



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración

Desarrollo de capacidades tecnológicas para el diseño electrónico en productos en Pymes de la Zona Metropolitana de Guadalajara.

Tesis

Que para optar por el grado de:

Doctor en Ciencias de la Administración

Presenta:

Gustavo Miguel Guillemín Franco

Tutor Principal:

Dra. Estela Ruiz Larraguivel

Facultad de Contaduría y Administración

Dra. María Josefa Santos Corral

Facultad de Contaduría y Administración

Dra. Patricia Mercado Salgado

Facultad de Contaduría y Administración

México, D.F., mayo de 2014

Índice

Introducción	9
Capítulo 1	
1.- La industria electrónica en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG): Importancia, historia y retos	19
1.1.- Antecedentes históricos	20
1.2.- Industria electrónica: Tamaño económico	21
1.3.- La industria electrónica en México	28
1.4.- La industria electrónica en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG)	36
1.5.- Las Pymes con capacidades de diseño electrónico en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG)	44
Capítulo 2	
2.- Marco teórico del desarrollo de capacidades tecnológicas	52
2.1.- La administración de la tecnología	52
2.2.- Capacidades tecnológicas	57
2.2.1.- El papel de las capacidades tecnológicas en el desarrollo económico	61
2.2.2.- Taxonomía	62
2.2.3.- Procesos de desarrollo de capacidades tecnológicas	68
2.3.- Enfoques para el estudio del desarrollo de capacidades tecnológicas	72
2.3.1.- El Sistema Nacional de Innovación (SNI)	73
2.3.2.- El rol del capital social en el desarrollo de capacidades tecnológicas	79
2.3.3.- Identificación y desarrollo de capacidades clave	83
2.4.- El emprendedurismo como condición esencial para el impulso de capacidades tecnológicas	84
2.5.- Las capacidades tecnológicas como resultado de un sistema multidimensional	90

Capítulo 3

3.- Desarrollo de capacidades de diseño electrónico en las Pymes de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG): Marco metodológico, antecedentes y trayectorias	91
3.1.- Marco metodológico	91
3.1.1.- Generalidades del estudio de casos múltiples	92
3.1.2.- Selección de los casos y sujetos participantes	97
3.1.3.- Recolección de datos primarios	100
3.1.4.- Análisis cualitativo de datos	101
3.2.- Desarrollo de capacidades tecnológicas en los casos estudiados: Antecedentes y trayectoria	104
3.2.1.- Formación y trayectoria del Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS)	105
3.2.2.- Intel en Guadalajara (antes TDCOM) y su trayectoria derivada de la adquisición de una Pyme	108
3.2.3.- Identificación y desarrollo de capacidades clave en BEA	109
3.2.4.- La influencia del Sistema Nacional de Innovación (SNI) en el caso Mixbaal	114
3.2.5.- Formación y trayectoria de Bunker, un caso de éxito regional	117
3.2.6.- ASCI: Un caso derivado de la industria transnacional localizada en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG)	120
3.2.7.- La trayectoria de ATR como un ejemplo de tecnología de vanguardia	123
3.2.8.- Las Pymes en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) y sus trayectorias en el desarrollo de capacidades tecnológicas	126

Capítulo 4

4.- Habilitadores en el desarrollo de capacidades tecnológicas de diseño electrónico en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG)	128
4.1.- El capital social en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) y su participación en el desarrollo de las capacidades tecnológicas	129
4.1.1.- La construcción de redes de relaciones como un proceso a través del tiempo	137
4.2.- El Sistema Nacional de Innovación (SNI) y su papel en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG)	139

4.2.1.- Las instituciones de educación superior (IES) es como proveedoras de capital humano	142
4.2.2.- Las instituciones de educación superior (IES) y su participación activa en el desarrollo de Pymes con capacidades tecnológicas	143
4.2.3.- El papel del gobierno y las cámaras en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG)	145
4.2.4.- El Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS) y su rol clave en el incremento de capacidades de la región	152
4.2.5.- Las multinacionales y los beneficios de "spill over"	153
4.3.- Capacidades tecnológicas claves y su desarrollo	156
4.3.1.- El desarrollo de múltiples capacidades claves	162
4.4.- El emprendedurismo como una condición " <i>sine qua non</i> "	165
4.5.- Los habilitadores en el desarrollo de capacidades de diseño electrónico en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG)	166
 Capítulo 5	
5.0.- Inhibidores, retos y recomendaciones para el desarrollo de capacidades de diseño electrónico en las Pymes de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG)	168
5.1.- El capital social, su relación con el crecimiento de las Pymes con capacidades de diseño electrónico en la región	169
5.2.- Fortalecimiento del Sistema Nacional de Innovación (SNI) y su impacto en la región	172
5.2.1.- Las instituciones de educación superior (IES) y su papel en la formación de recursos humanos	173
5.2.2.- Las instituciones de educación superior (IES) y su rol en el fortalecimiento del Sistema Nacional de Innovación (SNI) en la ZMG	178
5.2.3.- El papel del gobierno y los mecanismos de apoyo financiero para el fortalecimiento del Sistema Nacional de Innovación (SNI) en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG)	180
5.2.4.- Las cámaras (Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías –CANIETI- y la Cadena Productiva de la Electrónica – CADELEC-) y su rol dentro del SNI en la ZMG	188
5.2.5.- El Sistema Nacional de Innovación (SNI) y los retos en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG)	188
5.3.- La detección de capacidades tecnológicas claves	190
5.4.- Detonando el emprendedurismo formal orientado al diseño electrónico en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG)	191
5.5.- El caso de DSP Projects	194

5.6.- Contraste de los casos en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) con otras regiones	196
5.7.- La Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) y sus retos en el desarrollo de Pymes con capacidades de diseño electrónico	198

Capítulo 6

6.- Conclusiones y recomendaciones	201
6.1.- La participación del Sistema Nacional de Innovación (SNI) en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG)	203
6.2.- El capital social y el potencial de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG)	206
6.3.- Identificación de “capacidades claves” en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG)	207
6.4.- Recomendaciones finales	210
Bibliografía	216
Anexo I	224
Índice de acrónimos	227

Índice de Figuras

1: Composición del intercambio comercial mundial	21
2: Evolución de la Industria Electrónica en México	23
3: Producción de la Industria Electrónica en México, 2001-2004	25
4: Productos Exportados, 2001	25
5: Crecimiento de la Industria Electrónica en Jalisco (1996-2007)	26
6: Número de empleos generados por la Industria Electrónica en Jalisco	27
7: Montos de inversión en Jalisco de la Industria Electrónica	27
8: Distribución salarial de la ZMG	28
9: Participación de las exportaciones de productos de manufactura de alta tecnología	32
10: Etapas del desarrollo de capacidades tecnológicas	33
11: Porcentaje de gastos de I+D por fuente de financiamiento, 1993-2005	35
12: Principales empresas electrónicas establecidas en la ZMG	41
13: Industria Electrónica en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG)	43
14: Cantidad de recursos humanos dedicados al diseño	45
15: Número de patentes históricas para varios países	48
16: Calendario Azteca de la administración de tecnología	54
17: Administración de la tecnología	55
18: Mecanismos para el desarrollo de capacidades y adquisición del conocimiento.	70
19: Sistema de Innovación	76
20: Modelo de la medición de la innovación	78
21: Niveles de emprendedurismo en el mundo, 2000-2007	89
22: Capacidades del CTS	106
23: Experiencia de diseño en CTS	107
24: Cronología de BEA	113
25: Radio de amplio espectro, modelo Liaison ²⁴	116
26: Cronología Bunker	119
27: Capacidades tecnológicas de ASCI	122
28: Hoja de datos de un producto de ATR	125
29: Construcción y trayectoria de la red de relaciones en el caso Intel	138
30: El SNI en la ZMG	141
31: Fondos de apoyo a tecnología de CONACYT	147

32: Estudio FODA	149
33: Líneas estratégicas derivadas del estudio FODA	148
34: Beneficios holísticos en el modelo de negocio de BEA	164
35: Productos desarrollados por Bunker	175
36: Productos de ATR	176
37: Retos e inhibidores en la creación de capacidades de diseño electrónico en la ZMG	189
38:Fortalezas en la ZMG para el desarrollo de Pymes con capacidades de diseño electrónico	212
39: La administración de la tecnología como el paraguas de partida para resolver los retos que se enfrentan	214

Índice de Tablas

1: Principales exportadores de equipo electrónico	22
2: Jerarquía de la industria en México en función del volumen de exportaciones	31
3: Taxonomía de capacidades tecnológicas	63
4: Taxonomía de capacidades tecnológicas adaptada	64
5: Taxonomía de capacidades tecnológicas propuesta por Viotti	65
6: Taxonomía de los sectores sectoriales para la adquisición del conocimiento	67
7: Nivel de confianza en diferentes países de la OECD	82
8: Comparación metodología cualitativa y cuantitativa	94
9: Características de los estudios cualitativos	95
10: Casos estudiados	98
11 : Matriz de análisis	102

Introducción

Antes de describir el contenido de este trabajo, las preguntas que busca contestar y algunos de los detonadores del mismo, es importante primero presentar el contexto dentro del que esta investigación se inició.

En las últimas décadas la industria electrónica en el mundo ha alcanzado un tamaño económico muy importante; para el año 2008 se estima que sumó aproximadamente 1,254 billones de euros (Rospide, 2008). México no ha sido ajeno a este desarrollo; el tamaño económico de la industria electrónica mexicana era superior a 30 billones de dólares en exportaciones en 2004 de acuerdo a datos de la Secretaria de Economía, en un estudio realizado para la Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías (CANIETI) por FOA Consultores,.

La Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) tampoco ha sido indiferente al impacto del crecimiento mundial de la industria electrónica, pues también ha experimentado un crecimiento acelerado. Para 2007, de acuerdo a cifras de la CANIETI, el monto de exportaciones rebasó los 16 billones de dólares, siendo el sector exportador más importante del estado de Jalisco al representar poco más de la mitad de sus exportaciones. Además, de acuerdo a la Cadena Productiva de la Electrónica, AC (CADELEC), el número de empleos generados en el estado se estimó en alrededor de 73 mil durante el 2008. Tomando datos más recientes se calcula que en 2011 las exportaciones alcanzaron 18 billones de dólares con más de 90,000 empleados registrados en esta industria (Suárez, 2011). Con esto se puede entender la importancia del sector y el interés por conocer los factores que intervienen en su desarrollo, dado su tamaño económico y la cantidad de fuentes de trabajo que a su vez genera.

El desarrollo de la ZMG es importante en contexto del crecimiento del país, ya que de acuerdo a los datos del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) correspondientes al censo de 2010, la ZMG es la segunda ciudad en México más poblada con 4,364,069 habitantes, compuesta por seis municipios contiguos: Guadalajara, Zapopan, Tlaquepaque, Tonalá, Tlajomulco de Zúñiga y El Salto.

Al estudiar el nacimiento y crecimiento de esta industria en la ZMG, se puede observar que se remonta a los años sesenta con la llegada de las grandes multinacionales: Siemens, Motorola y Burroughs; posteriormente en los setenta con IBM, General Instruments, y Hewlett Packard en 1982. Sin embargo fue en la década de los noventa que se generó un crecimiento acelerado con la llegada de múltiples operaciones de maquila y manufactura, cuyas funciones continúan hoy en día, sin estar libres de retos, variaciones y vaivenes económicos derivados del complejo entorno mundial y la competencia –principalmente de China–.

Ahora bien, en medio de todo este contexto donde ha habido un enorme crecimiento de la industria electrónica, tanto a nivel mundial como a nivel regional, las pequeñas y medianas empresas (Pymes¹) con personal que cuente con capacidades de diseño electrónico, no son abundantes. De acuerdo a cifras de la Cadena Productiva de la Electrónica, AC (CADELEC), en el 2008 trabajaban en Pymes de la ZMG aproximadamente 271 personas en actividades relacionadas con el diseño electrónico de productos, lo cual es pequeño en relación con el

¹ Se definen como Pymes a todas las empresas pequeñas y medianas: considerando como empresas pequeñas aquellas que tienen de 16 a 50 empleados dedicados a actividades de manufactura, de 6 a 15 en actividades de comercio y de 6 a 50 en actividades de servicio. A su vez, por empresas medianas las que tienen de 51 a 250 empleados en manufactura, de 16 a 250 en comercio y de 51 a 250 en servicios. Si dentro de esta definición, se incluyera también a las empresas micros este porcentaje se eleva a 90.6%, puesto que el término Pyme es intercambiable con el término Mipyme, que es más preciso al incluir a empresas de tamaño micro, definidas como empresas de 1 a 15 empleados en manufactura, de 1 a 5 en actividades de comercio y de 1 a 5 en servicios. Para el presente trabajo se utilizará el concepto Pyme de manera más amplia porque incluye a las empresas micro.

tamaño económico (mayor a 16 billones de dólares en 2007) y las más de 73,000 personas que ya empleaban en 2007 estas empresas (CADELEC, 2008)

Al iniciar este trabajo se contemplaron algunas rutas de exploración para explicar este fenómeno. La primera era el alto costo que implica la actividad de I-D y la segunda, la posibilidad de contar con personas con este tipo de capacidades. Sin embargo, esta segunda hipótesis parecía descartada ante la evidencia de que compañías multinacionales (Hewlett Packard, Continental y Freescale) habían establecido grupos de investigación y desarrollo (I+D) con capacidades de diseño electrónico en la ZMG, lo cual pareciera indicar la existencia de recursos con este tipo de habilidades que estas empresas estaban aprovechando.

El poder explicar de manera más amplia es uno de los objetivos de esta investigación. Esto es importante porque si nos atenemos en lo que se reporta en la literatura internacional, el que Singapur, Corea del sur y Taiwán, hayan sido capaces de construir gran parte de su desarrollo económico mediante actividades de diseño electrónico realizado en PYMES muestra el potencial que esta actividad tiene. Otro caso exitoso es el “Valle del Silicio” en Estados Unidos y las muchas Pymes que han surgido de esta industria en esa región y que han generado un importante desarrollo económico.

Stiglitz (2006), premio nobel de economía, señala la brecha en tecnología como una de las diferencias entre los países desarrollados y el resto del mundo. Por ello es importante entender los elementos que intervienen en el desarrollo de capacidades de diseño electrónico dentro de las Pymes, que permitan expandir el desarrollo de la industria, acelerando el crecimiento y llevando a la región de una área de manufactura a una región con capacidades de diseño de mayor valor agregado, y así poder acortar esa distancia con los países desarrollados.

Es por todo esto, que el presente trabajo busca contribuir a una mayor comprensión de cuáles son los elementos que intervienen en el desarrollo de estas capacidades de diseño electrónico dentro de las Pymes en la ZMG. Es decir, la manera “tapatía” que permitiría detonar y acelerar la creación de empresas con estas habilidades, contribuyendo así a la creación de trabajos de mayor valor agregado y más estables, que se basen en conocimientos y experiencia, lo que haría más difícil que las empresas migren a otras geografías. Además de que las capacidades acumuladas en la región se convertirían en un recurso para competir en el entorno mundial. De tal suerte que lo que se pretende explorar va en dos sentidos. Por un lado, el encadenamiento productivo al contar la región con pequeñas empresas capaces de proveer insumos de alto contenido tecnológico con mayor generación de riqueza y por otro, la generación de recursos humanos muy calificados que dificulten la movilidad de las empresas.

Si bien el desarrollo de Pymes con estas capacidades en la ZMG ha sido bajo, especialmente al compararlo con el tamaño de la industria que aquí se ha asentado, también hay casos de Pymes que han desarrollado estas habilidades. Para este trabajo, se decidió partir del estudio de las experiencias ya existentes en algunas de las Pymes que hoy cuentan con este tipo de habilidades en la ZMG. Para ello se identificaron siete casos en los que se buscó tener una muestra con diversas características en relación a su área de enfoque dentro de la industria: su tamaño económico y la trayectoria que han seguido, pero también se seleccionaron empresas en las cuales se tuviera acceso a sus directivos de tal manera que fuera posible obtener la información necesaria.

Para este trabajo de investigación se utilizó una metodología de naturaleza cualitativa orientada al estudio de casos, que permitió identificar los factores que han intervenido en la formación y crecimiento de estos negocios, así como los retos que también han enfrentado en la región. Ya que si bien, existen

diagnósticos que describen ya este comportamiento de la industria en la región (Palacios, 2008; CEPAL, 1999), así como estudios realizados en otros países sobre las trayectorias que se han seguido en esta industria (Ariffin, 2004; Hobday, 2005; Linsu, 2001), no se encontró un análisis de los retos y la oportunidades existentes, que pareciera no estaban siendo aprovechadas al máximo en la ZMG, y que permitiera desprender posibles recomendaciones para acelerar este desarrollo de esta industria que además posee características particulares..

Lo anterior es importante en la medida en que se busca incentivar el crecimiento de esta industria, captar trabajos mejor remunerados, tener un grado de diferenciación, y crear industria nacional que sea parte de esta gran oportunidad de generación de riqueza.

Para cumplir con los objetivos anteriores este trabajo se ha dividido en seis capítulos. En el primero se encuentra un compendio de la historia de la industria electrónica, centrada principalmente en la ZMG, con la intención de mostrar su trayectoria, importancia y antecedentes en la región y, a su vez, los retos que enfrenta y que detonan esta investigación. Aquí se podrá observar un contraste entre el gran número de empresas, el tamaño y acelerado crecimiento que han tenido, frente a la cantidad limitada de Pymes con capacidades de diseño electrónico.

En el segundo capítulo se presenta el marco teórico, enmarcado dentro de la administración de la tecnología, de la cual se utilizan diferentes enfoques de estudio. En principio, se revisa el concepto de capacidades tecnológicas, entendiéndolas como la habilidad de hacer uso efectivo del conocimiento tecnológico y generar riqueza a partir de su uso en la producción, inversión e innovación (Dutrenit, 2000). Esto permite aportar una comprensión de sus taxonomías y los procesos involucrados en su desarrollo. Una segunda categoría

es la del sistema nacional de innovación (SNI), entendido como la red de instituciones de los diferentes sectores, cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías (Freeman, 1987, citado por Solleiro, 2000); proporciona el contexto dentro del cual se desarrollan estas capacidades. Si bien este estudio busca identificar el impacto en la ZMG, se ha tomado un enfoque de sistema nacional y no regional ya que algunos de los participantes son parte de este SNI y sus acciones tienen impacto en todo el país.

La tercera herramienta de análisis es la del capital social que se construye en las empresas a fin de favorecer el desarrollo de redes de relaciones, que colaboran en el desarrollo de éstas y en el flujo de conocimiento. De tal manera que, ello permita entender el papel que ha jugado en la creación en redes de colaboración y transferencia de conocimiento, en las Pymes con capacidades de diseño electrónico en la ZMG. En cuarto lugar, se utilizó el concepto de capacidades claves, acuñado por Prahalad (1993), que define como un subconjunto del total de habilidades que las empresas deben construir que les permita tener una superioridad y diferenciación competitiva, permitiéndolo cual contribuye a su crecimiento y sobrevivencia en el largo plazo, puesto que en este tipo de industria se identifican como componente fundamental dada la rapidez con que la tecnología evoluciona. Finalmente, se echó mano del concepto de emprendedurismo como condición *sine qua non* indispensable dentro de la creación de estos negocios..

