el mercado. Se han definido mecanismos claros de comercialización y posicionamiento de la empresa en el mereado.

De la especulación al sistema y formalización.
La empresa está desarrollando un sistema de cálculo estimación y presupuesto, basado la integración de programas de cómputo, aprovechando la producción de diseños y maquinarias desarrolladas a lo largo de los últimos 5 años. Ello ha permito tener una respuesta rápida ante los clientes y desarrollar propuestas de diseño con mayor rapidez. De igual manera, ahora se pueden coordinar con claridad las diferentes etapas del proceso de diseño y producción. Se conocen mejor los procesos internos de análisis, presupuesto, diseño y producción.

La instrumentación de sistemas de gestión tecnológica ha difundido la idea de participar y "ganar" el PNT, configurando patrones organizacionales encaminados a la producción propia de sistemas tecnológicos basados en el diseño de maquinaria y equipo de alta

calidad e impacto tecnológico llegando a establecer la sistematización y documentación de las máquinas que la empresa había desarrollado durante 20 años identificando y definiendo la información necesaria de especificaciones, ingeniería de detalle e información para manufactura, de 7 familias y 21 modelos de productos. El desarrollo de familias de productos, ha permitido el diseño de 3 nuevos productos, partiendo de maquinarias anteriores. Deshidratadora de nopal, Despatadora de chiles y Rebabeadora de altas velocidades para embases de plástico.

El diagnóstico tecnológico ha creado un mecanismo interno de dirección de empresa, identificando el sector del mercado en el que se encuentran y las condiciones que les pueden apropiarse de segmentos específicos del mercado con diseños propios.

Encontrando lo que no se buscaba.

Aunque lo único que se buscaba al iniciar el proyecto era poder atender al diseño y producción de los artefactos que se le solicitaban a la empresa, se tuvieron los siguientes beneficios en tres etapas en un proceso que ha durado cinco años.

Etapa I. Desarrollo de familias y modelos de productos y procesos.

Documentación (especificaciones. Incluyendo ingeniería de detalle e información para manufactura, de 7 familias y 21 modelos de productos.

Planeación e inicio de la reestructuración de la estrategia de comercialización y producción de la empresa de acuerdo a las familias y modelos de productos.

Integración de sistemas de diseño y manufactura asistidos por computadora para la documentación, mejora y producción de las familias y modelos.

Sistema para estimación de costos y generación de propuestas.

Sistema de mercadotecnia (conocimiento de clientes y mercado)

Creación de un comité de tecnología integrado por principales directivos de la empresa que planeé y vigile la implantación de un sistema de gestión tecnológica en JERSA.

Inicio de un área de sistemas que incorpore la función de manejo, seguridad y respaldo de información relevante.

Inicio de un área de desarrollo que cuente con infraestructura para realizar diseño auxiliado por computadora, diseño industrial y ergonomía, inicialmente esta también será el área responsable de la implantación de un sistema de gestión tecnológica.

Desarrollo de modelos de productos con el IPN y la UNAM.

Desarrollo de dos tesis de licenciatura.

Desarrollo de dos tesis de maestría.

Inicio de una tesis de Doctorado, avance del 30%

Estancia de dos investigadores en JERSA, 6 semanas.

Participación como ponentes en congresos.

Etapa II. Sistematización de prácticas y desarrollo de nuevos productos.

Implantación de la reestructuración de la estrategia de comercialización y producción de la empresa de acuerdo a las familias y modelos de productos.

Avance en la incorporación del sistema de gestión tecnológica.

Sistemas que integren la información de diseño, función costo y manufactura de las siete familias de los 21 modelos de productos desarrollados por JERSA.

Paquete para (FEA) Cálculo mediante elementos finitos

Paquete para (DFMA) Diseño para ensamble y manufactura.

Paquete de animación de componentes y módulos de máquinas

Sistema para medición de competitividad (benchmarking)

Área de propiedad intelectual.

Área de metrología y pruebas.

Proyectos con la UNAM y el IPN. Sobre el análisis por elementos finitos y la manufactura avanzada de los modelos de productos desarrollados.

Desarrollo de dos tesis de licenciatura.

Desarrollo de dos tesis de maestría.

Inicio de una segunda tesis de doctorado.

Desarrollo de una manual para el desarrollo de productos bajo especificación del cliente a partir de los modelos de productos JERSA.

Participación como ponentes en seminarios y congresos.

Etapa III Centro de Investigación y Desarrollo

Sistema integral de gestión tecnológica implantado en la empresa.