En suma, los primeros dos capítulos presentan el desarrollo y problemática de la industria en la región, junto con las categorías de análisis que permiten construir los argumentos para organizar el material que ayuda en la respuesta de las preguntas de investigación.

En la segunda parte de este trabajo, que inicia en el capítulo tres, se narran las trayectorias de los casos estudiados y los elementos o eventos que intervinieron en su formación. Como se mencionó anteriormente, se seleccionaron siete casos que tienen las siguientes características generales:

- BEA, empresa dedicada a proporcionar sistemas inteligentes para el transporte público urbano, como contadores de pasajeros, sistemas de prepago y sistemas de geolocalización. Con cerca de cien personas y capacidades importantes de diseño, manufactura, venta de tecnología y administración de proyectos.
- ATR, enfocada al diseño y manufactura de sinfonolas digitales. Con una trayectoria importante cimentada en propiedad intelectual propia.
- ASCI, empresa de servicios de ingeniería, colaborando con Hewlett Packard, llegó a tener uno de los grupos de ingeniería con capacidades de diseño más grandes de la ZMG entre las Pymes existentes. Alguna vez fue presentada en la revista Fortune como ejemplo del talento existente en la región (Octubre 29, 2001).
- Mixbaal, empresa dedicada a las telecomunicaciones y recientemente ha incursionado en la manufactura de sistemas de generación de energía por medios solares. Su fundador cuenta con una de las trayectorias profesionales más ricas en la región entre las Pymes estudiadas.
- Bunker, con un portafolio de productos de audio y video diseñados y fabricados por ellos mismos. Esta empresa tiene una trayectoria que muestra el importante potencial que los ingenieros con capacidad de diseño electrónico poseen en la región, mostrando de manera clara muchos de los

elementos que intervienen en la “manera tapatía” de generación de habilidades de diseño de productos electrónicos.

- DSP Projects, pequeña empresa, aún en formación, con importantes retos, representativos de la complejidad que se tiene al querer arrancar empresas de este tipo en la ZMG.
- Intel, que si bien es una multinacional y el grupo que se encuentra en la ZMG representa un caso de éxito –tal vez el mayor de la zona– se creó a partir de la adquisición de una Pyme TDCOM, que se formó en la región. Posiblemente uno de los ejemplos más admirados en la región en este tipo de industrias, con muchas lecciones detrás de él.

Asimismo, en el tercer capítulo se describe la metodología utilizada, un enfoque cualitativo de estudio de casos múltiples. Se realizaron entrevistas con seis fundadores de estas siete empresas y en el caso restante con el director de Investigación y Desarrollo (I+D). Estas entrevistas siguieron un formato conversacional, abierto, semiestructurado, el cual en seis de los siete casos se complementó con visitas a las empresas.

Los capítulos cuatro, cinco y seis presentan los hallazgos de esta investigación. En el capítulo cuarto, se han agrupado los factores habilitadores que han intervenido en la formación y el crecimiento de los casos estudiados. En el quinto capítulo se presentan, los retos que estas empresas han enfrentado y siguen teniendo. En ambos capítulos los resultados se han organizado en torno a los conceptos presentados en el marco teórico, involucrados en el desarrollo de las capacidades de diseño electrónico en la Pymes de la ZMG: el SNI, el capital social, las capacidades claves, así como el papel que el emprendedurismo ha tenido.

Entre los factores identificados en los casos estudiados que han contribuido al desarrollo existente están la presencia del Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS), el cual tuvo influencia en tres de las empresas estudiadas, la presencia de recursos con habilidades de diseño electrónico básico que son egresados de las instituciones de educación superior (IES) del país y de la región, la existencia de dos cámaras trabajando en incentivar este tipo de actividades junto con los incentivos existentes de gobierno estatal y federal, y finalmente una fuerte presencia de multinacionales establecidas en la región.

Sin embargo también se identificaron retos a resolver si se pretende acelerar el crecimiento de este tipo de empresas, resaltando dos elementos: el primero relacionado con la identificación de las áreas de enfoque, o dicho de otra manera, aquellas capacidades claves en las que se deberán enfocar las empresas, pero también todos los participantes dentro del SIN, y en segundo lugar desarrollar mecanismos que permitan atraer apoyos financieros de mediano plazo. Además de estos dos desafíos se identificaron otros que también son relevantes, como el seguir trabajando en la construcción de redes de colaboración y conocimiento, así como ampliar las capacidades de los egresados de las IES que están en la ZMG.

En la parte final de este trabajo, presentado en el capítulo seis, se encuentran las conclusiones que se desprenden de este estudio de los casos, así como algunas posibles recomendaciones inferidas de los hallazgos.

Algunos de estos hallazgos y sus comportamientos ya eran sospechados, y contribuyeron a detonar este trabajo desde su inicio, debido al conocimiento y participación que ya se tiene de la industria, sin embargo hay también otros factores y detalles, que aparecieron a lo largo de la entrevistas y análisis, lo cual dio un panorama más completo, pero también con características particulares. Se logró tener una comprensión más allá de la tradicional explicación de falta de

dinero o de una pobre actitud regional de emprendedurismo, y se llegó a una explicación de los múltiples factores que intervienen y tienen un peso tan importante como los recursos económicos y que interactúan para favorecer o inhibir la creación de Pymes con capacidades de diseño electrónico.

Dentro de las recomendaciones se pueden resaltar principalmente cuatro de ellas: la primera donde se plantea la posible creación de fondos de riesgo de inversión de coparticipación pública y privada; la segunda alrededor de acelerar el desarrollo de las redes existentes; la tercera enfocada en trabajar para identificar las capacidades claves y, la última, relacionada con acrecentar los conocimientos de los egresados de las IES particularmente en algunas de las áreas de administración de la tecnología.

Este trabajo está encaminado a aportar una mayor comprensión a la manera “tapatía” de desarrollar las capacidades tecnológicas en la industria mexicana electrónica, y aumentar el aprovechamiento de los recursos y ventajas ya existentes, con la intención de seguir construyendo el futuro de esta región que forma parte del progreso de México.

Cuando se comparan los resultados de esta investigación con estudios realizados en otras regiones (Linsu, 2001; Ariffin, 2004) o con algunos existentes dentro de la misma (Palacios, 2008), se encontraron elementos comunes pero también se identificaron características particulares lo cual describe esa manera “tapatía”. Así pues este trabajo contribuye aportando elementos adicionales que podrán ser utilizados al reflexionar sobre las posibles acciones encaminadas para apoyar el desarrollo de Pymes con estas capacidades en la ZMG

CAPÍTULO 1

1.- La industria electrónica en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG): Importancia, historia y retos

El propósito de esta investigación es entender los factores habilitadores e inhibidores particulares, internos y externos, que intervienen en el desarrollo de capacidades de diseño electrónico en las Pymes de la ZMG. Para ello, es conveniente conocer la evolución y algunos de los retos de la industria electrónica en esta región.

La industria electrónica en México, en especial en la ZMG, ha tenido un crecimiento importante, como en otros lugares en el mundo, tanto en términos económicos como en la cantidad de recursos humanos que se emplean.

Debido al enorme crecimiento que la industria electrónica ha tenido la ZMG ha sido descrita en el pasado como el “Valle del Silicio mexicano” (Spiegel, 2005). Dicho aumento se ha dado en actividades de manufactura de productos electrónicos. Es así que en las últimas dos décadas, este progreso acelerado de la industria electrónica la ha llevado al nivel de desarrollo de otras actividades económicas tradicionales de gran importancia como la agricultura, el transporte y la energía.

Si bien esta actividad ha creado una cantidad significativa de fuentes de trabajo y exportaciones –cuantificadas en dólares siguen siendo importantes–, el desarrollo de Pymes con capacidades de diseño en la región ha sido bajo si se compara con el resto de la industria electrónica en la región.

A lo largo de este capítulo se revisa su desarrollo e importancia de la industria electrónica en el país y principalmente en la ZMG, lo que da una visión de sus características, tamaño y oportunidades.

1.1.- Antecedentes históricos

Se define a la industria electrónica como aquella encargada de diseñar, producir y vender semiconductores, transistores, circuitos integrados y todos aquellos dispositivos cuya operación los contenga. Su importancia económica ha crecido de manera exponencial; tan sólo en Estados Unidos las ventas de este sector pasaron de 300 millones en 1927 a 266 billones de dólares en 1990 y, para 1997, las ventas mundiales se estimaron en 700 billones de dólares (The Columbia Encyclopedia, 2008).

Los orígenes de la industria electrónica se remontan al descubrimiento de los bulbos en 1904 y 1906 por John A. Fleming y Lee De Forest, respectivamente. Fueron estos inventos los que llevaron al surgimiento y crecimiento de la industria de la radio, cuyas ventas llegaron a \$300 millones de dólares hacia fines de la década de los 20. Fue en 1947 cuando el descubrimiento del transistor, por parte de Bardeen, Brattain y Shockley, revolucionó la industria al arrancar un periodo de miniaturización que posteriormente llevó a la invención de los circuitos integrados en los años 50. Esta continua evolución siguió durante la década de los 70 con el desarrollo de los dispositivos de microondas, ópticos, láser y la electrónica digital (The Columbia Encyclopedia, 2008). Esto último propició el surgimiento de las primeras computadoras personales: Scelbi, Mark-8, Altair y la IBM 5100 en 1974 y 1975 (The History of Computers, 2010).

1.2.- Industria electrónica: Tamaño económico

Según cifras de la Organización Mundial del Comercio (OMC), en el 2000 la industria electrónica representaba 15% del comercio internacional con 1,129 miles de millones de dólares [Figura 1]. Para 2008, su participación disminuyó 9.9%; sin embargo, parte de este decrecimiento se debió al incremento porcentual en los precios del petróleo que hicieron que la mezcla porcentual cambiara. Esto no significó que el volumen en términos de unidades o su importancia como empleador hayan disminuido.

Figura 1: Composición del intercambio comercial mundial.



Fuente: www.omc.org

De este volumen, en 2008 México representaba el 3.6% de las exportaciones mundiales de productos electrónicos [Tabla 1]. Como comparación, en 1980 sólo constituía 0.1% del volumen de exportaciones mundiales, lo que ilustra no sólo el tamaño de crecimiento, sino el ritmo acelerado que ha tenido (OMC, 2000).

Al analizar los datos del Sistema Nacional de Cuentas Nacionales del INEGI en el 2000, se sabe que la industria electrónica generaba 9.3% de los empleos del país.

Tabla 1: Principales exportadores de equipo electrónico.

Principales exportadores e importadores de equipo para oficina y de telecomunicaciones, 2008

(Miles de millones de dólares y porcentajes)

	Valor	Parte en las exportaciones/importaciones mundiales				Variación porcentual anual			
	2008	1980	1990	2000	2008	2000-08	2006	2007	2008
Exportadores									
Unión Europea (27)	405.8	-	-	29.2	26.0	5	15	-6	1
exportaciones extra-UE (27)	119.7	-	-	8.7	7.7	5	-3	4	1
China a	382.2	0.1	1.0	4.5	24.5	31	27	21	10
Hong Kong, China	146.6	-	-	-	-	14	14	9	7
exportaciones locales	1.8	2.0	1.6	0.4	0.1	-9	1	-47	-1
re-exportaciones	144.8	-	-	-	-	15	14	11	8
Estados Unidos	137.4	19.5	17.3	15.8	8.8	-1	8	-1	2
Singapur	121.0	3.2	6.4	7.6	7.7	6	16	2	1
exportaciones locales	51.1	2.5	4.9	4.3	3.3	3	22	0	-8
re-exportaciones	69.9	0.7	1.5	3.3	4.5	10	11	4	8
Japón	103.3	21.1	22.5	11.2	6.6	-1	2	4	0
Corea, República de	88.1	2.0	4.8	6.1	5.6	5	1	11	-5
Taipei Chino	69.7	3.2	4.7	6.0	4.5	2	26	1	-3
Malasia a, b	67.7	1.4	2.7	5.4	4.3	3	13	1	-1
México a	56.3	0.1	1.5	3.5	3.6	7	22	16	5
Tailandia	32.5	0.0	1.2	1.9	2.1	7	23	9	1
Filipinas a, b	25.7	0.1	0.6	2.6	1.6	0	9	10	-10
Canadá	14.3	2.0	1.9	2.1	0.9	-5	8	3	-6
Emiratos Árabes Unidos b	11.4	...	...	0.2	0.7	28	-1	22	2
Israel	6.3	0.2	0.4	0.7	0.4	-1	12	9	-3
Total de las 15 economías anteriores	1523.4	-	-	97.2	97.6	-	-	-	-

a Incluye importantes exportaciones e importaciones de las zonas de elaboración.

b Incluye estimaciones de la Secretaría.

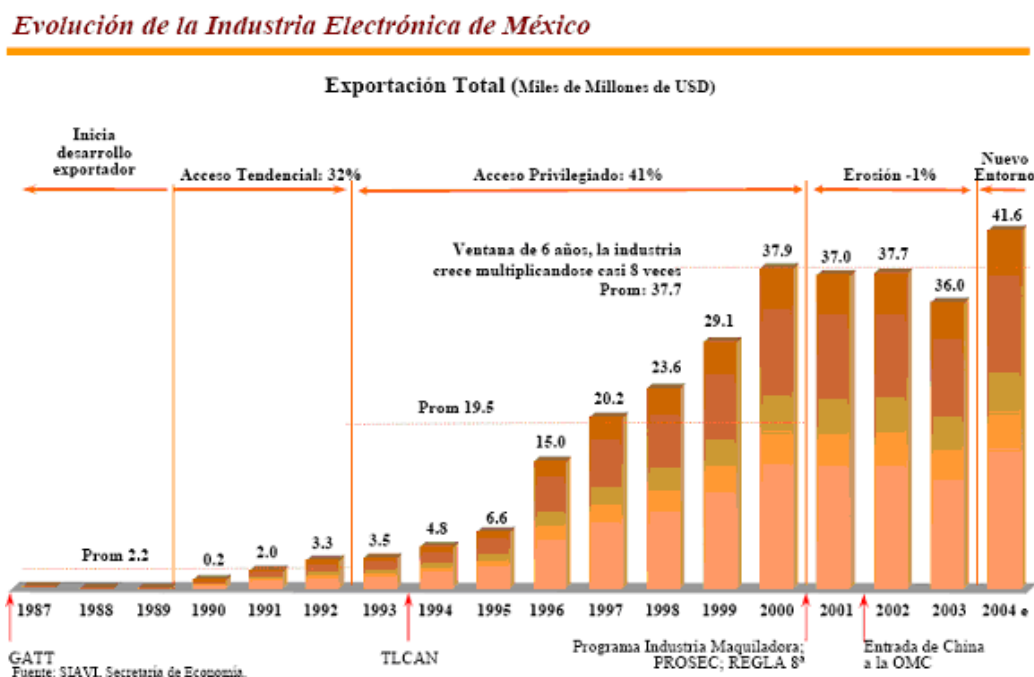
Fuente: www.omc.org

En términos regionales, las empresas que se han asentado en la ZMG también han tenido un crecimiento económico de igual magnitud al del resto del país. Como se ilustra en la figura 2, de acuerdo a datos de la Secretaría de Economía, en un estudio realizado para la Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías (CANIETI) por FOA Consultores, en el 2004 el tamaño económico de la industria electrónica en México era superior a 30 billones de dólares en exportaciones.

Lo anterior permite constatar el crecimiento acelerado que ocurrió a partir de la firma del Tratado de Libre Comercio (TLC) en los 90. Es también importante notar

cómo a principios de esta década hubo un decrecimiento debido al ingreso de China a la OMC, aunque recientemente la industria ha recuperado la tendencia de desarrollo.

Figura 2: Evolución de la Industria Electrónica en México.



Fuente: CANIETI, 2004

De acuerdo con el International Trade Center (www.intracen.org), en 2008 las exportaciones de componentes electrónicos, productos de la industria de la tecnología (IT) y electrónica de consumo llegaron a 82.8 billones de dólares al representar 28% de las exportaciones nacionales, lo que da una buena idea del tamaño e importancia de la industria electrónica en el país.

CANIETI segmenta la industria electrónica en seis grandes categorías: electrónica industrial, de consumo, de cómputo, telecomunicaciones, componentes electrónicos y productos electrónicos para el sector médico [Figura 3]. México participa principalmente en las categorías de consumo, telecomunicaciones y de

cómputo [Figuras 2 y 3]. Si se utiliza el sistema de clasificación industrial de América del norte (SCIAN, 2002), las categorías que abarcan las actividades económicas estudiadas en la presente investigación son:

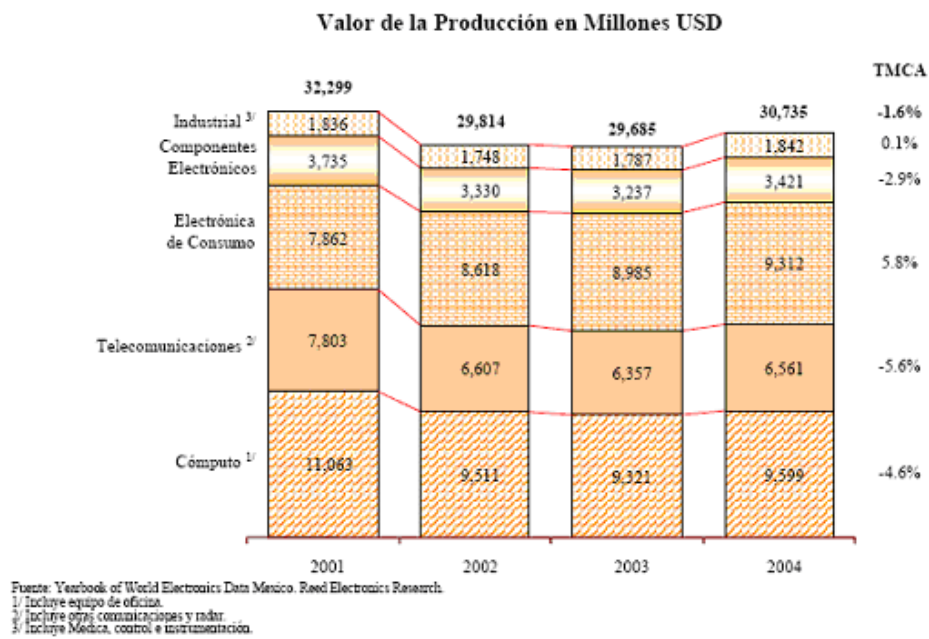
- 334 - Manufactura de productos electrónicos
- 335 - Manufactura de productos eléctricos
- 5417 - Servicios de I+D relacionados con la industria electrónica o de cómputo

En general, puede decirse que para este estudio se abarcan aquellas actividades relacionadas con productos electrónicos, definiendo éstos como aquellos que cuenten con componentes fabricados a partir de silicio, como son equipos médicos, de telecomunicaciones, cómputo, automotriz, instrumentación, control, medición, aeroespacial, etc.

En las siguientes gráficas se aprecia la importancia de esta industria, así como los diferentes segmentos de la industria que en ella participan [Figuras 3 y 4].

Figura 3: Producción de la Industria Electrónica en México, 2001-2004.

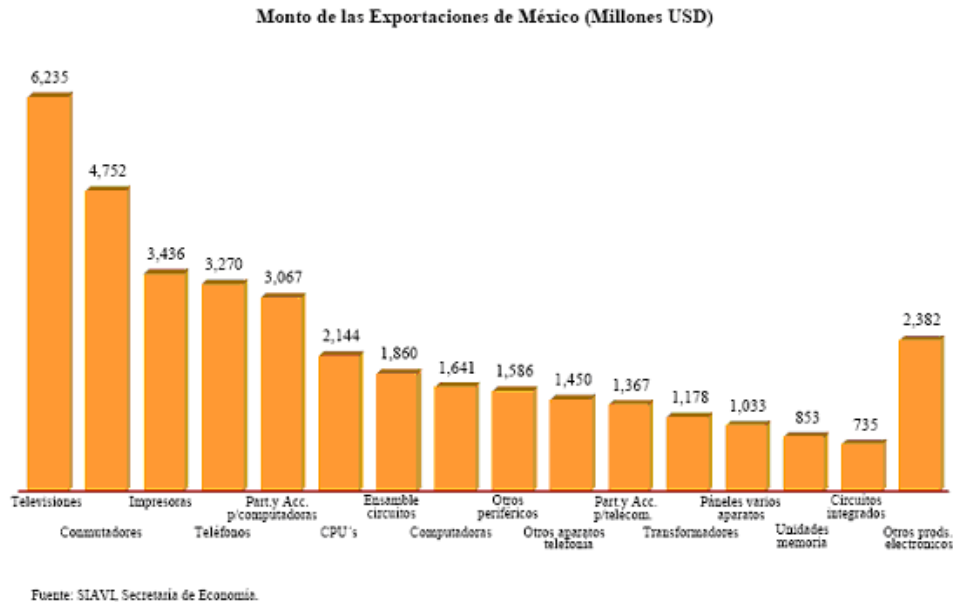
Producción de la Industria Electrónica en México, 2001-2004



Fuente: CANIETI, 2004

Figura 4: Productos Exportados, 2001.

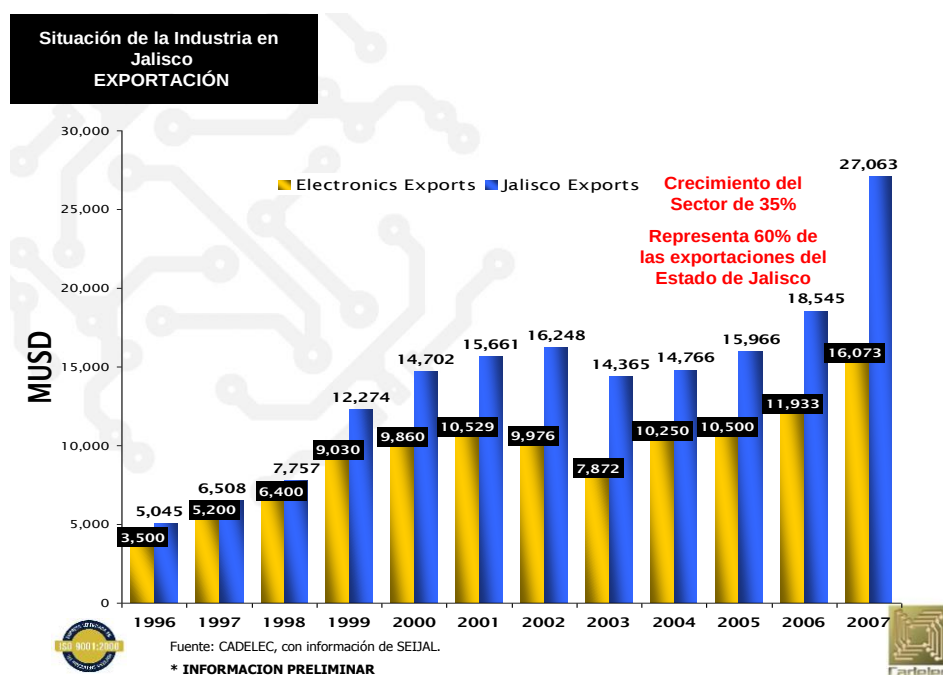
Productos Exportados 2001



Fuente: CANIETI, 2004

Dentro de la industria electrónica nacional, la ZMG representa aproximadamente un tercio de las exportaciones, y un poco más de la mitad de exportaciones en el estado de Jalisco. De acuerdo a cifras de CADELEC, el monto de ventas rebasó los 16 billones de dólares, siendo el sector exportador más importante del estado [Figura 5].

Figura 5: Crecimiento de la Industria Electrónica en Jalisco (1996-2007).

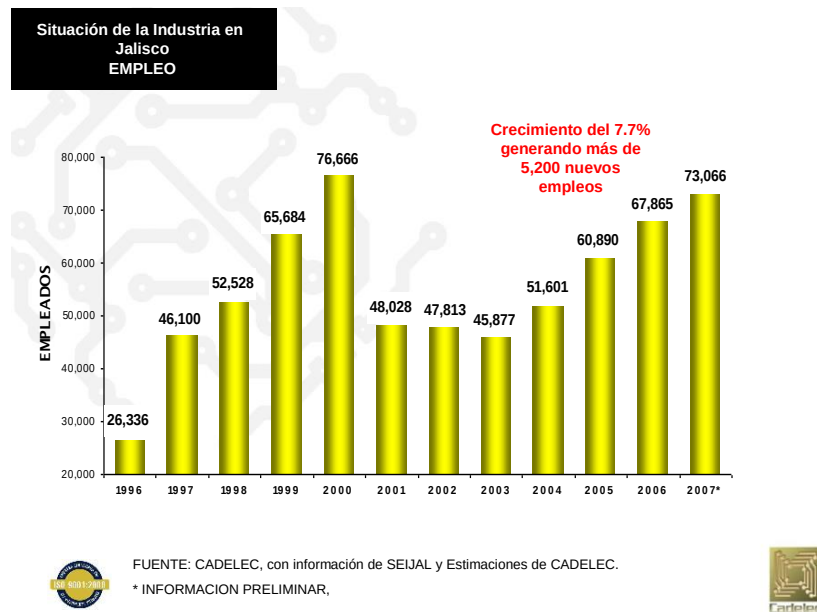


Fuente CADELEC, 2008

Además, de acuerdo a la CADELEC (2008), el número de empleos generados en el estado se estimó en alrededor de 73 mil [Figura 6].

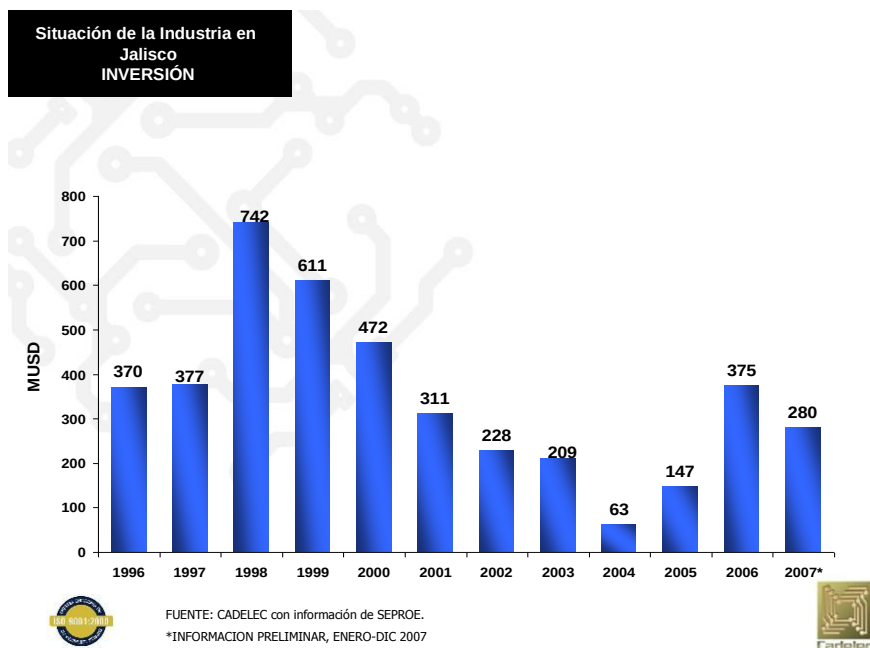
Igualmente, el nivel de inversión acumulado en la industria desde 1996 se estima en más de 4 mil millones de dólares [Figura 7].

Figura 6: Número de empleos generados por la Industria Electrónica en Jalisco.



Fuente: CADELEC 2008

Figura 7: Montos de inversión en Jalisco de la Industria Electrónica

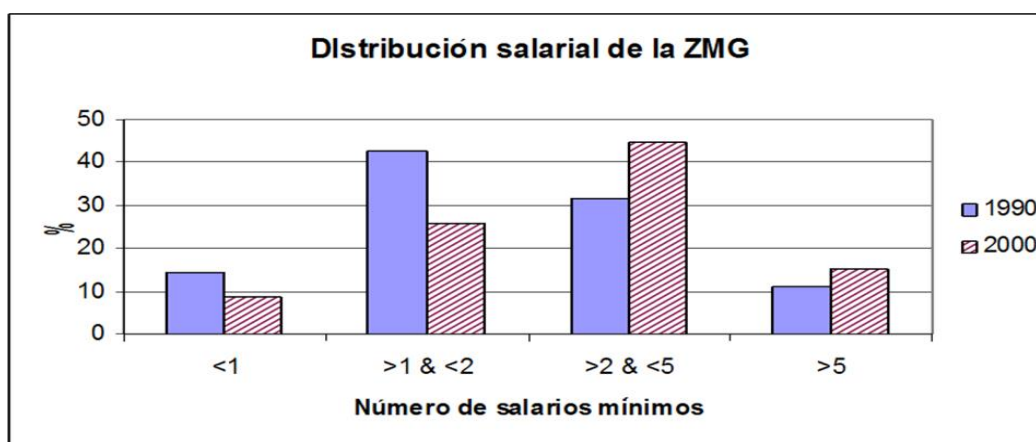


Fuente: CADELEC, 2008

La industria en esta región continúa creciendo, ya que al tomar datos más recientes, en 2011 la exportaciones alcanzaron 18 billones de dólares con más de 90,000 empleados registrados en este sector (Suárez, 2011).

Otro dato significativo que muestra el impacto de la industria en la ZMG es el crecimiento en los sueldos pues se observa un aumento en los niveles salariales (González, 2008). Esto es un indicador que permite relacionar el incremento de capacidades en la ZMG con el desarrollo en la remuneración [Figura 8].

Figura 8: Distribución salarial de la ZMG.



Fuente: González, 2008

Todos los datos anteriores permiten apreciar la importancia que esta industria tiene a nivel mundial, nacional y, sobre todo, para la ZMG.

1.3.- La industria electrónica en México

Antes de abordar el comportamiento de las actividades de diseño electrónico en la ZMG, es conveniente repasar las fases históricas más recientes de la industria en

México, para entender el origen del comportamiento actual y como ha influido en los niveles presentes de desarrollo de las capacidades tecnológicas de diseño.

Con el fin de contextualizar el desarrollo del sector industrial en el país, es importante identificar tres periodos históricos señalados por Cimoli (2000).

El primero, que abarca aproximadamente desde mediados de los 50 a principios de los 70, en el llamado proceso “de sustitución de importaciones”, en el que existía protección a la importación con el propósito de incubar a la industria mexicana, especialmente a los sectores asociados a la industria química, textil, de maquinaria y de transportes, en el que el gobierno jugaba un papel clave buscando crear empresas propiedad del Estado que fueran líderes nacionales; es decir, el gobierno era el impulsor del crecimiento industrial del país (Shafaeddin, 2008). Esta fue una época de progreso, con tasas de crecimiento de 6% en la que hubo estabilidad económica basada en parte por déficit públicos bajos. Sin embargo, al estar protegida la economía, el nivel de aprendizaje derivado de la importación de tecnologías era bajo y no había mucho incentivo para competir en el entorno internacional (Shafaeddin, 2008). Es durante ese tiempo, hacia mediados de los 60, que se crearon las zonas “maquiladoras” en la franja fronteriza, donde las industrias podían importar componentes libres de impuestos para ser transformados y posteriormente exportados.

El segundo periodo, a fines de los 70, se convirtió en un periodo de transición y abandono del modelo de sustitución de importaciones: es cuando el gobierno tomó un papel más activo en la economía, en gran medida derivado de los ingresos provenientes del petróleo, pues buscó incentivar las exportaciones. Sin embargo, debido al gasto público excesivo, basado en expectativas en los precios futuros del petróleo, hizo que la deuda externa pasara de 3.2 billones a más de 100 billones de dólares al caer los precios del petróleo; esto creó una época de

inestabilidad acompañada de grandes altibajos económicos y devaluaciones. Lo anterior tuvo un impacto en la confianza que los empresarios tenían en las inversiones a largo plazo en I+D y por consiguiente, en innovación.

En respuesta a la crisis, México empezó a abandonar su estrategia de industrialización y de protección a la manufactura nacional, liderada por el gobierno, dando lugar al inicio de una tercera etapa de apertura de mercado que comenzó con el ingreso de México al GATT en 1986, y después con la entrada — mayor significación— al TLC en 1994. A partir de este momento, se puso a la industria mexicana a competir con el mundo y así, hemos visto la llegada de las multinacionales que establecen grandes maquilas en la zona. Esta nueva táctica tenía tres metas principales: lograr estabilidad macroeconómica, incrementar la inversión extranjera directa y modernizar la economía (Shafaeddin, 2008).

Justamente es, en esta tercera etapa, que la industria electrónica se volvió un componente importante de la economía nacional, como se puede observar en la tabla 2 donde la composición de los productos que el país vendía en 1980 se transformó para el 2005, pues la industria electrónica tomó un papel relevante en las exportaciones al ocupar cuatro de los diez primeros lugares en términos de ingresos.

Durante esta tercera etapa, el desarrollo del país tuvo un comportamiento irregular, la economía se diversificó y las exportaciones crecieron significativamente, además la sofisticación de los procesos de manufactura se incrementaron y las inversiones extranjeras fluyeron hacia el país.

Tabla 2: Jerarquía de la industria en México en función del volumen de exportaciones.

Importancia	1980	1990	2005
1	Petróleo	Petróleo	Petróleo
2	Gas Natural	Vehículos Automotores	Vehículos Automotores
3	Frutas y vegetales	Maquinaria de generación de energía	Equipo de telecomunicaciones
4	Metales no ferrosos	Frutas y Vegetales	Televisiones
5	Café y Té	Metales no ferrosos	Partes para vehículos automotores
6	Vehículos automotores	Fierro y Acero	Equipo de oficina
7	Pescado	Maquinaria eléctrica	Equipo de distribución de electricidad
8	Textiles	Químicos Orgánicos	Trenes
9	Químicos Inorgánicos	Equipo de oficina	Maquinaria eléctrica
10	Minerales metálicos	Manufacturas varias	Circuitos electrónicos

Fuente: Shafaeddin, Mehdi y Gallaher, (2008).

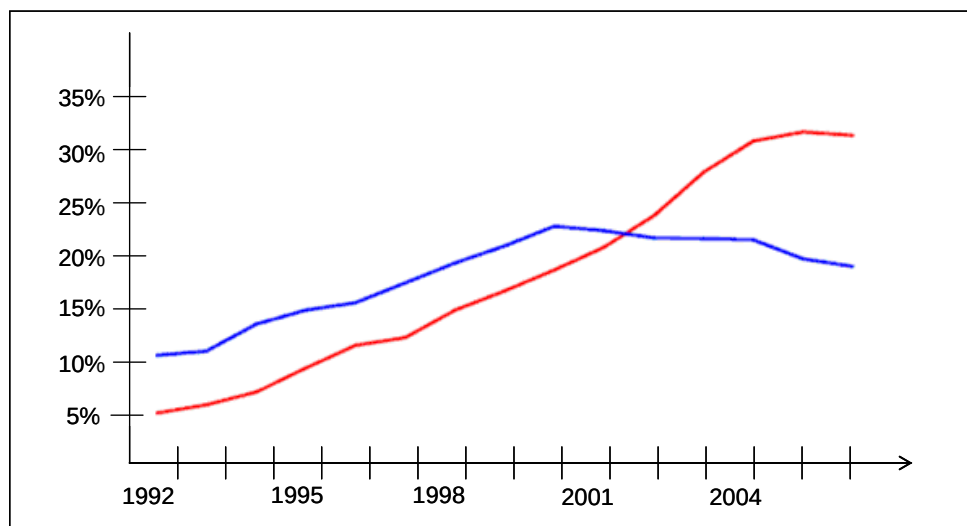
En contraste, en esta etapa no hubo un impacto en el aumento de la innovación, por un lado, parece que las multinacionales no tuvieron mucho interés en crear un sistema local de proveedores y desarrollo de tecnología; y por el otro, los empresarios locales no capitalizaron el rápido crecimiento de la industria en la región. De hecho, los montos de inversión extranjera directa (IED) han sido inversamente proporcionales a el gasto en I+D; porque los gastos en I+D de las veinte principales empresas extranjeras cayó de 0.39% en 1994 a 0.07% en el 2002 (Shafaeddin, 2008). De ahí que este tipo de financiamiento haya desplazado la inversión de firmas locales en los rubros donde la IED había sido más importante.

Cimoli (2000), por su parte, menciona que los políticos tomaron un rol pasivo al esperar que el mercado realizara milagros dada la apertura económica; es decir, que con la llegada de empresas extranjeras y la inversión que ellas traían, desarrollarían, a su vez, capacidades tecnológicas, como ocurrió en Singapur. De

hecho, las IES no tuvieron un papel mayor más que el de proveer recursos humanos.

Esto sin mencionar la dependencia económica de México con el vecino país del norte, y la gradual pérdida de competitividad con China. Sin ir más lejos, para el año 2000, las ventas de productos electrónicos crecieron de manera sostenida y llegaron a representar 27% de las exportaciones totales y 6% de la manufactura total mexicana; a pesar de esto, durante 2001, China sobrepasó a México y las exportaciones mexicanas sufrieron una caída significativa, lo cual demuestra la volatilidad de esta industria [Figura 9].

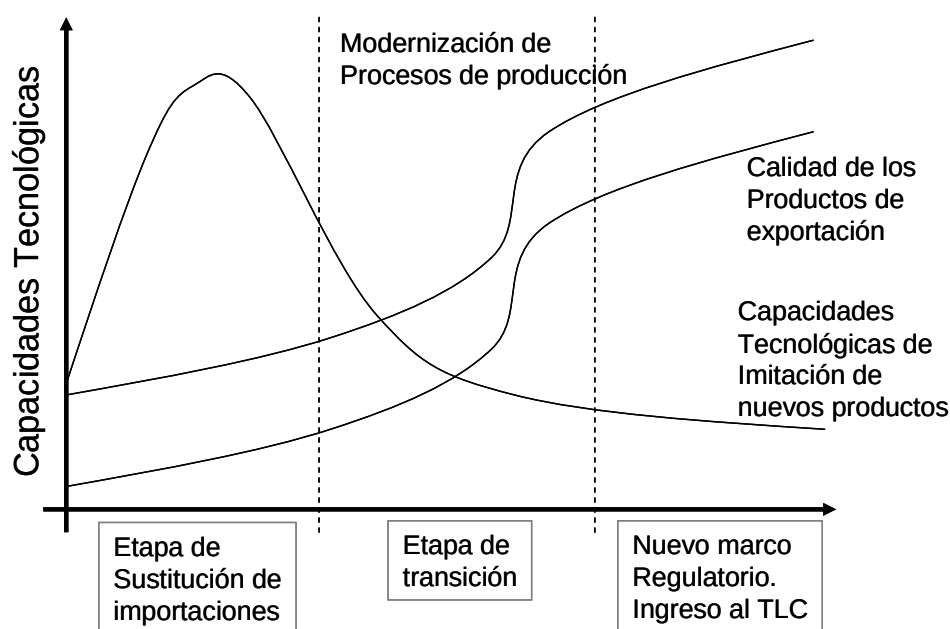
Figura 9: Participación de las exportaciones de productos de manufactura de alta tecnología.