Centro de investigación y desarrollo tecnológico JERSA (CIDETEJ).

Desarrollo Del plan de negocios para el DIDETEJ.

Inicio de proyecto de producto innovador desarrollado conjuntamente con UNAM o IPN.

Desarrollo de dos tesis de maestría.

Inicio de una tesis de Doctorado

Participación como ponentes en conferencias internacionales y congresos.

Publicación de artículos en revistas

Trámite de cuatro patentes.

Nombre de la empresa: Lito Corrugados SA de CV.
Responsable del proyecto: Ing. Gabriel Rios.
Puesto: Gerente de diseño de productos
Ubicación: Poniente 152 # 693, Col. Ind. Vallejo 02300.

Artefacto: Cajas de Microcorrugado flauta E.

Modo de operación:
La empresa es fundad en 1971, para procesar y distribuir papel y cartón en general, para ciertos usos en cajas de cartón y separadores de cajas de huevo, tomando en consideración que el cartón y en general el papel podía ser comprado a muy bajo costo se decidió invertir en una maquina suajadora, para poder premarcar dobleces en la hojas de cartón corrugado y con ello formar cajas o separadores de diferentes formas y tamaños.

Hasta 1984 las cajas eran realizadas a partir del tamaño de la hoja de cartón en múltiplos de 61 cm, y eran distribuidas sin muchas restricciones en cuanto a calidad, forma o colores, normalmente el comprador pegaba etiquetas sobre las cajas para identificar y vender el producto.

Para principios de 1997, las empresas comienzan a pedir cajas de mejor calidad y capaces de contener productos para exportación, las cuales puedan contener los productos y tener menos peso. De igual manera las empresas compradoras de los productos solicitan que las cajas sean elaboradas en un material distinto al cartón corrugado simple y usar materiales más resistentes y sobre los que se puedan hacer impresiones a colores del contenido de los productos.

Problema:

Ante los cambios en la dinámica de exportación de las empresas y el establecimiento de fábricas maquiladoras que requerían de enviar sus productos al extranjero, la empresa continúo fabricando las cajas solo para el consumo nacional, específicamente cajas de huevo, hasta que la introducción en el país de nuevas empresas productoras de huevo cambió radicalmente la manera de empacar y presentar los productos, ante esta situación la empresa se vio en la necesidad de establecer un equipo de trabajo para plantear alternativas ante este nuevo contexto

Después de analizar la situación de la empresa y la manera en la que los productores extranjeros de cajas para empaques de huevo se desarrollaban, formularon dos opciones de contingencia, por un lado, se podía considerar la opción de reorientar la empresas hacia en reciclado de papel y carón para poder producir láminas de cartón corrugado orientado al consumo nacional. La otra alternativa, aunque mas riesgosa, era intentar elaborar empaques con las características que los nuevos consumidores planteaban.

Se tomó la determinación de formar dos equipos para intentar reorientar la empresa, en el caso del equipo que buscaría elaborar nuevos embases de cartón, se contrató al Licenciado en Diseño Industrial, Ricardo Castellanos, el cual había trabajado en el diseño de contenedores y plataformas de madera para la industria de cartón. La meta era determinar en menos de 6 meses si sería factible fabricar los nuevos embases.

La experiencia que tenía el Lic. Castellanos, le había permitido conocer un material denominado "microcorrugado o corrugado faluta E" el cual es fabricado en hojas de 1.4mm de alto, siendo muy ligero y resistente en el caso de fabricación de cajas plegadizas, además de ser ideal para cualquier tipo de impresión con la más alta calidad.

Cuando se comenzó a desarrollar este proyecto, se integraron algunos otros trabajadores de la compañía que habían tenido experiencia en diseño gráfico y diseño de pastas para encuadernar.

Pasados los seis meses, se pudieron establecer al menos dos prototipos de empaques multiusos para embase de productos en tamaños estandarizados y homogéneos tales como huevo, y paquetes de galletas y piezas automotrices.

Encontrando lo que no se buscaba.
Los primeros contratos se establecieron con la industria automotriz para embasar partes para frenos y balatas, las cuales aunque cambiaran de tamaño, podían ser acomodadas en el mismo empaque con solo cambiar la posición de los separadores, este tipo de cajas requerían de una impresión simple sobre la caja, para indicar la marca del producto y las características técnicas con impresión litográfica en dos colores. Muy pronto la industria pidió la aplicación de más de dos colores en la impresión y se compraron maquinas capaces de manejar 4 tintas y obtener impresiones en gamas amplias.