Fuente: Shaffaedin, 2008.

Cimoli (2000) ilustra el comportamiento que las capacidades tecnológicas han tenido y dónde ha disminuido el talento para crear nuevos productos a través del tiempo [Figura 10].

Figura 10: Etapas del desarrollo de capacidades tecnológicas.



Fuente: Cimoli, 2000

Se puede decir que en la década de los noventa, México era el ejemplo a seguir en términos de la implementación de políticas de liberación de mercado, y los beneficios de ello se podían constatar. Sin embargo, con la llegada de estas inversiones y capacidades productivas no se estaba impulsando en paralelo el talento de desarrollo tecnológico porque su relación con la industria nacional era limitada. La no intervención del gobierno dificultó el desarrollo de políticas que pudieran responder a este fenómeno. No obstante, este argumento no debe ser tomado como una excusa para regresar al viejo modelo de sustitución de importaciones, en realidad, se deben reformular adecuaciones al sistema que permitan compensar estas desventajas. Es decir, el problema no es que el modelo no haya traído beneficios o que la dirección general sea la correcta, sino que la posición desligada del gobierno, IES, centros de desarrollo y empresas nacionales debe ser revisada para entender las barreras que el nuevo modelo presenta y los elementos que deben ser desarrollados. Es esto uno de los objetivos del presente trabajo: la búsqueda de inhibidores y habilitadores de capacidades tecnológicas de

diseño electrónico en Pymes de la ZMG que contribuya a entender cómo realizar las adecuaciones pertinentes al actual modelo. Es primordial también señalar el crecimiento que los centros de I+D han tenido durante este periodo, ya que son piezas claves en el desarrollo de capacidades tecnológicas.

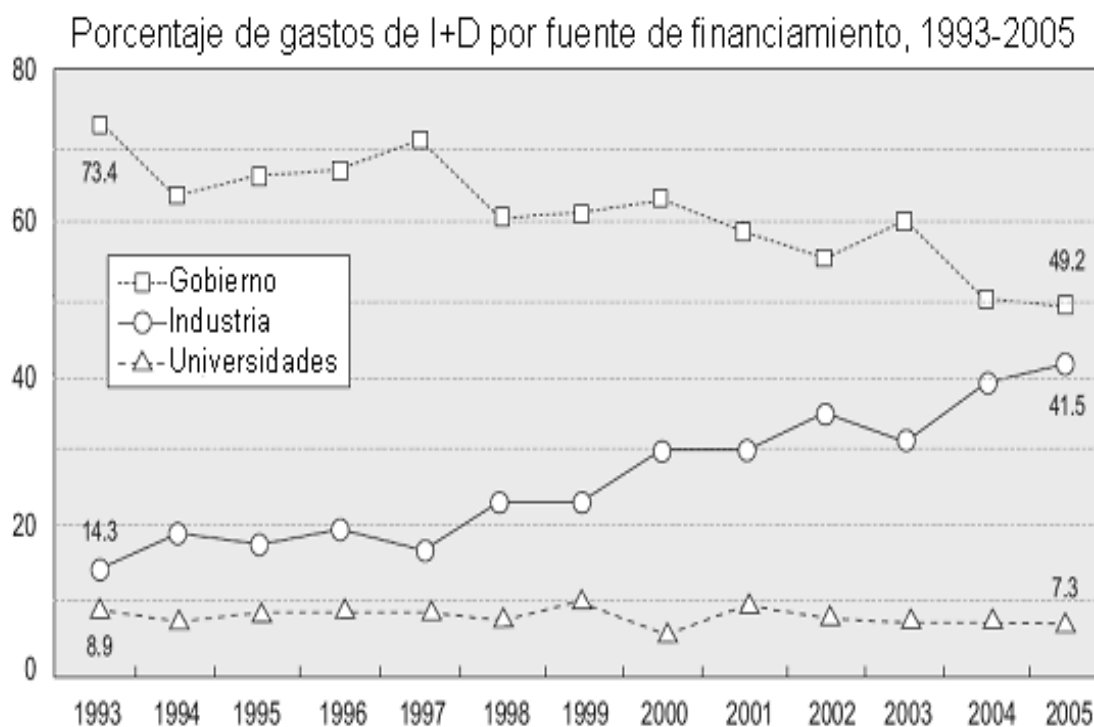
Bueno y Santos (2003) mencionan que en los sesenta y principios de los setenta se empezaron a crear centros de desarrollo de tecnología independientes, encaminados a todas las áreas económicas del país y financiados por el sector público, aunque en realidad la mayor parte de su trabajo estuvo orientado principalmente a ciertas áreas específicas (petróleo, minería y electricidad); esto debido a que, en ese momento, el gobierno era el principal motor del progreso industrial.

En los años setenta ocurre una mezcla entre el enfoque de servicio al sector público y el enfoque académico. Es así como surge el CONACYT, en el que se le dio mayor énfasis a la ciencia que a la tecnología. Así empieza a existir una relación más estrecha entre IES y gobierno, con el propósito de desarrollar ciencia y tecnología en el país.

Es hasta los noventa cuando se vuelve más relevante la relación universidad-industria, cobrando importancia la orientación comercial en el desarrollo de tecnología e innovación industrial; es decir, una necesidad de convertir la ciencia en innovaciones que puedan ser difundidas en el mercado. A partir de esto, han surgido nuevas prioridades: antes las empresas operaban de manera aislada, ahora buscan encontrar relaciones con proveedores u otras empresas. El Estado ha promovido las relaciones entre centros de investigación-universidades y empresas, se buscan métricos de mercado como parte del “éxito” de los centros de investigación. Esta promoción del saber científico no es sólo del ámbito público, sino también del privado.

Desde hace dos décadas se observa la transición de un modelo en el que el gobierno, el principal motor económico de las actividades de desarrollo de tecnología a través de sus diferentes centros de investigación, pasó a un modelo en el que se busca incentivar a la industria a participar también en estas actividades junto con los centros y las IES [Figura 11]. Esta transición puede comprobarse al estudiar cómo las inversiones gubernamentales en I+D pasaron de 73.4% en 1993 a 49.2% en 2005; mientras que la industria en el mismo periodo pasó de 14.3% a 41.5%. También se constata que las IES no han logrado tener un crecimiento paralelo: es todavía una tarea pendiente en este caminar hacia una participación activa de todos los diferentes actores (OECD, 2009).

Figura 11: Porcentaje de gastos de I+D por fuente de financiamiento, 1993-2005.



Fuente: OECD (2009).

1.4.- La industria electrónica en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG)

El desarrollo que la industria electrónica ha logrado en la ZMG tiene una larga historia que empezó en la década de los sesenta. Ya hacia finales de los ochenta a la ZMG se le llamó el “Valle del Silicio” mexicano (Ej. Business Week, 3 de abril de 1989), debido a la alta concentración de plantas multinacionales de la industria electrónica. Este crecimiento inició dos décadas atrás pero tuvo su mayor auge a partir del TLC, vigente desde enero de 1994.

De acuerdo con Palacios (2003), la industria electrónica en la ZMG nace en Guadalajara con el establecimiento de las plantas, Motorola México y Burroughs en 1968, aunque ya en 1962 Siemens se había establecido en la región. En 1974, se estableció General Instruments (que posteriormente se convertiría en C.P. Clare), después, en 1975, lo hizo International Business Machines (IBM).

Es importante mencionar que en 1985 IBM consiguió la aprobación para poner una planta 100% de su propiedad para manufacturar minicomputadoras, tanto para el mercado nacional como para la exportación. Esto vino acompañado de un acuerdo de colaboración con el CINVESTAV para formar un centro de diseño electrónico: el Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS).

Por otra parte, la empresa Hewlett Packard (HP) opera en Guadalajara desde 1982, con la colaboración de un socio mexicano; sin embargo, en 1985, convirtió su operación a 100% de su propiedad, momento en el que estableció un pequeño grupo de investigación y desarrollo (I+D) con la participación de alrededor de 15 ingenieros, esto debido a que fue una de las condiciones que el gobierno puso para permitir que empresas multinacionales pudieran tener 100% de propiedad de sus subsidiarias en territorio nacional.

Así es cuando más empresas empiezan a establecer operaciones en la región con el propósito de manufacturar tanto para el mercado nacional como para exportación; esto último en el programa de Producción de Artículos para la Exportación (PITEX) que les permitía importar componentes para manufactura que posteriormente serían exportados sin tener que pagar derechos de importación.

Algunos ejemplos de las empresas que establecieron operaciones fueron: Tulon, en 1985, empresa dedicada a actividades relacionadas con la fabricación de equipo para la industria de circuitos impresos. En el siguiente año, 1986, llegan Shizuki Electronics, Wang y Tandem Computers, todas ellas dedicadas al ensamble de componentes y productos electrónicos; además Kodak, empieza a fabricar subensambles electrónicos en su planta de Guadalajara. En 1987 surge una empresa llamada Adelantos de Tecnología (ADTEC). En este mismo año, Space Craft Inc. (una empresa estadounidense con 49% de participación) se asocia con el grupo Elamex de Ciudad Juárez, Chihuahua. Esta empresa, ADTEC, posteriormente sería adquirida por uno de los grandes fabricantes que actualmente operan en la región: SCI Systems, Inc. En 1989, Molex, fabricante de sistemas de conexión y conectores para la industria electrónica, establece operaciones de maquila.

A principio de los noventa, también iniciaron operaciones algunas empresas de la industria electrónica de telefonía. Las dos primeras fueron Mitel, compañía franco-canadiense y Telectra, de capital alemán. Seguidas de dos gigantes de la telefonía: AT&T y NEC. El primero creó un grupo de I+D para la creación de equipos telefónicos; el segundo era una coinversión mexicano-japonés. Ambas empresas operaban bajo el régimen de maquiladoras, el cual fue creado en 1965 para la franja fronteriza que comprendía los primeros veinte kilómetros de la

frontera México-Estados Unidos, posteriormente en 1972, se extendió este régimen a todo el territorio mexicano como también el programa PITEX.

En la segunda mitad de los años noventa, la industria electrónica experimentó un crecimiento acelerado derivado de la llegada de compañías dedicadas a la manufactura electrónica por contrato (Contract Manufacturer o CM). Entre las empresas más importantes que se asentaron en la región están:

- Dovatron & Yamaver en 1996.
- Solelectron, Flextronics International y Jabil Circuits & NatSteel Electronics en 1997.
- Mexikor, Universal Scientific Industrial, Avex Electronics y Benchmark Electronics en 1998.

Otras empresas que de igual forma se asentaron en la región en esa época fueron: Pemstar, Omni Electronics, MTI Electronics y Celestica.

Palacios (2003) menciona posibles explicaciones de las razones que motivaron este crecimiento de la industria electrónica en la ZMG. Entre muchas, menciona la cercanía a Manzanillo, un puerto con acceso a Asia (a 3 horas de distancia), conexión aérea a Estados Unidos (a 2 o 3 horas de distancia), así como la relativa cercanía terrestre a Estados Unidos vía Laredo; aunado a esto, la abundante mano de obra calificada con bajos niveles de rotación, además de la presencia de múltiples IES, infraestructura urbana e industrial razonablemente desarrollada, así como que ya estaban instaladas en la región grandes multinacionales de la electrónica: HP, IBM, Siemens, AT&T (que más tarde se convirtió en Lucent Technologies).

La mayor parte de este desarrollo industrial se basó en inversiones de origen extranjero y unas pocas coparticipaciones, siendo la más notable ADTEC. Sin embargo, sí hubo algunos casos de empresas mexicanas que en algún momento participaron en esta industria. Ejemplos de ellas fueron: Electrónica Zonda, establecida en 1970 para fabricar radios y radio consolas; para 1975 era líder en el mercado nacional de radio consolas. A finales de los setenta, la empresa se estableció en Tijuana y creó cuatro empresas: SONIMEX (equipos de audio), REFRIMEX (refrigeradores), TVMEX (televisores) y COMPUMEX (computadoras personales). Pese a esto, la empresa fue afectada por la devaluación de 1982, y la única que sobrevivió temporalmente fue SONIMEX, ya que fue cerrada en 1987. Para 1988, Zonda empezó a producir televisores para Goldstar y otras empresas asiáticas; tiempo después creó una empresa para fabricar computadoras personales: Logix computadoras. Pero, ninguno de los dos negocios logró sobrevivir al día de hoy, debido a la devaluación de 1994 y la fuerte competencia en el negocio de las computadoras, especialmente de otras dos empresas de origen nacional: Lanix y Gama.

Entre las empresas de origen nacional que incursionaron en el mercado de las computadoras y ensamble de tarjetas están: Microton, Wind Computadoras, Kitron, Desarrollo Electrónico Integral (DELINTE).

Incluso, hubo también algunas empresas de manufactura fundadas por ex empleados de la industria multinacional de la región, tales como:

- Sistema Delphi. Fundada por un ex gerente de planta de General Instrument en coinversión con TELMEX,
- Encitel. Creada en 1983 por inversionistas locales como una subsidiaria de Siemens,

- Electrónica Pantera. Establecida en 1985 por un ex gerente de Burroughs y un socio local, fabricaba ensambles de cables y arneses. Desde los noventa es parte de JPM Company.
- Poder Digital. Ensambladora de fuentes de poder.
- Compubur. Coinversión entre Burroughs de México y un grupo de empresarios mexicanos, fundada en 1986. Se disolvió en 1993, un poco después de que Unisys cerrara operaciones en Guadalajara.

Así pues, fue en la década de los ochenta y principio de los noventa que se dio un acelerado crecimiento de la industria electrónica en la ZMG [Figura 12].

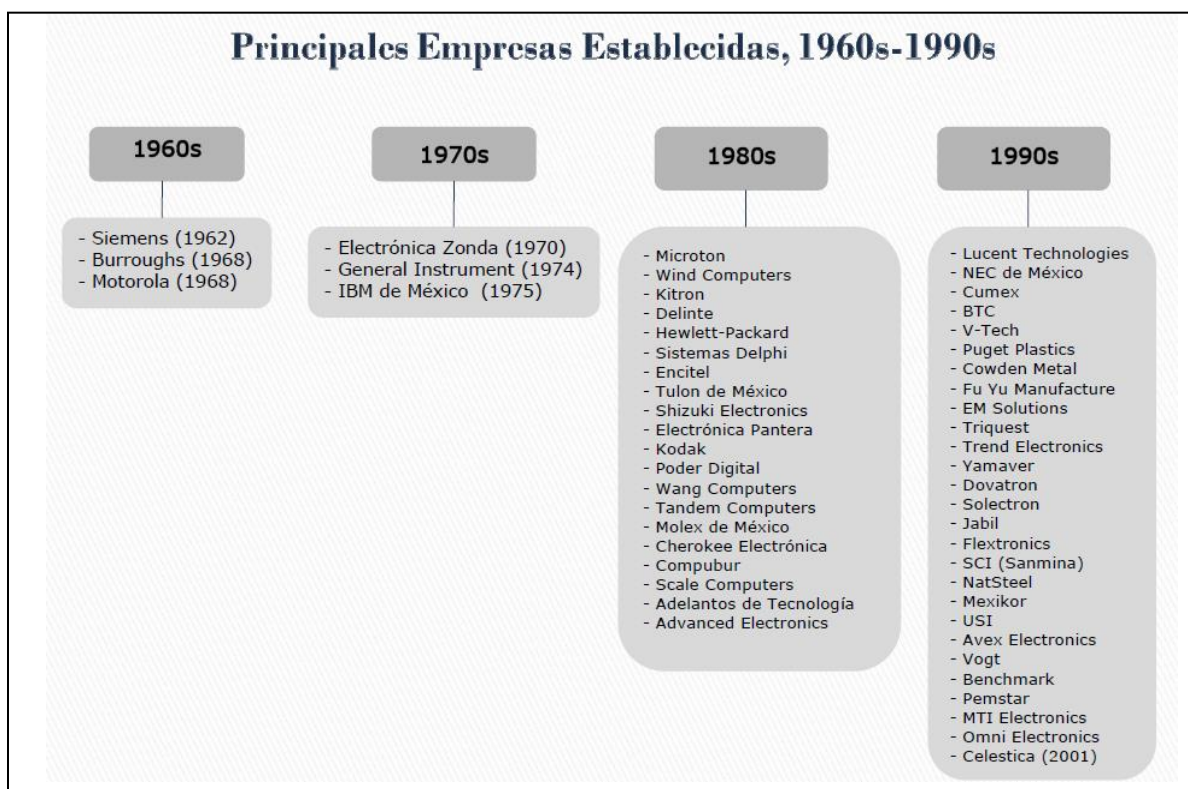
Este crecimiento de la industria, atrajo también a otras empresas proveedoras de partes. Por ejemplo: Puget plastics y DTM (esta segunda es una subsidiaria de Flextronics) realizan inyección de partes plásticas; Cowden Metals, EM Solutions y Trend, con capacidades metal mecánicas. Y Titán, empresa mexicana, fabricante de empaques. La mayoría se instaló entre 1998 y 2001.

Con este mismo desarrollo de la industria, llegaron también empresas de logística como: Bax Global, Redwood Systems, Ych, Roadway Express; y empresas encargadas de distribuir componentes electrónicos como: Newark, Avnet, así como representantes de diferentes compañías fabricantes de componentes: Motorola, Phillips, Intel, National Semiconductors y Microchip.

En esa época sólo unas pocas empresas nacionales tuvieron capacidades de diseño electrónico. Una de las primeras fue Mexaltec, que nació en 1972 y posteriormente se convirtió en GPI Mexicana de Alta tecnología; empezó diseñando medidores para la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Del mismo modo, surgió Electrónica de Protección (EPSA), fundada alrededor de 1989, que diseñó relevadores de corriente para CFE, y contaba con uno de los primeros

grupos locales de diseño, empresa 100% mexicana, que no fue capaz de sobrevivir debido a, parece ser, dificultades de flujo de caja.

Figura 12: Principales empresas electrónicas establecidas en la ZMG, 1960s-1990s.