Lo anterior permitió incursionar en nuevos mercados como el editorial con el diseño de cajas contenedoras de colecciones de libros infantiles y cajas para galletas. Las nuevas experiencias, llevaron hasta el desarrollo de contenedores y exhibidores de producto como los de Gamesa.

Bibliografía.

- Abel A. & J. Eberly (1999) "The Effects of Irreversibility and Uncertainty on Capital Accumulation"; Journal of Monetary Economics, Vol. 44, no. 3 (December 1999): 339-377
- Amable, B., T. Barré and T. Boyer, 1997. Les Systèmes d'Innovation à l'Ere de la Globalisation, Paris, Económica.
- Ansoff, H.I. & Stewart, J.M. (1967). "Strategies for a technology-based Business". In: Harvard Business review, 45, Nov/Dec.:71 –83
- Aproaches to Population Thinking and the problem of Growth and Development" in Dopfer, K. (ed) (1976).
- Arthur, B. (1989) "Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events", The Economic Journal; Vol.99 (1989), pp. 116-131.
- Bagú Sergio (1979), "El Tiempo en la realidad social", en Tiempo, Realidad social y conocimiento, Siglo XXI, México, pp. 104-119.
- Baldwin, Carliss & Clark Kim. (2000) Design Rules Ed MIT..
- Campbell D (1977), "Epistemología Evolucionista" en S. Martinez & L.Olivè, Epistemología Evolucionista; Paidos –UNAM; México.
- Cimoli M. y Katz J. 2001. "Structural reforms, techmiligical gaps and economic development. A latin American perpective, Working paper prepared for the DRUID.
- Dutrénit, G y Capdevielle M. El perfil Tecnológico de la Industria Mexicana y su Dinámica Innovadora en la Decada de los Ochenta. 1993. El trimestre económico Vol LX (3). Mexico Julio- Septiembre de 1993.
- Chabaud, D. (2000) "Asset Specificity, Work Organization and Mode of Command: First Insight from the Automotive Industry": in Ménard C. (2000).
- Chesnais F., 1995 in Hagerdoorn, 1955
- Cohen, W. and Levinthal, D. Innovation and learning: the two faces of R&D. The Economic Journal September 1989. Printed in Great Britain.

- Dahmen , E. 1988. Development blocks in industrial economics, scandinavian Economic Review.
- David P. (2001) "Path Dependence, Its critics, and the Quest for "historical Economics"". In In Garrouste P. & S. Ioannides (2001) Evolution and Path Dependence in Economic Ideas: Past and Presen; Edward Elgar: USA.
- David P.(1997) "Path Dependence. Its Critics, and the Quest for "Historical economics", Keynote Address, European Association for Evolutionary Political Economy, Athens.
- Dawkins Richard (1993): El Gen Egoísta: las Bases Biológicas de Nuestra Conducta; Salvat; España.
- Del Castillo (1996), "El nuevo institucionalismo en el análisis organizacional: conceptos y enunciados explicativos", Documentos del trabajo, CIDE, no. 44, pp. 34.
- Dollar, D. y E.N. Wolf, 1993. Competitiveness Convergence and international specialization, Cambridge MA MIT Press.
- Dosi 2002, en Dutrenit G. Garrido C. Y Valenti G. Sistema Nacional de Innovación Tecnológica, Temas para el debate en México.
- Dosi G. C. Freeman and S Fabiani, 1994. The process of economic development: Introducucing some stylized fats and theoris on technologies, firms and the institutions, industrial and corporate change, 3, pp. 1-45.
- Dosi, G. & Soete, L. (1988) "Technical change and international trade". En Dosi G; et al. Technicall change and economic theory. Printer Publishers. London.
- Dosi, G. (1982) "Technological paradigms and technological trajectories. A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change". Research policy, vol. 11, pp. 147-162.
- Dosi, G. (1989). " Inovación, difusion y dinámica industrial". En Chudnovsky, D. y Del Bello, J.C. Las economías de Argentina e Italia . FCE, Buenos Aires.