Fuente: Palacios, 2008

Dentro de todo este crecimiento acelerado, también se establecieron en la región unos pocos grupos de diseño pertenecientes a empresas multinacionales, siendo tal vez el más importante: Hewlett Packard, donde se creó un grupo de I+D en 1985, para realizar diseños de memorias de microcomputadoras. Este grupo de aproximadamente 15 personas desarrolló importantes patentes para la empresa. Posteriormente, HP formó un segundo grupo de desarrollo para impresoras de impacto, que evolucionó a diseño de producto completo incluyendo accesorios para impresoras láser y copiadoras digitales. Este centro llegó a tener

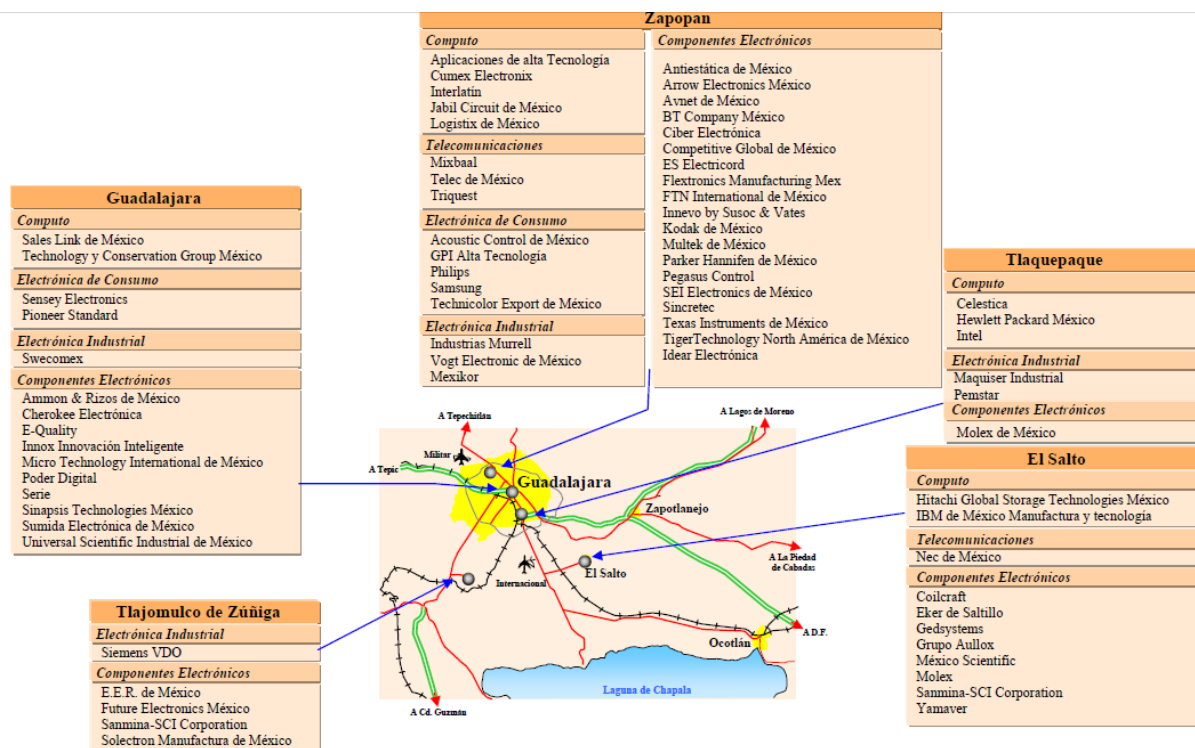
aproximadamente 200 personas y fue cerrado en el 2006, cuando por una estrategia corporativa Hewlett Packard decidió salir del negocio de las copadoras.

Otro caso relevante que se mencionó anteriormente y que confirmó su importancia, es la creación del Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS), creado por IBM y el CINVESTAV. Este centro fue trasladado a Guadalajara en 1998, pues originalmente había sido fundado, en 1986, por el CINVESTAV como un laboratorio industrial en el campus Zacatenco de la ciudad de México. El cual se instaló como parte del compromiso que IBM adquirió con el gobierno a través de la Comisión Nacional de Inversiones Extranjeras para impulsar la transferencia de tecnología.

IBM creó paralelamente un centro de desarrollo llamado: Guadalajara Programming Lab (GPL), aunque sus actividades se centraron en el software y no en el diseño electrónico; su creación fue producto del progreso que la industria electrónica ha tenido en la región. En aquel entonces surgieron algunas empresas mexicanas con capacidades de diseño que se han estudiado a profundidad en esta investigación como son: Mixbaal, ATR y ASCI.

Como se observa, la industria ha tenido un crecimiento substancial desde hace más de dos décadas. En la figura 13 se muestra un inventario realizado por FOA Consultores para CANIETI el cual identifica las empresas que para 2004 se habían asentado en la ZMG.

Figura 13: Industria electrónica en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG).



Fuente: CANIETI, 2004

Sin embargo, de acuerdo a cifras de CADELEC (2008), la cantidad de personas que laboraban en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) en Pymes realizando actividades relacionadas con el diseño electrónico de productos durante el 2008, era de aproximadamente 271 profesionistas. Esto contrasta significativamente con la cantidad de personal empleado por la industria electrónica en Jalisco, ya que durante el 2000 fue de alrededor de 73 mil personas, y para 2011 se estimó en más de 90,000 empleados (Suárez, 2011). Estos datos fueron algunos de los elementos que detonaron la presente investigación.

1.5.- La Pymes con capacidades de diseño electrónico en la ZMG

Contar con Pymes que tengan capacidades tecnológicas de diseño electrónico es importante para incrementar el residuo de Solow², ya que estas capacidades son actividades de mayor valor agregado y cuentan con un grado de diferenciación que permite un crecimiento sostenido. Esto es, al aumentar el grado de diferenciación de la industria se logra tener una ventaja competitiva que reduce la volatilidad de la misma, pues se trata de actividades de difícil transferencia a otros países de más bajo costo, como podrían ser China, Malasia o Vietnam.

Cuando se habla de empresas con capacidad de diseño electrónico, están siendo incluidas todas aquellas actividades relacionadas con el desarrollo de productos que tengan contenidos electrónicos, como pueden ser: sistemas de microcontroladores, circuitos integrados analógicos y digitales, circuitos impresos, controladores de componentes electromecánicos, sistemas de telecomunicaciones y telefónicos, equipos de impresión, cómputo, sistemas de audio y video, equipos de medición, médicos, médicos implantables, diseños electrónicos para la industria de transporte; que incluye la creación de código para microprocesadores, microcontroladores FPGAs (Field Programmable Gate Arrays), y la participación en las pruebas destinadas al desarrollo de productos con estas características. También se incluyen actividades de definición de arquitecturas o productos con estos elementos.

Como ya se mencionó, de acuerdo con las cifras de CADELEC en el año 2008 laboraban en Pymes aproximadamente 271 personas en actividades relacionadas con el diseño electrónico de productos en la ZMG [Figura 14]. Es importante

² El residuo de Solow se define como una mejora en la salida económica de un proceso sin que exista un cambio en la entrada. Es decir un cambio en la productividad debido al acrecentamiento de conocimiento que permite un incremento en la misma (Comin, 2006).

además destacar que las Pymes en Jalisco dan empleo a 33.7% de la población del estado (ENOE-INEGI, 2005).

Figura 14: Cantidad de recursos humanos dedicados al diseño en la ZMG.



Fuente: CADELEC, 2008.

Este bajo número de personas, relacionadas con el diseño electrónico de productos, contrasta con las cifras de la misma CADELEC (2008), que muestran la cantidad de personal empleado por la industria electrónica durante el 2000 en Jalisco, que fue de alrededor de 73 mil personas, y que para 2011 alcanzó aproximadamente más de 90,000 empleados registrados en esta industria (Suárez, 2011).

El crecimiento de la industria electrónica multinacional que se asentó en la ZMG generó una expectativa de transferencia tecnológica y desarrollo de capacidades de diseño de productos electrónicos con mayor valor agregado proveniente de la industria multinacional asentada en la región. Esto derivado de las observaciones hechas por varios autores de la exitosa experiencia de los países asiáticos, donde las multinacionales han transferido tecnología, capacidades gerenciales y mercados.

Como lo mencionan Carrillo y Partida (2004), las corporaciones multinacionales son propietarias de alta tecnología y juegan un papel importante en la transferencia internacional de tecnología. La posesión de estas capacidades a nivel de empresa y de instituciones gubernamentales y académicas, son transferidas en la región lo que se traduce en factor fundamental para la innovación y el diseño de productos originales. Sin embargo, “si bien ha quedado demostrado el importante papel de la industria electrónica en Jalisco en el incremento de las exportaciones, la creación de empleos y en el porcentaje de capital extranjero que ésta representa, la obtención de tecnología no es tan obvia y, por tanto, requiere de un análisis más profundo” (Carrillo, 2004, pág. 122).

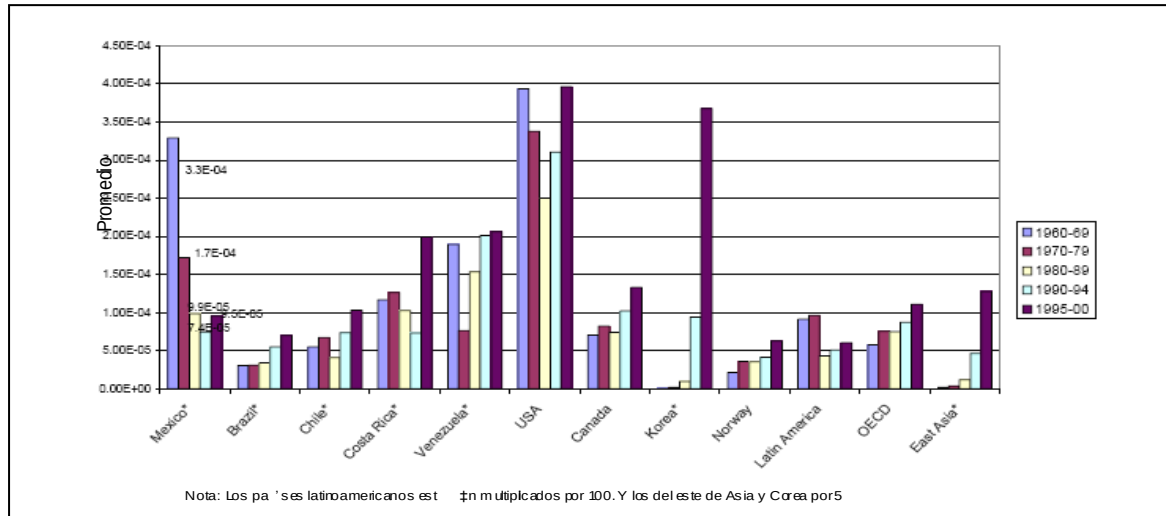
Reforzando esta observación se encuentra la siguiente conclusión en un estudio sobre la industria electrónica en Jalisco realizado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en 1999: “Por el momento no es posible comparar la evolución de la electrónica en Jalisco con un potencial Valle del Silicio. La mínima integración de micro y pequeñas empresas a la electrónica, la muy limitada generación de diseños y la alta y cuasi exclusiva especialización de la región en procesos de ensamble, con una alta dependencia de las importaciones, reflejan, que no se trata de un proceso de crecimiento regional endógeno” (CEPAL, 1999, pág. 61)

Nueve años después, Palacios (2008:pg. 56) realizó un segundo estudio para la misma CEPAL, sobre la industria electrónica en Jalisco, donde se destaca que: “no obstante el desarrollo y la maduración alcanzado por el complejo jalisciense de alta tecnología, el hecho es que hasta ahora no se han logrado enraizar sus industrias en la economía regional, lo cual se refleja principalmente en los aún escasos encadenamientos productivos que se han generado, la baja integración local del complejo y la escasa transferencia de tecnología que se produce en consecuencia en la región”.

Este mismo diagnóstico es realizado para todas la industrias nacional por el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (2006, pág. 9), al mencionar que “la intensidad tecnológica de los bienes producidos en cadenas globales no implica que ese valor tecnológico sea creado localmente” y que “no se realizan esfuerzos significativos para el desarrollo tecnológico”. Como muestra del bajo nivel de inversión que se realiza en el país, este mismo estudio compara el porcentaje de inversión en investigación y desarrollo (I+D) que fue de sólo 0.40% en el 2005, contra el 2.74% de Estados Unidos o 3.41% de Japón.

Otro indicador que si bien no es muy concluyente y que es utilizado para evaluar el nivel de rendimiento de las empresas dedicadas al diseño, es el número de patentes. De acuerdo a cifras del Instituto Mexicano de Protección Intelectual (IMPI), durante 2007 sólo 3.8% de las 16,599 patentes que fueron registradas en México pertenecen a mexicanos. La industria electrónica en la ZMG, no está exenta de este comportamiento. De hecho un dato sorprendente es que el número de patentes ha disminuido al contrastarlo con la década de los 70, lo cual se observa al comparar a México con Corea del Sur [Figura 15].

Figura 15: Número de patentes históricas para varios países



Fuente: Lederman, 2003

Entonces, se puede decir que mientras que la industria electrónica de maquila, multinacional en su mayoría, ha crecido significativamente, no ha habido un aumento derivado o paralelo en las empresas de diseño o servicios para el diseño electrónico como podrían ser: pruebas de productos electrónicos, diseño de PCB's (Printed Circuit Boards), desarrollo de código para microprocesadores o microcontroladores, sistemas embebidos, entre otros.

Aunque se han realizado estudios en diferentes partes del mundo sobre el desarrollo de capacidades tecnológicas, y existen diagnósticos de varios investigadores que muestran el bajo crecimiento de estas capacidades en la ZMG, no se detectaron estudios sobre Pymes en la ZMG que cuenten con estas capacidades y hayan identificado la manera "tapatia" de desarrollar estas competencias a partir de las experiencias de algunas de las empresas que hoy existen. Dicho esto, las preguntas eje de esta investigación son: ¿Cuáles son sido los principales factores externos que han facilitado o inhibido el desarrollo de capacidades tecnológicas orientadas al diseño electrónico de productos en las

empresas?; y ¿Cuáles son los principales factores internos de éstas que han estimulado o inhibido la construcción de estas capacidades tecnológicas?.

Existen casos de Pymes en la ZMG que han demostrado el éxito en la tarea de desarrollo de capacidades tecnológicas orientadas al diseño o a proporcionar servicios de diseño de productos electrónicos. Tres ejemplos relevantes y con trayectorias diferentes son: Intel, que se creó como una adquisición de una empresa local y que ahora cuenta con más de 200 diseñadores. El segundo caso es ASCI, proveedor de servicios de diseño y pruebas para los centros de desarrollo de producto, de una de las transnacionales asentadas en Guadalajara: Hewlett Packard, con más de 10 años de experiencia, que llegó a contar con más de 60 ingenieros. Y la empresa BEA, que desarrolla sistemas tecnológicos para la administración y el control del transporte urbano. Habrá entonces que conocer cuáles han sido los procesos y elementos que llevaron a estas empresas a ser exitosas desarrollando capacidades de diseño electrónico.

Como se mencionó anteriormente, si bien la industria electrónica maquiladora ha tenido un crecimiento importante, no se puede decir lo mismo de las Pymes con capacidades de diseño electrónico. Aunque sí se han generado algunas empresas importantes con capacidades orientadas al diseño o a prestar servicios de diseño y pruebas para el desarrollo de productos en la región; su éxito no ha podido ser multiplicado; ya que como los estudios de CEPAL (1999) concluyen “hay una limitada generación de diseño”. Esta problemática justifica la realización de esta investigación porque permite aumentar el entendimiento de los factores favorecedores o inhibidores del desarrollo de Pymes con capacidades tecnológicas de diseño electrónico.

A partir de esta justificación, como ya se mencionó anteriormente, se desprenden las dos principales preguntas a responder en esta investigación.

1. ¿Cuáles son los principales factores habilitadores, externos e internos, que han estimulado Pymes con capacidades de diseño electrónico en productos en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG)?
2. ¿Cuáles son los principales inhibidores, externos e internos, de las Pymes que han estimulado o inhibido la construcción de estas capacidades?

Si bien se ha logrado tener un avance significativo como se señala en el último estudio de la CEPAL realizado por Palacios (2008), todavía existe un área de oportunidad que debe ser aprovechada. Hay interrogantes en torno a los posibles elementos necesarios para habilitar este desarrollo. Los estudios existentes sobre el tema discuten ampliamente los elementos necesarios para la creación e incremento de capacidades tecnológicas y la innovación en un país o región. En este trabajo se busca identificar las particularidades adecuadas en esta industria a la ZMG para maximizar su eficiencia.

Esta problemática no es ajena a las preocupaciones que se tienen a nivel nacional, porque la misma Secretaría de Economía ha desarrollado un programa para la competitividad de la industria electrónica y de alta tecnología, donde se menciona la búsqueda de condiciones de crecimiento sustentable que permitan a la industria electrónica evolucionar del simple proceso de 'Hecho en México' hacia el 'Creado en México'.

Para la construcción de respuestas validas a estas preguntas se ha utilizado una perspectiva desde de la administración de la tecnología, dentro de la cual se han utilizado los conceptos de capacidades tecnológicas, capital social y el sistema

nacional de innovación (SNI). Para ello se ha partido de un enfoque cualitativo interpretativo que permita ayudarnos a descubrir la manera tapatía de desarrollar estas habilidades.

CAPÍTULO 2

2.- Marco teórico del desarrollo de capacidades tecnológicas

Como se mencionó en el capítulo anterior, existen en la ZMG un bajo número de empresas con habilidades de diseño electrónico. Por ello, esta investigación busca proporcionar un mejor entendimiento de los inhibidores y habilitadores de dichas capacidades.

Para alcanzar este propósito, el tema se ha tratado desde la óptica de la administración de la tecnología, que permite utilizar varios enfoques que den una mejor comprensión de este comportamiento.

A lo largo de este capítulo se abordan algunos de estos enfoques asociados con la administración de la tecnología: el Sistema Nacional de Innovación (SNI), el crecimiento de habilidades claves y el capital social como factores en el desarrollo de capacidades tecnológicas. Además se revisa el emprendedurismo como un componente *sine qua non* de este proceso.

2.1.- La Administración de la Tecnología

La administración de la tecnología es un concepto amplio; se ha expresado como las actividades relacionadas con la gestión del desarrollo de nuevos productos o procesos, desde su concepción hasta su difusión, así como su implementación y las consecuencias, ventajas y desventajas que ello tiene en las empresas (Channaron y Grange, 2006).

Solleiro (1998, p. 722) lo define como “un campo interdisciplinario en el que se mezclan conocimientos de ingeniería, ciencia y administración con el fin de realizar la planeación, el desarrollo y la implantación de soluciones tecnológicas que contribuyen al logro de los objetivos estratégicos y tácticos de la organización”.

Este autor establece una representación gráfica a la que peculiarmente le llama “el calendario azteca de la administración de la tecnología” donde se muestra cómo este concepto es un collage muy amplio que involucra múltiples disciplinas del conocimiento [Figura 16].

Es importante resaltar que Solleiro (1998) identifica múltiples componentes del conocimiento y capacidades al referirse a la administración de la tecnología: Planeación y control de proyectos de investigación y desarrollo (I+D); mercadotecnia institucional de proyectos y servicios; diseño y estructuraciones de organizaciones; desarrollo organizacional; planeación estratégica institucional; innovación tecnológica; planeación del desarrollo tecnológico nacional; evaluación de desempeño; experiencia y teorías gerenciales; vinculación, transferencia vertical y horizontal de tecnología.

Por su parte, Pavitt (1990) hace una lista de las características que diferencian a la administración de la tecnología de otras ramas de la administración. Primordialmente esta desavenencia involucra la colaboración e interacción entre funciones y grupos profesionales especializados en los distintos campos de la ciencia y la tecnología con la administración, con el propósito estratégico de ingresar a nuevas aéreas de negocio a partir del aprovechamiento de la tecnología; estas actividades conllevan un grado de incertidumbre y el conocimiento que se genera es acumulativo, por lo que tienen un alto grado de diferenciación.

Figura 16: Calendario Azteca de la administración de tecnología

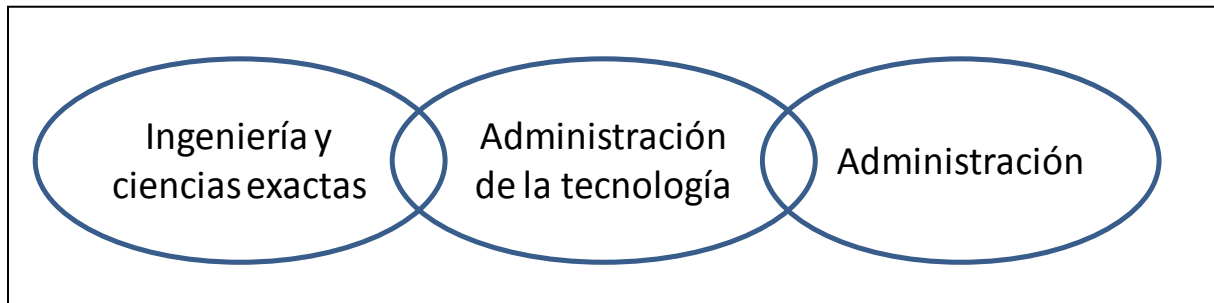


Fuente: Solleiro, 1998.

La administración de la tecnología surge a partir de la necesidad de organizar y aplicar los conocimientos dentro de las instituciones: está comprometida con el desarrollo científico de técnicas para entender y resolver los diferentes problemas implicados; como el hacer predicciones tecnológicas, manejo de información científica y tecnológica, el empleo de apoyos gubernamentales, la creación y organización de las estructuras humanas en las empresas, la legislación involucrada con los nuevos conocimientos, entre otros (Solleiro, 1998).

De manera gráfica se le puede caracterizar como un eslabón entre la ingeniería y las ciencias exactas con la administración, es decir, todas las actividades relacionadas con la producción, difusión y utilización de la tecnología dentro de las empresas para la generación de riqueza (Khalil, 2001) [Figura 17].

Figura 17: Administración de la tecnología



Fuente:Khalil, 2001.

Thamhain (2005) agrega un componente multifuncional organizacional al definirla como el arte y la ciencia de crear valor mediante el uso de tecnología en conjunto con otros recursos de la organización.

El National Research Council (1987), citado por Thamhain (2005), completa este concepto no sólo listando a qué se dedica la administración de la tecnología, sino también qué actividades están involucradas: y lo describe como el enlace entre ingeniería, ciencia y administración para la planeación, desarrollo e implementación de capacidades tecnológicas para definir y lograr las metas estratégicas y organizacionales de la organización. Es aquí cuando el desarrollo de capacidades tecnológicas toma una relevancia estratégica en el progreso de las empresas.

Entre las actividades contenidas dentro de este enlace se pueden resaltar las siguientes (Thamhain, 2005):

- i) El proceso de administración de la ingeniería, las ciencias naturales y sociales;
- ii) La ciencia administrativa de planear, decidir, desarrollar e implementar la tecnología;
- iii) El crecimiento de capacidades operacionales tales como manufactura, distribución y servicios de soporte;
- iv) Los procesos operacionales, herramientas, técnicas y gente que hace que esto ocurra;
- v) El dar guía y liderazgo para el desarrollo de productos y servicios, y
- vi) La integración de los elementos multidisciplinarios para formar un sistema y su administración.

Cuando se habla de administración de la tecnología es importante también definir a qué se le llama una industria de tecnología. De acuerdo a la National Science Foundation (NSF), son las empresas de tecnología que invierten más de 3% de sus ventas en actividades de investigación y desarrollo, las cuales exhiben 16 características distintivas (Tamhain, 2005):

- i) Crean valor a través de la aplicación de tecnología;
- ii) Utilizan la tecnología misma dentro de sus operaciones;
- iii) Tienen recursos humanos calificados;
- iv) Han reemplazado las tareas manuales con tecnología;
- v) Poseen infraestructura moderna;
- vi) Tienen altos porcentajes de gastos o inversiones en investigación y desarrollo;
- vii) Son empresas de alto riesgo;
- viii) Tienen retos continuos;
- ix) Procesos de decisión complejos;
- x) Ciclos de vida de productos cortos;

- xi) Respuestas rápidas al mercado;
- xii) Potencial de crecimiento acelerado;
- xiii) Bajas barreras de entrada;
- xiv) Márgenes de utilidad bajos a pesar de sus altos niveles de flujo de caja;
- xv) Altos porcentajes de falla, y
- xvi) Múltiples alianzas o asociaciones.

Channaron y Grange (2006) proporcionan una visión de las actividades relacionadas con la administración de la tecnología al dividirlas en dos grandes clases. El primero es un nivel macro, que comprende la región o nación: involucra la generación y movilización de conocimiento colectivo. Y el segundo es un nivel micro, que engloba la empresa: implica la creación de riqueza a través de agregar valor a productos o servicios.

En estos dos grupos surgen diversas perspectivas para acercarse al desarrollo de las capacidades tecnológicas dentro y fuera de las firmas necesarias para agregar valor. En éstos se resaltan tres enfoques principales: el Sistema Nacional de Innovación, el capital social y las capacidades claves, todos ellos enmarcados dentro de la administración de la tecnología. Antes de estudiarlos, se revisará el concepto, importancia y taxonomía de las capacidades tecnológicas.

2.2.- Capacidades tecnológicas

De acuerdo con Dutrenit et al. (2006, pág. 48), el término fue definido a principios de los ochenta por Westphal, Kim y Dahlman como “la habilidad para hacer un uso efectivo del conocimiento tecnológico... la cual no radica en el conocimiento que se posee, sino en el uso del conocimiento y en la capacidad para ser utilizado en la producción, inversión e innovación”. La misma Dutrenit (2000, p. 10) lo define

como “la habilidad de hacer uso efectivo del conocimiento tecnológico... Esto implica no sólo contar con el conocimiento, sino también ser capaces de usarlo en la producción, inversión e innovación”. Lall (1999) por su parte, lo define como la colección de procesos físicos que transforman un insumo en una salida o satisfactor, así como las especificaciones de éstos y las estructuras sociales encargadas de lograr esta transformación. Se puede entonces decir que la tecnología es la aplicación práctica del conocimiento tecnológico. Dicho conocimiento tiene un componente técnico, pero también uno transaccional derivado de las estructuras sociales; refiriéndose este último a los mercados y a las relaciones entre organizaciones o dentro de las mismas.

Al analizar el concepto de capacidades tecnológicas se encuentran dos elementos fundamentales en la comprensión del término. El primero se refiere a la existencia del conocimiento tecnológico y el segundo al uso del conocimiento.

El primer elemento, la existencia del conocimiento tecnológico, tiene que ver con los pasos involucrados en los procesos de adquisición, acumulación y desarrollo de conocimiento. Es dentro de este contexto de acrecentamiento del saber que se habla de tres formas de “aprendizaje tecnológico”: aprender haciendo (*learning by doing*), aprender usando (*learning by using*) y aprender Interactuando (*learning by interacting*). A este entendimiento, que se quiere desarrollar, se puede acceder mediante métodos formales (escritos, academia, patentes...), llamado conocimiento codificado, o bien, a través de la acumulación de conocimientos que tienen los individuos (el “know how”), también referido como conocimiento tácito. Por ello se dice que el conocimiento tecnológico es un proceso colectivo, idiosincrásico y acumulativo (Villavicencio y Arvanitis, 1994).

Dentro de los estudios sobre los procesos de aprendizaje, se encuentra que no sólo es importante el *know how*, sino que, como lo describe Lundvall y Jonson

(2000) en su taxonomía sobre estilos de aprendizaje, se debe desarrollar además el: *know-what*, *know-why*, y el *know-who*. Es en este último, donde el capital social intervenga, según se observará más adelante.

Siguiendo con la adquisición y acumulación del conocimiento, también se habla de los posibles pasos a seguir en las trayectorias que se han dado en este proceso. Este concepto se discute más adelante al abordar algunos estudios sobre el desarrollo de capacidades tecnológicas, en otras regiones del mundo, con la finalidad de contrastarlos con los casos estudiados e identificar características particulares de la ZMG.

El segundo elemento presente en la definición de las capacidades tecnológicas, tiene que ver con el uso del conocimiento; la definición amplía su cobertura no sólo al desarrollo y existencia del conocimiento técnico, sino además, a todos los elementos organizacionales que permiten su aprovechamiento. Como Dutrenit et al. (2006) señalan, esta dimensión organización-institucional cobró importancia en los noventa, la cual es claramente expresada por Bell y Pavitt (1995), cuando se refieren a las capacidades tecnológicas como: “las capacidades domésticas para generar y administrar el cambio en las tecnológicas usadas en la producción, estas capacidades están ampliamente basadas en recursos especializados”.

Este concepto organizacional lo definen Ariffin y Figueiredo (2001), quienes han estudiado el crecimiento de las capacidades tecnológicas en países en desarrollo, como “aquellos recursos necesarios para generar y administrar las mejoras en los procesos y la organización de la producción, productos, equipo y proyectos de ingeniería. Dichas capacidades tecnológicas se dan a nivel individual (habilidades, conocimientos y experiencias) y en los sistemas organizacionales”.

Recientemente, el concepto ha evolucionado para considerar más abiertamente el rol del ambiente económico y político. Como lo menciona Dutrenit (2006, p. 48) al citar a Kim Linsu (1997) que define las capacidades tecnológicas como: “la habilidad de hacer un uso efectivo del conocimiento tecnológico para asimilar, usar, adaptar y cambiar las tecnologías existentes. También permite crear tecnologías nuevas y desarrollar nuevos productos y procesos en respuesta al ambiente económico cambiante”. En otro artículo, el mismo Linsu (2000) da una definición similar más resumida: “la habilidad de poder hacer un uso efectivo del conocimiento en producción, ingeniería, e innovación en orden para mantener competitividad en precio y calidad”. En consecuencia, muestra las capacidades tecnológicas como los elementos que permiten a las firmas crear nuevas tecnologías, usarlas, adaptarlas y cambiarlas, en la creación de nuevos productos y procesos para responder al ambiente económico cambiante. De esta forma, Linsu expande el concepto para incluir elementos no sólo tecnológicos y organizacionales sino de innovación, calidad y mercado, pues introduce el término “competitividad en precio y calidad”.

Ahora bien, Padilla (2008) en su descripción de capacidades tecnológicas le da un carácter regional, ya que se refiere a ellas como el conocimiento y las habilidades adquiridas en los individuos, empresas e instituciones localizados en la región y, por lo tanto, relacionados de manera geográfica e involucrados en las actividades de innovación. Puede notarse que no sólo se habla del conocimiento y las capacidades organizacionales en la empresa o en los individuos, sino que se habla de todas las instituciones involucradas en la región. Esto da una idea de que los procesos de desarrollo de capacidades tecnológicas no son únicamente función de las actividades de las empresas, sino también de las múltiples instituciones que se encuentran en la región. Y si bien, éstas son las principales responsables de la construcción de las capacidades regionales, también hay otros actores que interactúan con ellas a nivel regional.

A partir de lo anterior, se puede entonces definir, para este trabajo, las capacidades tecnológicas como: el conjunto de conocimientos técnicos, de negocio, capacidades organizacionales en la empresa y las interacciones con clientes y proveedores, que permiten el incremento y aprovechamiento del conocimiento, para poder desarrollar productos o servicios que sean competitivos en sus características y precio para el cliente.

Es importante notar que a través del tiempo se han usado otros nombres para referirse al mismo concepto, algunos de ellos denominados: esfuerzo tecnológico y habilidad tecnológica, aunque el término generalizado más utilizado es el de capacidades tecnológicas.

2.2.1.- El papel de las capacidades tecnológicas en el desarrollo económico

Como ya se vio anteriormente, la importancia de las capacidades tecnológicas se deriva del concepto económico “Residuo de Solow”. Éste muestra que la riqueza económica no es sólo resultado de la acumulación de capital y recursos humanos, sino que además existe una parte incremental que se acumula a través del tiempo derivada de una serie de elementos adicionales: mejoras tecnológicas, entrenamiento, procesos de aprendizajes y acumulación de conocimientos, entre otros. Solow (1957, citado por Cohen, 2004, pág. 31), estima que “87.5% del crecimiento de la riqueza entre 1909 y 1949 es debido al cambio tecnológico”, y Mansfield (1989), referenciado también por Cohen (2004, pág. 32), dice que “la velocidad de cambio tecnológico es tal vez el determinante unitario más importante en el ritmo de crecimiento económico de una nación”. Desde esta óptica, contar con capacidades tecnológicas es uno de los elementos que tienen un impacto directo en la creación de la riqueza económica (Lundvall, 2002).

En la actualidad, existe una segunda razón que hace que el tema de la acumulación de capacidades tecnológicas de diseño electrónico sea de particular importancia. Ésta es el hecho que la manufactura de productos electrónicos se ha vuelto “portátil”. Así, la industria multinacional tiene la capacidad de mover sus actividades de producción a lugares que sean económicamente ventajosos, eso hace que exista cierto nivel de volatilidad dentro de estas actividades; como ya se experimentó en México durante la entrada de China a la Organización Mundial del Comercio (WTO). Sin embargo, cuando las capacidades tecnológicas acumuladas presentan una diferenciación o un conocimiento único, esta volatilidad es mucho menor, como en el caso de actividades de diseño, ya que parte de este conocimiento reside en los individuos y es más difícil de transportar o replicar en otras geografías de manera inmediata.

Este incremento de capacidades tecnológicas es necesario para el crecimiento sostenido de largo plazo (Padilla, 2008), ya que son éstas las que habilitan a las empresas a crear nuevas tecnologías, productos y procesos para responder al ambiente económico cambiante (Linsu, 2000).

2.2.2.- Taxonomía

De acuerdo a Dutrenit (2000) el desarrollo de capacidades tecnológicas ha tenido dos principales líneas de investigación. La primera enfocada en los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas de empresas en países en vías de desarrollo. Dentro de estos procesos, se incluyen los de aprendizaje tecnológico asociados con la adquisición de capacidades tecnológicas. Y la segunda, enfocada a la construcción de capacidades tecnológicas claves (“core competencies”) en las empresas que se encuentran en las fronteras tecnológicas

a nivel internacional y buscan desarrollar estrategias que les permitan mantener su crecimiento y competitividad.

Hammel (1994) reconoce a estas competencias claves como el secreto del éxito de largo plazo de las compañías, pues al incrementarse la frecuencia de uso de una competencia, ésta se puede refinar y entonces volverse más valiosa, con lo que proporciona diferenciación sobre la misma y es extensible a otros mercados.

Dentro de la primera línea de investigación, partiendo de la evidencia empírica, se han analizado los patrones de construcción de capacidades tecnológicas y se realizaron esfuerzos por identificar diferentes niveles de acumulación. Es a partir de esta idea, que se desarrollaron varias taxonomías.

Una de las primeras y más utilizadas fue propuesta por Lall (1999), quien clasificó el desarrollo de capacidades tecnológicas por funciones: inversión, producción y grado de dificultad [Tabla 3].

Tabla 3: Taxonomía de capacidades tecnológicas

			Funciones					
			Inversión		Producción			
			Pre Inversión	Ejecución de Proyecto	Ingeniería de Procesos	Ingeniería de Producto	Ingeniería industrial	Enlaces dentro de la economía
Grados de complejidad	Básico	Rutinas Simples (Basadas en Experiencia)	Estudios de viabilidad, selección de ubicación, calendarización de inversiones	Construcción de obra civil, funciones de soporte, instalación de equipo, trabajos por comisión.	Detección de problemas, control de calidad, balanceo de cargas, mantenimiento preventivo, asimilación de procesos de tecnología	Asimilación de diseño de productos, adaptaciones menores a las necesidades de mercado	Flujos de trabajo, programación de tiempos, estudios de tiempos y movimientos. Control de inventarios.	Búsqueda de bienes y servicios locales, intercambio de información con proveedores
	Intermedio	Duplicación Adaptativa	Búsqueda de fuentes de tecnología. Negociaciones de contratos. Negociaciones de términos adecuados. Sistemas de información.	Adquisición de de equipo, trabajos de ingeniería detallados, entrenamiento y contratación de personal calificado	Adaptación de procesos y reducción de costos, adecuación de equipo, licenciamiento de nuevas tecnologías	Mejoras de calidad de producto y asimilación de tecnologías importadas de nuevos productos	Monitoreo de productividad, coordinación de mejoras	Transferencia de tecnología de proveedores locales, diseños coordinados con varios socios. Enlaces de ciencia y tecnología
	Avanzado	Innovación Riesgosa (Basado en Investigación)		Procesos básicos de diseño. Manejo de equipo de diseño y materiales.		Innovación de producto hecha internamente, investigación básica		Capacidades de desarrollo, investigación y desarrollo cooperativo, licenciamiento de propiedad intelectual a otros.

Fuente: Lall, 1999

A esta matriz propuesta por Lall (1999), Bell y Pavitt le hicieron adecuaciones pues además de las funciones de inversión y producción, agregaron una categoría técnica de soporte; en la que clasifican las actividades de vinculación externa, interna y de modificación de equipo (Dutrenit, 2006). A partir de esta taxonomía originalmente propuesta por Lall (1999), Padilla (2008) también le hace una adaptación donde distingue las capacidades orientadas a la organización de procesos, de aquellas orientadas al desarrollo de productos [Tabla 4].

Dentro de la primera categoría, clasifica las actividades orientadas a los procesos de fabricación y a mejorar su eficiencia. En la segunda categoría, engloba las capacidades orientadas al desarrollo de productos, modificaciones o mejoras de productos existentes y la creación de nuevas tecnologías que serán utilizadas en los productos.

Tabla 4: Taxonomía de capacidades tecnológicas adaptada

		Tipos de Capacidades	
		Organización de Procesos	Centradas en Producto
Niveles de capacidades	Básicas	• Subensamble y ensamble de componentes y productos finales • Cambios menores a procesos para adaptarlos a las condiciones locales • Mantenimiento de equipos y maquinarias • Plantación y control de producción • Mejoras de eficiencia en tareas existentes	• Duplicación de especificaciones y diseños • Adaptaciones menores de tecnologías de productos derivado de necesidades de mercado • Controles de calidad rutinarios para mantener standards y especificaciones
	Intermedias	• Fabricación de componentes • Cambios de "Layout" • Certificaciones internacionales (ISO 9000) • Introducción de técnicas de producción ("Justo a tiempo, o control estadístico de procesos") • Automatización de procesos • Producción flexible • Selección de tecnologías de equipo capital	• Departamento de diseño de productos • Desarrollo de prototipos • Mejoras de calidad de producto
	Avanzadas	• Diseño propio de manufactura • Mejoras mayores a maquinaria • Desarrollo de equipo • Desarrollo de nuevos procesos de producción • Desarrollo de software para la manufactura • Innovación radical en la organización • Procesos orientados de I+D	• Desarrollo de nuevos productos o componentes • I+D de nuevas generaciones de productos • Investigación de nuevos materiales y nuevas especificaciones

Fuente: Padilla, 2008

Otra taxonomía [Tabla 5] propuesta por Viotti (2002), derivada de estudios realizados en Brasil y Corea del Sur, tiene un enfoque evolutivo basado en la adopción y transferencia de tecnología, en el que clasifica las capacidades en tres categorías: la primera asociada con capacidades de producción, la segunda con capacidades de mejora y la tercera con capacidades de innovación.