- Dosi, Giovanni. Keith Pavitt and Luc Soete. (1990) The economics of technical change and international trade. New York: Harvester Whestsheaf, cap. 1 pp. 1-13; cap. 6 pp. 141-191.
- Elías Norbert (2000). Sobre el Tiempo; FCE, México.
- Fagerberg I. 1994. Technology and international diferences in growth rates. Journal of Economic Literature 32, pp. 1147-1175.
- Fine H. Ch. (2000) El Nuevo Ciclo Empresarial: Ventajas Competitivas en la Era de la Velocidad. Paidos; España.
- Forbes, N. (1991). Should Developing Countries do Science? Working paper, Program in Science Technology and Society, Stanford University.
- French Davis, T. y S Griffith, 1995, "Las nuevas corrientes financieras hacia la América Latina", Fondo de Cultura Económica.
- Fujimoto, T. (1999). The evolution of a manufacturing system at Toyota. New York. Oxford University Press.
- Fulkner Wendy (1994). Conceptualizing Knowledge used in innovation: a Second look at the Science-Technology distinction and industrial innovation. Ed. Science, Technology & Human values, Vol 19 No. 4, 1994, pp. 425-458 1994 Sage Publication Inc.
- García A., Lara A. & Taboada E.(2003) Cooperación Inter-firma y Costos de Transacción: Dos Visiones.(mimeo); Universidad Autónoma Metropolitana; México.
- Ghemawat P. (1991) Commitment: The Dynamics of Strategy, Free Press, New York.
- Gould J. S. (1987) Times`s Cycle, Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- Gould J.(1993), "Eight Little Piggies Reflections", en Natural History, W.W. Norton & Company, New York.
- Gould S. Jay (1987) La Flecha del Tiempo; Alianza Universidad; España.
- Hammer, M. & Champy, J. (1993). Reengineering the Corporation. New York: harper Collins Publishers.

- Hobday, Michael (1996). Complex System vs Mass Production Industries: A New Innovation Research Agenda. Working paper, Sussex University Press.
- Hodgson G.,(1993-94) Corporate Culture and the Nature of the Firm", Judge Institute of Management Studies Working paper No. 14, Cambridge. University of Cambridge.
- Hodgson M. Geoffrey (1997) "The Ubiquity of habits and Rules"; Cambridge Journal of Economics; 21; 663-684.
- Jolink, A. & J. Vromen (2001) "Path Dependence in Scientific Evolution". In Garrouste P. & S. Ioannides (2001) Evolution and Path Dependence in Economic Ideas: Past and Presen; Edward Elgar: USA.
- Joskow, Paul (1996) "La Especificidad de los Activos y la Estructura de las Relaciones Verticales" en Williamson O. & S. Winter (1996) (Compiladores).
- Krugman, P. (1990). "A model of innovation technology transfer and the world distribution of income" Rethinking International Trade, The MIT Press, Cambridge Mass. Cap. 10. pp 152-165.
- Kuhn (2000) La estructura de las Revoluciones Científicas; FCE; México.
- Langlois, Richard N. (2001). Working paper, The University of Connecticut.
- Lewis, j. & Weigart A. (1981) "The Structures and Meanings of Social Time". In: Social Forces, 60: 432 – 462.
- Loasby (1999).Knowledge, Institutions and Evolution in Economics, London:Routledge.
- Loasby, Brian,(2003)"Tiempo, conocimiento y dinámicas evolutivas: por qué las conexiones tienen importancia"; Análisis Económico 38 (2003): 157 – 182.
- Lundvall BA (ed) 1992. National Systes of Innovation. Toward a theory of innovation and interactive learning, London, Francis Printer.
- Malerba F. y Orsenigo Luigi: The dynamics and evolution of industries. Oxford University press.
- Malerba, F,. 1999. "Sectoral systems of innovation and production". Mimeo, Mayo Boccony University press.

- Masten, S., J. Meehan & E. Snyder (1991), "The Cost of Organization", Journal of Laww, Economics and Organization, 7(1), 1-27.
- Mayr E, (1976) Evolution and the Diversity of Life; Cambridge, Mass., The Belknap Press; Harvard University Press.
- Mier Raimundo 2002, "El Método como Discurso" Working paper.
- Nelson (1993). "National Innovation Systems. A comparative analysis", Oxford University press, New Cork, Oxford.
- Nelson R & S. Winter.(1982), An Evolutionary Theory of Economic Change (Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- Nelson R. 1996, The sources of economic growth, Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Nelson T.T. (ed). 1993 National Innovation Systems, Oxford, Oxford University press.
- Nonaka I & H. Takehuchi (1999), La Organización creadora del conocimiento, Oxford University Press, México.
- North, Douglass. (1996). ESTRUCTURA Y CAMBIO EN AL HISTORIA ECONÓMICA. Ed. Alianza Universidad.
- Patel, P. And K. Pavitt, 1991. Large firms in the production of the words technology: an important case of "non-globalization", journal of international Business studies, 22, pp. 1-21.
- Penrose Roger. (1996): La Mente Nueva del Emperador: En torno a la Cibernética, la Mente y las Leyes Físicas; FCE, México.
- Penrose, E.T. (1959) The Theory of the Growth of the Firm, Oxford, Basil Blackwell.
- Perrin, Jacques (1991). Engineering, Design services, and Technology Transfers: Te cause of the republic of South Korea. En: Technology and National Competitiveness, Edited by Niosi Jorge, 1991. McGill-Queen's University Press 1991.
- Perrin, Jacques (2001) "Concevoir l'innovation industrielle" CNRS ÉDITIONS Paris.