Tabla 5: Taxonomía de capacidades tecnológicas propuesta por Viotti

Capacidades tecnológicas básicas y funciones técnicas de firmas industriales	
	Funciones técnicas típicas
Capacidades de Producción	Asimilación de procesos y productos tecnológicos. Incrementos pasivos de innovación. ▪ Adaptaciones menores a las condiciones locales (de infraestructura, proveeduría de servicios y productos, y demanda de productos) ▪ Balanceo de líneas de producción ▪ Detección de problema y mantenimiento de rutina ▪ Administración de las proveedurías y suministrar órdenes a ventas ▪ Control de calidad del producto final ▪ Entrenamiento ocasional
Capacidades de Mejora	Dominio del proceso y los productos tecnológicos. Innovación activa incremental ▪ Adaptaciones mayores a condiciones locales ▪ Experimentación en el piso de fabricación ▪ Mantenimiento preventivo ▪ Red de proveedores y consumidores ▪ Sistemas de calidad total ▪ Entrenamiento permanente ▪ Mejoras de procesos y productos ▪ Adaptación de equipos ▪ Búsquedas de tecnologías externas, imitación de productos, ingeniería en reversa ("Reverse engineering") ▪ Enlaces con grupos de ciencia y tecnología ▪ Capacidades de Investigación y desarrollo (I+D) "In House"
Capacidades de Innovación	Innovación de productos y procesos tecnológicos ▪ Innovación de productos y procesos ▪ Capacidades de I+D "In House" ▪ Investigación básica ▪ Trabajos en cooperación de I+D ▪ Licenciamiento de tecnologías a terceros

Fuente: Viotti (2002)

Con esto, se observa que la taxonomía de Padilla [Tabla 4] le da mayor importancia al desarrollo de procesos y productos. Mientras que la de Lall tiene más énfasis en la inversión y la producción. Una posible explicación de ello pudiera ser que dentro de la industria de tecnología, el capital humano y el conocimiento tienen mayor relevancia que el capital financiero. Padilla deja de contemplar la función de inversión, no porque no tenga relevancia, sino simplemente porque le asigna menor peso en la industria de tecnología.

Por esto, al comparar las taxonomías propuestas por diversos autores se encuentran tres enfoques principales. El primero derivado de Lall (1999) donde la producción y la inversión se consideran como las dos categorías. En el segundo se le da más relevancia a la creación de productos e innovación (Padilla, 2008). Mientras que en el tercero, los autores que han trabajado con países en desarrollo han creado una taxonomía que contiene además un componente de transferencia de tecnología que pasa por varias etapas antes de llegar a la madurez (Araffin y Figueredo, 2004; Viotti, 2002).

Cabe resaltar que la importancia que cada uno de los actores tiene dentro del proceso del acrecentamiento de capacidades tecnológicas puede variar para cada industria. Esto fue algo que Pavitt (1984) propuso al documentar la taxonomía de los patrones sectoriales para la adquisición del conocimiento [Tabla 6].

De aquí se desprende la propuesta de análisis sectorial, que destaca las diferencias y similitudes que existen entre sectores en términos del incremento de capacidades tecnológicas. Al tener los diferentes sectores características particulares en sus procesos de aprendizaje, tipos de tecnologías, estructuras organizacionales, desarrollo de generación de procesos y productos, enlaces entre los actores y las instituciones que participan (Solleiro, 2006).

Tabla 6: Taxonomía de los sectores sectoriales para la adquisición del conocimiento

Sectores de Pavitt	Ejemplos	Características
Sector dominado por el proveedor (Supplier Dominant Sector: SD)	Agricultura y Manufactura tradicional	La fuente de conocimiento técnico está fuera de la firma
Sector de alta escala (Scale Intensive Sector: SI)	Automotriz, construcción, materias primas, productos de consumo	La fuente de tecnología está en la ingeniería de producción y procesos, proveedores, y oficinas de diseño. Son conservadores y sus mejoras son incrementales, principalmente en función de la demanda.
Sector basado en información (Information intensive sector)	Finanzas, comercio, turismo, impresión	Fuente de conocimiento técnico fuera de la firma
Sector basado en ciencia (Science base sector)	Electrónica, química	Investigación y desarrollo interno
Proveedores especializados (Specialized suppliers)	Maquinaria, Instrumentación, software	Diseño y usuarios avanzados. Son conservadores, las mejoras tienden a ser incrementales basadas en demanda

Fuente:Pavitt, 1984.

Dentro de esta propuesta sectorial, Pavitt (1984) apunta que dentro de la industria electrónica el desarrollo principal de conocimiento tecnológico ocurre dentro de las empresas en sus centros de I+D. Este es un hallazgo significativo, ya que resalta la importancia del papel que las mismas empresas juegan en el crecimiento de la industria, pues la formación de las capacidades tecnológicas ocurre en gran medida dentro de ellas, y depende de sus capacidades para desarrollarlas y administrarlas.

2.2.3.- Procesos de desarrollo de capacidades tecnológicas

Como se mencionó anteriormente, al definir el concepto de capacidades tecnológicas se habla del “conocimiento tecnológico” como un elemento clave en su progreso; de aquí surge la pregunta sobre cuáles fueron esos procesos de adquisición y desarrollo del mismo.

Autores diversos han realizado estudios sobre cómo se desarrollan las capacidades tecnológicas en una determinada región. Entre los más destacados se encuentran: Linsu (1997), que ha hecho investigaciones sobre el incremento de capacidades tecnológicas en Corea; Hobday (1995) en Taiwán y Singapur y Figueiredo y Ariffin (2004) en Brasil.

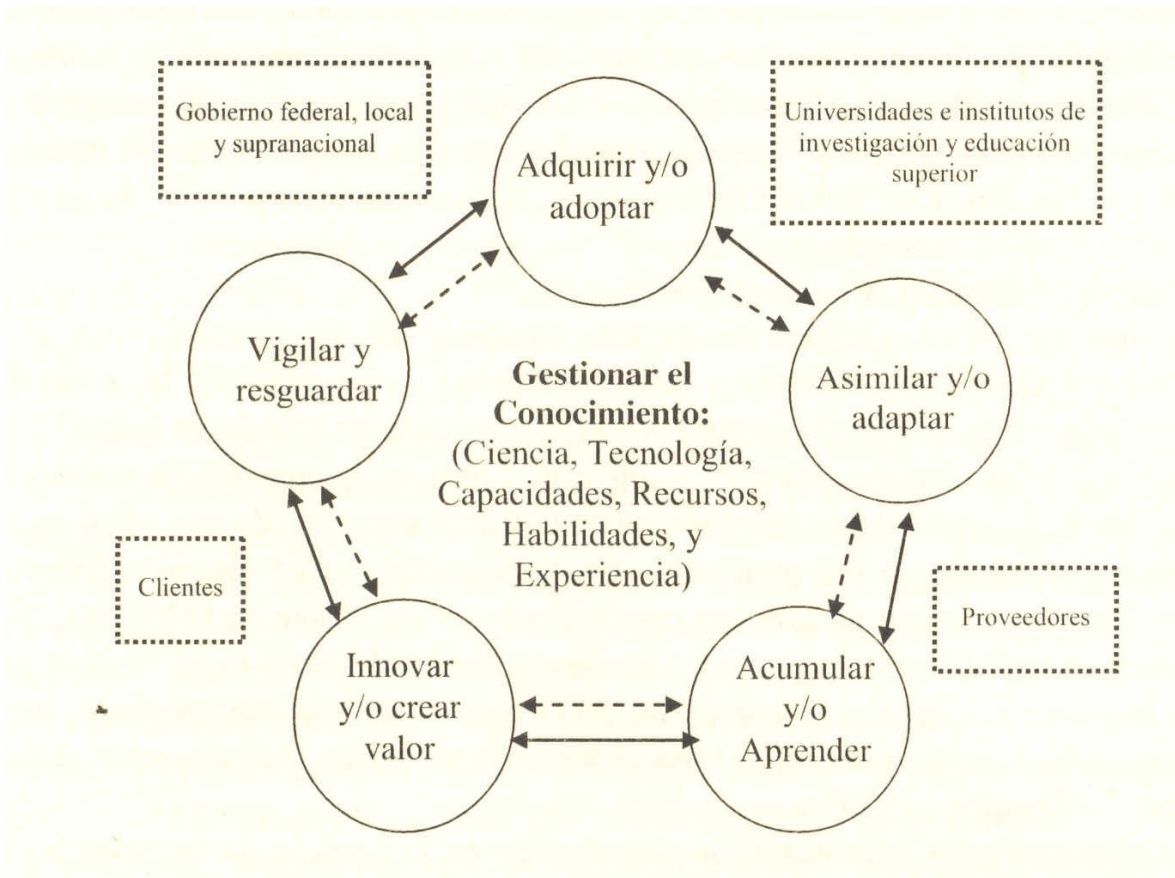
Linsu (2001) analiza cómo Corea adquirió el conocimiento necesario y desarrolló las capacidades tecnológicas que hoy tiene al destacar cuatro mecanismos mediante los cuales se logró este crecimiento: educación, transferencia de tecnología del extranjero, la creación de *chaebols* (grandes conglomerados familiares) y la movilidad de gente con experiencia. De la misma forma, describe cómo fueron acumulando gradualmente dichas capacidades, que iniciaron haciendo “imitación por duplicado” para luego pasar a “imitación creativa”. Después, empezaron a realizar mejoras o agregar características nuevas a productos existentes que anteriormente solamente se duplicaban y, finalmente, realizaron desarrollos innovadores. En términos de los procesos de aprendizaje se pasa de “aprender haciendo” a “aprender investigando”. El mismo Linsu (2001) menciona que en países desarrollados, el crecimiento de las capacidades tecnológicas proviene del “aprendizaje derivado de la investigación”, mientras que en países en vías de desarrollo las capacidades se dan principalmente derivado de un modelo de “aprender haciendo” (learning by doing).

Hobday (1995), a su vez, narra cómo las firmas en Singapur pasaron de ser fabricantes de equipo a producir sus propios diseños: en el que describe como un proceso gradual de acumulación de conocimiento donde el gobierno y las empresas participaron; puesto que Corea, Singapur y Taiwán han sido de las pocas economías que han pasado de hacer “aprender haciendo” a “aprender investigando”.

Figueiredo y Ariffin (2004) analizaron el aumento de capacidades tecnológicas en la industria electrónica en Brasil y Malasia. Utilizando la taxonomía de Lall (1999), [Tabla 2] encontraron dos posibles trayectorias que las empresas pueden seguir. La primera es transitar por las diferentes etapas de dificultad al empezar con las capacidades de compra de equipo, construcción y mantenimiento de infraestructura y contratación de personal, pasando por habilidades de producción, procesos productivos, administración de negocios, hasta llegar a diseñar y probar productos y componentes. La segunda es una trayectoria derivada de las discontinuidades de la tecnología: es cuando se crean capacidades nuevas al desarrollarse una nueva tecnología; por ejemplo el paso que se dio del radio analógico a la radio digital satelital.

Jasso (contenido en Micheli, 2008), realiza una representación mostrando diferentes posibles mecanismos de desarrollo de capacidades y conocimientos, englobados dentro del SNI [Figura 18]

Figura 18: Mecanismos para el desarrollo de capacidades y adquisición del conocimiento.



Fuente: Jasso, contenido en Micheli, 2008

Al explorar el tema de las transferencias de capacidades por parte de las multinacionales, Figueiredo y Ariffin (2004) reflexionan sobre el papel que éstas tienen en el desarrollo de capacidades innovativas o si esto se debe a la función de la ubicación, la situación y relación del país de donde provienen las multinacionales y el país o región donde el crecimiento está ocurriendo. En sus conclusiones encuentran que contar con multinacionales genera cierto grado de incremento de capacidades tecnológicas. Aunque también señalan que deben existir esfuerzos que permitan aumentar el desarrollo de capacidades tecnológicas tales como: incrementar el número de firmas transnacionales con estas

capacidades, desarrollar gente local que pueda tomar puestos claves en la gerencia de estos negocios y realizar una evaluación de la infraestructura de tecnología local (IES y centros de investigación) que sean parte del desarrollo de las empresas.

El impacto que las multinacionales tienen en los países en el desarrollo de sus capacidades tecnológicas, provoca opiniones múltiples y divididas en términos de los beneficios recibidos contra los incentivos que los países ofrecen para atraer a dichas empresas, así como el efecto de invasión (*crowding out*) que éstas tienen en dichas regiones, que alejan la inversión de empresas locales en los sectores donde las multinacionales pertenecen, debido a la incapacidad de competir con ellas (Figueiredo y Ariffin, 2004).

Los estudios realizados por Linsu (2001), Hobday (1995), Ariffin y Figueiredo (2004), coinciden al tratar las trayectorias que los países en desarrollo han seguido para la adquisición de capacidades tecnológicas como un patrón diferente al que siguen los países desarrollados, ya que estos últimos normalmente inician por una etapa de absorción, y este proceso puede tomar varias formas: imitación tecnológica, o empiezan con procesos de manufactura que gradualmente adquieren más capacidades, así como multinacionales que transfieren tecnología. Asimismo, en algunos de estos casos, se describe la participación del gobierno o de varios actores, es decir, estas capacidades no son simplemente la suma de las capacidades de las empresas desarrolladas de manera aislada, sino la suma también de otros factores exógenos (Padilla, 2008).

2.3.- Enfoques para el estudio del desarrollo de capacidades tecnológicas

En el acrecentamiento de las capacidades tecnológicas intervienen varios componentes como son los patrones de aprendizaje y sus posibles trayectorias, así como las taxonomías derivadas, los múltiples participantes y sus interacciones, además de las dinámicas internas de las empresas.

Como se dijo anteriormente, al tratar el tema del desarrollo de las capacidades tecnológicas se pueden encontrar tres enfoques: los cuales, como lo describe Chanaron (2006), se agrupan en dos grandes categorías de estudio; una a nivel macro y la otra a nivel micro dentro de la firma.

El primer enfoque, a nivel macro, considera el desarrollo de capacidades tecnológicas como el resultado del esfuerzo conjunto de diferentes actores y sus interrelaciones, tales como el gobierno, las instituciones de educación superior y las empresas. Dentro de este enfoque, se destaca el planteamiento de Lundvall (2002) con su Sistema Nacional de Innovación (SNI).

Al observar la evolución de diferentes enfoques que se han utilizado al analizar el acrecentamiento de las capacidades tecnológicas, inicialmente se propuso a los recursos humanos (*resource based view*) de las empresas como el centro del desarrollo de las capacidades tecnológicas, posteriormente se incorporó a los clientes como una fuerza adicional que incentivaba el incremento de dichas capacidades (*market pul theories*). De estos dos enfoques surge un marco integrador donde se sugiere que el desarrollo proviene del enlace entre los clientes y los recursos de la empresa (*Chain-link theories*) (Landry, 2000). Hacia finales de los 80 y principios de los 90, aparece el concepto de sistema, el término utilizado es sistemas de innovación.

Así es como se establece el término de SNI, donde se presenta el desarrollo de capacidades tecnológicas como el resultado del esfuerzo conjunto de diferentes actores tales como: gobierno, instituciones de educación superior y empresas.

El segundo enfoque que participa en el desarrollo de capacidades tecnológicas y que ha cobrado mayor importancia en los últimos años, es el capital social como un elemento intangible que opera como enlace entre lo que ocurre a nivel macro y las empresas, así como entre éstas. De la misma manera que el capital físico y el capital humano son clave en el progreso de las capacidades, el capital social se considera como un factor importante que contribuye a este avance.

El tercer enfoque englobado en la administración de la tecnología es la identificación y desarrollo de capacidades claves (*core competencies*) dentro de la firma. Esta perspectiva busca entender la existencia o ausencia de lineamientos orientados a administrar el proceso de acrecentamiento dentro de las empresas, la utilización de procesos de mercadotecnia y ventas que permitan identificarlas, y finalmente el uso de éstas para darles una ventaja competitiva.

2.3.1.- El Sistema Nacional de Innovación

Este concepto fue introducido por Lundvall en 1985, y posteriormente usado por Freeman en 1987 (Solleiro, 2006). Dentro de este planteamiento se enmarcan las capacidades tecnológicas como una serie de habilidades de múltiples ámbitos y en todos los niveles: empresa (micro), región (meso) y país (macro). El mismo autor (2006, p. 19) cita a Freeman (1987), que define el SNI como “la red de instituciones de los sectores públicos y privados cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías”.

Dosi (1988) señala que las diferentes propuestas le han dado un mayor o menor énfasis a diferentes elementos dentro del concepto de sistemas nacionales de innovación. Nelson (1993), citado por el mismo Solleiro (2006), dice que se han enfocado al papel de las instituciones nacionales y las políticas de apoyo a la innovación; mientras que Lundvall (2002), citado por el mismo autor (2006), ha puesto más atención a las relaciones usuario-proveedor y al crecimiento asociado a las bases del conocimiento colectivo. Finalmente, este autor (2006), cita a Patel y Pavitt (1994), como quienes han centrado su estudio en los vínculos entre patrones nacionales de acumulación tecnológica y las capacidades desarrolladas por las empresas.

Lundvall (2002) menciona que los estudios hechos sobre el crecimiento japonés asocian su capacidad de absorción, acrecentamiento y aprovechamiento de nuevas tecnologías a su “sistema” al señalar a la empresa como la pieza central en este proceso.

En los sistemas de innovación, Pavitt (1984) encontró varios patrones, como se mencionó anteriormente al presentar su taxonomía en los diferentes sectores; sostiene que en los sistemas nacionales de innovación, los diferentes actores y sus vínculos pueden tener una importancia diferente dependiendo del tipo de industria (Lundvall, 2002).