- Pindyck. Robert S., (1988) Irreversible Investment, Capacity Choice, and the Value of the Firm, American Economic Review, 78, 5 (December 1988), 969-985.
- Porter, M. E. (1980). Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. New York, London: Free Press.
- Porter; (1993) Estrategia Competitiva. CECSA; México.
- Potts J.; (2003)"El conocimiento y los mercados"; Análisis Económico 38 (2003): 183 – 208.
- Potts, Jason.(2000) The New Evolutionary Microeconomics, Complexity, Competence and Adaptative Behaviour; Cheltenham: Edward Elgar.
- Prigogine I (2000). El Tiempo y el Devenir; Gedisa; España.
- Prigogine N. & e I. Prigogine. (1977) Self-Organization in Non Equilibrium Systems, New York, Wiley.
- Prigogine, I. (1996) La Fin des Certitudes, Odile Jacob.
- Prigonine I. (1980) Physique, Temps et Devenir, Masson, Paris.
- Rorty, Richard. (2001) ¿Esperanza o conocimiento?. Una introducción al Pragmatismo. FCE, México.
- Shapiro C. & Varian (1998) Information Rules: A Strategic Guide to the Network Economy, Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts.
- Simon (1988), El Comportamiento Administrativo, Editorial Aguilar, Argentina, 337.
- Simon A. Herbert (1962), "The Architecture of Complexity", Proceedings of the American Philosophical Society, 106 (6), December, 467 – 82.
- Simon A. Herbert (1989)Naturaleza y Límites de la Razón Humana; FCE; México.
- Soete 1997, The Challenges of Innovation, Seville, IPTS Report, September. Soskice, D. 1993. Innovation Strateies of Companies: A Comparative Institutional Explanation of Cross-Countries Differences, Berlin, Wissenschaftszentrum, Working Paper.
- Towner, S.J. (1994). Four Ways to Acelérate New Product Development. In:Long Range Planning, 27, No. 2:57-65

- Trigilia Carlo (1991), "Economía de los costos de transacción y sociología: ¿cooperación o conflicto?", en Sociología del Trabajo, Nueva Época, no. 12, primavera, pp. 123-158.
- Vandenberg Paul (1997), "North and Williamson on institutions: complements and differences", SOAS Economic Digest, January, issue 1, no. 1, pp. 5.
- Vergrant Philip J. (1998) El modelo social de las innovaciones industriales, Working paper, Organización de Estados Americanos.
- Vergrant Philip J. (1998) El modelo social de las innovaciones industriales, Working paper, Organización de Estados Americanos.
- Verspagen B., 1993. Uneven Growth between interdependent economies. An evolutionary view on technology gaps, trade and growth, Maastricht, University of Limburg, Maastrich University Press.
- Walerstein E. (1999) La imagen global y las posibilidades alternativas de la evolución del sistema mundo, 1945-2025. En REVISTA MEXICANA DE SOCIOLOGÍA 2/99Ed. UNAM. Vol. 61, num 2 abril-junio 1999, México D.F.
- Wiebe E. Bijker, Thomas P. Hughes 1984. The social construction of technological system. New directions in the sociology and History of technology. The MIT. Press, Cambridge, Massachusetts. London England.
- Williamson O & S. Winter (Edited) (1996) La Naturaleza de la Empresa: Orígenes, Evolución y Desarrollo; FCE, México
- Williamson O.(1996), "Comparative economic organisation: the analysis ofdiscrete structural alternatives", en Mechanisms of governance, Oxford University Press, pp. 93-119.
- Zerubavel (1981)Hidden Rhythms – Schedules and Calendars in Social Life. Chicago, London: Chicago University Press.