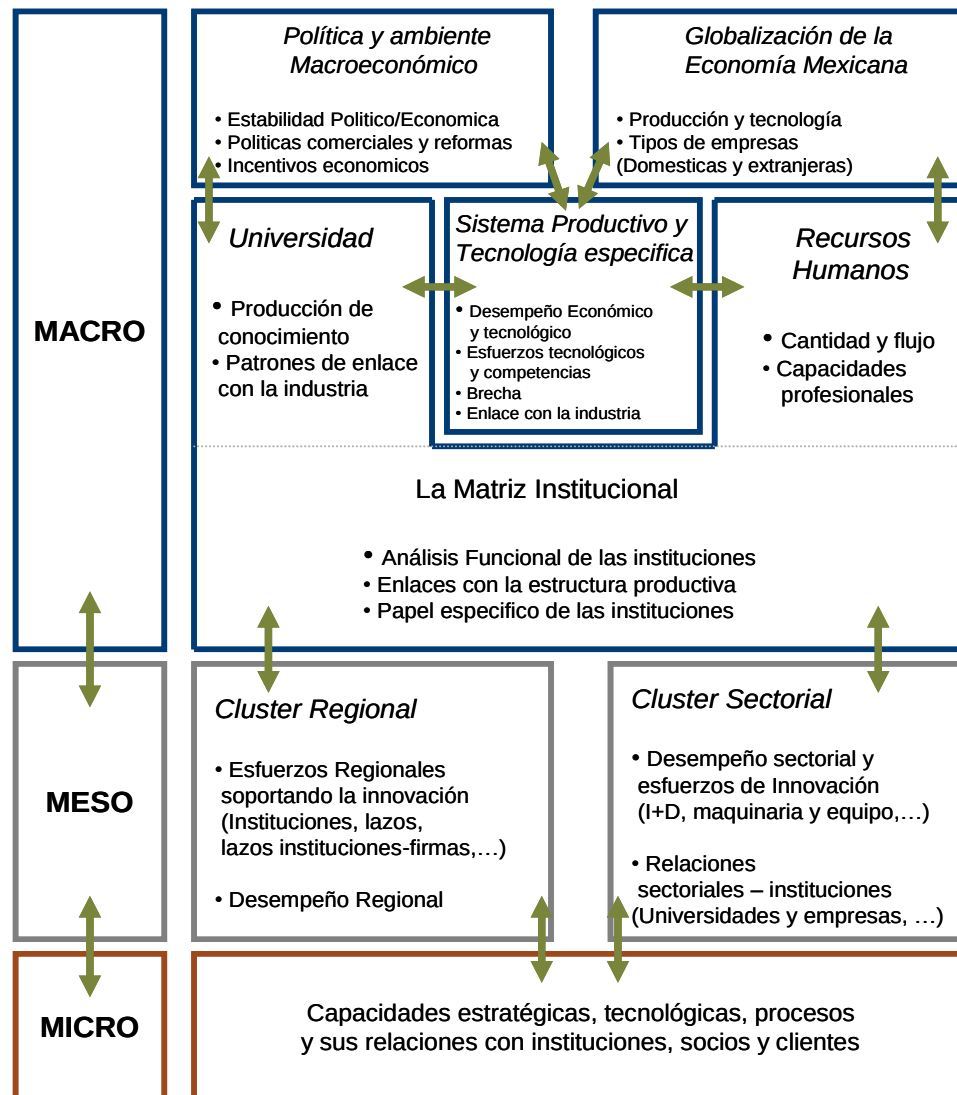
Por su parte, Cimoli (2000) menciona que en estas diferentes maneras de estudio del progreso de la innovación y el desarrollo de capacidades tecnológicas, algunos han enfocado su atención a los factores endógenos de la empresa que impulsan la innovación y sus efectos socioeconómicos e incluso culturales. Una de estas hipótesis fue la teoría económica sobre la evolución del cambio tecnológico, cuyo

foco es el comportamiento interno de las empresas respecto a la renovación tecnológica de su producción y sus efectos en el desarrollo competitivo.

La Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo (OECD,1997), ha definido al SIN, como los elementos y relaciones que interaccionan en la producción, difusión y uso de nuevo conocimiento aprovechable económicamente, y que están localizados dentro de las fronteras de una nación o un estado (Lundvall, 1992). A este concepto del SNI, la OCDE le ha dado un carácter más operacional: centrándose en la idea de flujos de conocimiento, ya que se dice que las empresas casi nunca innovan en aislamiento, pues interactúan con otras organizaciones, para incrementar, desarrollar e intercambiar varios tipos de conocimiento, información y otros recursos; lo que ha dado lugar al concepto de flujos de conocimiento que se ha constituido en el centro del análisis del SNI.

Cimoli (2000) retoma el concepto del SNI y propone un modelo mexicano de innovación que considera, en un primer eje, a los participantes en el incremento de las capacidades tecnológicas, siendo estas: instituciones de investigación, organismos públicos, ya que los lazos que entre ambos existen permiten la transferencia del conocimiento [Figura 18]. En un segundo eje involucra los métodos que permiten evaluar el desempeño de estos actores. Y finalmente el tercer eje, clasifica al SNI en tres niveles: micro (a nivel firma), meso (a nivel regional) y macro (a nivel nacional).

Figura 19: Sistema de innovación



Fuente: Cimoli, 2000

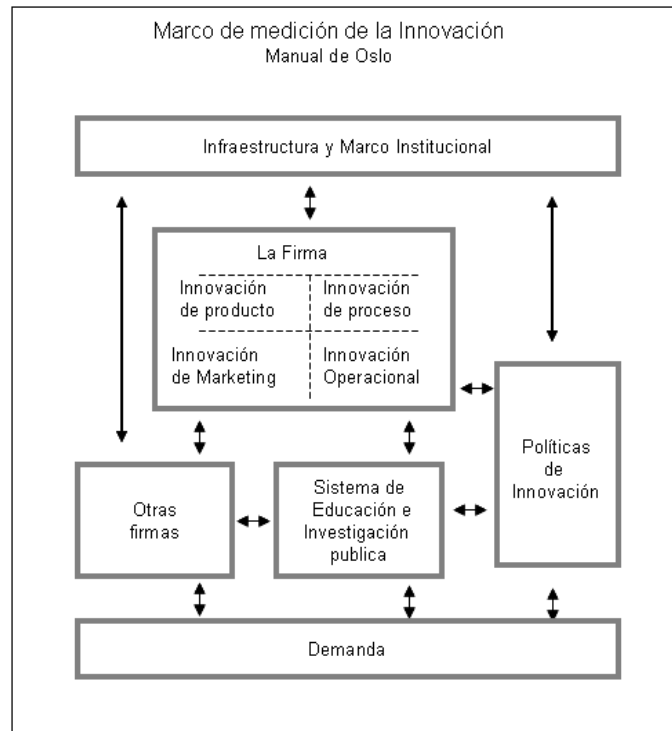
Este modelo, implementado por Cimoli (2000) y utilizado anteriormente en el ambiente mexicano, permite entender los elementos y lazos presentes que se han desarrollado, así como los que han hecho falta, porque este modelo al ser utilizado de manera regional permite identificar sus características particulares.

Dentro de este modelo, es importante notar cómo las IES además del papel que se les asigna como productoras de conocimiento y recursos humanos calificados, tiene un papel de enlace y colaboración con la industria. Este segundo rol es un componente importante en el SNI, al que algunos han definido como capitalismo académico, consistente en la participación activa de las instituciones educativas dentro del mercado, proporcionando apoyo directo a las empresas y en ocasiones participando en las actividades económicas de las mismas (Rhoades, 2004).

La OECD (1997) reconoce la importancia del SNI, por esto ha desarrollado mediciones que se centran en cuatro tipos de conocimiento o flujos de información: i) interacciones entre empresas, principalmente actividades conjuntas de investigación y colaboración técnica; ii) interacción entre empresas, IES e instituciones de investigación, que incluye investigación conjunta, patentes conjuntas, co-publicaciones y otros lazos informales; iii) la difusión del conocimiento y la tecnología a las empresas, que incluye la velocidad de adopción de tecnologías nuevas mediante maquinaria y equipo; y iv) la movilidad de personal, que existe entre el sector público y privado. En suma, la existencia de estos cuatro flujos contribuye a la mejora en la capacidad de innovación y el desarrollo de capacidades tecnológicas, que se nota al revisar el número de patentes, productos y productividad.

Un ejemplo de lo anterior, se encuentra en el Manual de Oslo (OECD, 1997), [Figura 19] dentro del cual se puede observar un modelo de la medición de la innovación que considera los múltiples elementos del SNI.

Figura 20: Modelo de la medición de la innovación



Fuente: Manual de Oslo, 1997

Asimismo, es importante resaltar que existe otro concepto, desarrollado por Etzkowitz (2002), similar al del SNI llamado: “Triple Hélice”, que está conformado por la relación Industria-Gobierno-Universidad. Si bien también es un concepto valioso, no contiene todas las posibles interacciones y complejidades que el SNI representa de forma más adecuada.

Cabe mencionar, como lo hace Lundvall (2000), que un problema de este enfoque de sistema corre el riesgo inminente de tener una visión determinista donde es difícil descubrir la fuente de las cosas con excepción del cambio incremental. Así, es primordial utilizar el SNI como un elemento más de análisis y no como el único, sin olvidar a la empresa como el centro del mismo.

2.3.2.- El rol del capital social en el desarrollo de capacidades tecnológicas

El segundo elemento participante en el desarrollo de capacidades tecnológicas que ha cobrado mayor importancia en los últimos años, es el acrecentamiento del capital social como un elemento intangible que participa en el progreso económico. La OECD (2001) identifica al capital social junto con el capital físico; el capital humano y el capital natural como las piezas claves para la creación e incremento de las capacidades, el mejoramiento del bienestar humano y la mejora en el producto interno bruto de un país.

La idea de la existencia de un elemento intangible que une a la comunidad y le permite colaborar entre sí no es nueva. Ya en 1916, Hanifan hablaba de ello; incluso dentro de este concepto lista la simpatía, la buena voluntad y las relaciones sociales como parte de esta idea sin llegar a utilizar el término específico de capital social.

Coleman (1988) define el capital social por su función: no es una sola entidad sino un conjunto de ellas que son valiosas por permitir lograr fines que de otra manera serían difíciles. Este autor utiliza un caso para ejemplificar el valor del capital social, definido como la confianza entre un grupo, que agiliza y facilita el proceso económico del mercado de diamantes, cuando describe el comercio de estos en ciertas áreas donde éste se presta a los interesados para su evaluación, sin que existan garantías legales o financieras, solamente la confianza entre los vendedores y los compradores.

A partir de ahí, Coleman (1988) identifica tres formas de capital social: primero las obligaciones y expectativas que dependen de la confianza en el ambiente social; segundo la capacidad de flujo de la información dentro de la estructura social de

manera que proporcione las bases de las actividades y tercero; la presencia de normas acompañadas de sanciones efectivas.

Como se observa, la definición de Coleman (1998) es bastante amplia. La OECD (2001), a su vez, da un término más conciso al definirlo como las redes y las normas, valores y entendimiento que facilita la cooperación dentro de los grupos y entre éstos.

De la misma forma, Adler y Kwon (2002, pág. 18) ofrecen una definición más puntual relacionada con el progreso económico pues define el capital social como: "la buena voluntad que otros tienen hacia nosotros y el valor que esto tiene"; además como la influencia que ello tiene en "el éxito de las carreras, encontrar trabajos, intercambio de recursos e innovación de producto, disminución de la rotación, aumento en la creación de nuevos negocios, promoción en la creación de capital intelectual, reforzar las relaciones entre proveedores y redes regionales de producción y el aprendizaje inter-organizacional".

Otros autores han definido al capital social como el conjunto de valores y normas que promueven la cooperación, o como el valor colectivo de las redes sociales y la inclinación que de ellas surge por ayudarse entre sí (Fukuyama, 2002; Putman, 2000).

En resumen, las definiciones son muy amplias, siendo esta causa un reflejo de la extensión en la que el concepto se utiliza, por lo que ha tenido aplicación en temas sociales, políticos, económicos, entre otros.

Al hablar sobre la transferencia de conocimiento, Lundvall (2002) menciona que el aprendizaje depende del capital social, donde se puede encontrar evidencia de la importancia de éste y del incremento de capacidades. Yli-Renko, Autio y Sapienza

(2000) establecen los aspectos en el que el capital social interviene en el éxito de las empresas nacies al identificar su intervención en la adquisición de conocimiento, en la explotación del mismo, en la correlación positiva entre el capital social y la creación de productos, así como en la diferenciación tecnológica. Además del impacto que el capital social tiene en la reducción de costos; porque al haber confianza, los individuos se protegen menos dentro de las transacciones de negocio al igual que los dueños de negocio pierden menos tiempo dándole seguimiento a sus proveedores, empleados y socios; lo que hace que haya más tiempo para dedicarse al desarrollo de capacidades tecnológicas (Landry, Nabil, Lamari, 2000). Estos ahorros en costos y tiempos, le dan a las empresas una ventaja competitiva.

Akcomak (2006) encontró que existe una relación proporcional en el nivel de capital social, midiendo el grado de confianza entre los individuos y el desarrollo de capacidades tecnológicas innovadoras. Si bien este estudio pone atención en sólo una faceta del capital social, permite establecer una correlación entre el capital social, la aparición y el crecimiento de capacidades.

Fukuyama (1995) define el alcance del capital social como el “radio de la confianza”. Se refiere en particular a las sociedades latinoamericanas como ejemplo de un radio muy cerrado, que produce dos sistemas de confianza, uno reservado para la familia y amigos cercanos y otro en menor grado para el resto de la sociedad; lo cual puede llegar a favorecer la corrupción.

La OECD (2001) también distingue diferentes niveles, aunque contempla tres tipos de confianza dentro del capital social: la confianza interpersonal dentro de las familias o amigos cercanos, la confianza interpersonal entre personas extrañas, y la confianza en las instituciones públicas y privadas.

Incluso el Banco Mundial ha desarrollado medidas sobre el capital social. Una de ellas evalúa el nivel de confianza que los individuos tienen sobre los demás, y es interesante notar la gran dispersión que se muestra dentro de los diferentes países. México se encuentra en un punto medio de la dispersión.

La OECD (2001) recalca la importancia del capital social: redes, confianza, alianzas y relaciones de colaboración como la base de la nueva economía [Tabla 7]; en donde la innovación depende cada vez más de la colaboración y las redes, elemento valioso de la ventaja competitiva (Porter, 1990).

Tabla 7: Nivel de confianza en diferentes países de la OECD.

Table 3.1. A measure of trust (World Values Study), 1995-96			
Percentage of people saying that most people can be trusted			
OECD Members			
Norway	65.3	Italy*	35.3
Sweden	59.7	Belgium*	33.2
Denmark*	57.7	Austria*	31.8
Netherlands*	55.8	United Kingdom	31.0
Canada*	52.4	Korea	30.3
Finland	47.6	Czech Republic*	30.3
Ireland*	47.4	Spain	29.8
Japan	46.0	Mexico	28.1
Iceland*	43.6	Hungary*	24.6
Germany	41.8	France*	22.8
Switzerland	41.0	Portugal*	21.4
Australia	39.9	Turkey	6.5
United States	35.6		
Selected non-OECD members			
India	37.9	South Africa	18.2
Chile	21.9	Argentina	17.5
Nigeria	19.2	Brazil	2.8

* 1990-91 data
 1. The question posed in the survey was: "Generally speaking, would you say that most people can be trusted, or that you can't be too careful in dealing with people?"
 Source: World Values Study and Knack and Keefer (1997).

Fuente: OECD (2001)

Jasso (2004), utiliza el término "sistema sociotécnico" para referirse a estas vinculaciones que ocurren entre empresas y el mercado y lo identifica como un elemento clave en el proceso de desarrollo tecnológico

En resumen, son relevantes dos elementos de las definiciones sobre capital social para esta investigación sobre el crecimiento de capacidades de diseño electrónico. El primero es su contribución a la formación de redes que permiten transferencia de conocimiento, y el segundo los contactos de posibles clientes y proveedores.

El término comúnmente asociado a estas redes dedicadas a la difusión y transferencia de conocimiento es redes de conocimiento. El objetivo de esta investigación no es realizar un análisis sobre las mismas dentro de la región estudiada, sino simplemente observar su presencia e influencia en el desarrollo de capacidades de diseño electrónico, y cómo éstas se derivan del capital social.

En paralelo a los dos elementos del capital social, es importante considerar la presencia de éste en la formación y evolución de redes en la región en el tiempo. Esto último a partir de la movilidad de los actores y la acumulación de este intangible.

Un aspecto a considerar al estudiar este concepto, es el poder diferenciar el componente del capital social que contribuye al desarrollo de las capacidades tecnológicas del que es utilizado para mantener el status quo (Audretsch, 2006). Para esta investigación solamente se busca identificar aquellos elementos del capital social que ayuden al desarrollo sin poner atención al resto.

2.3.3.- Identificación y desarrollo de capacidades clave

Lundvall (2002) menciona que el progreso de la economía está determinado en gran medida por lo que pasa en los negocios a nivel individual. En tanto Prahalad (1993) al estudiar la evolución de la industria electrónica y automotriz hace un recuento de las compañías que mantuvieron y crecieron su presencia en el

mercado con aquellas que la perdieron o que no incrementaron su presencia en el mismo. A partir de estas experiencias, fija la capacidad de las empresas para identificar, desarrollar y utilizar sus competencias claves (*core competencies*) como un componente importante para lograr el crecimiento de una empresa.

Hamel (1994) le atribuye tres características a dichas competencias. La primera consiste en que estas capacidades le dan a la empresa una diferenciación que la separa de la competencia y la hace difícil de imitar. La segunda es que esto representa un valor significativo para el cliente. Y la tercera reside en que esta capacidad puede ser extendida a otros productos o mercados, lo que le da a la empresa posibilidades de crecimiento futuro.

Estas competencias están asimiladas en toda la organización (Prahalad, 1993), muchas de ellas son tácitas. Una tecnología de manera independiente no se vuelve en una competencia clave, sino mediante la integración de la misma y en los procesos que las empresas desarrollan para su utilización dentro de la institución y en cómo se administran dichos procesos: esto se convierte entonces en una competencia clave.

Las empresas deben ser capaces de identificar estas capacidades claves y desarrollarlas. Porque son parte de la organización, pues no residen en un individuo o un proceso solamente ya que son el resultado del conjunto de habilidades y tecnologías organizacionales colectivas.

2.4.- El emprendedurismo como condición esencial para el impulso de capacidades tecnológicas

Se ha mencionado en este trabajo tres componentes necesarios para la aparición y avance de capacidades tecnológicas: una de ellas es la presencia de un Sistema

Nacional de Innovación (SIN), que para su operación debe contar con un proceso de acumulación de capital social y la habilidad de las empresas de desarrollar capacidades claves, que les permitan tener ventajas competitivas en los mercados en los que operan.

Por tanto, es conveniente detenerse brevemente a revisar un elemento necesario dentro del surgimiento de las empresas y el SIN: la presencia de emprendedurismo, como condición *sine qua non* del desarrollo tecnológico.

Gries y Naude (2009) citan a Hart (2003) cuando definen de manera concisa el emprendedurismo como “el proceso de empezar y continuar la expansión de un nuevo negocio”. Existen otras definiciones, por ejemplo desde la óptica de la economía se le da un enfoque a la capacidad de canalizar recursos económicos y humanos, así como de tomar decisiones para un fin económico. Desde la perspectiva de la administración, se hace énfasis en la planeación, la identificación de oportunidades y las capacidades claves necesarios para obtener ciertos logros (Audretsch et al., 2006).

La OECD tiene una definición más adecuada para el tipo de capacidades a las que se hacen referencia en este documento, ya que define a los emprendedores como “agentes de cambio y crecimiento en una economía de mercado y ellos pueden actuar para acelerar la generación, diseminación y aplicación de ideas innovadoras... Los emprendedores no sólo buscan e identifican oportunidades económicas rentables sino que además están dispuestos a tomar riesgos para ver si sus corazonadas son correctas” (OECD, 1998, p. 11).

Esta última definición describe dos características propias de las industrias de tecnología: la capacidad de utilización de ideas innovadoras y la toma de riesgos. La primera está relacionada con la identificación de capacidades claves, ya

abordada, y la segunda, no menos importante, pertenece a la capacidad de toma de riesgos.

El emprendedurismo dentro de las Pymes no siempre ha sido propuesto como clave del desarrollo económico. Durante la época de la posguerra, se consideraban las inversiones en capital físico como la clave del crecimiento económico, siendo las grandes compañías las que tenían ventaja en ello. En Estados Unidos se pensaba que la manera de competir exitosamente contra el sistema comunista, donde se tenía un control central del desarrollo económico y se podía dirigir grandes inversiones a ciertas industrias, era a través de las grandes corporaciones (Audretsch, 2006). Es Schumpeter quien presenta un análisis completo sobre el proceso de emprendedurismo y su papel en la creación de riqueza a través de su concepto de “destrucción creativa” que genera cambios constantes en el mercado y conlleva una mejora en la productividad y aumenta el crecimiento económico. Actualmente, partiendo de esta visión muchos economistas consideran al comportamiento individual que motiva a emprender como el principal elemento en el desarrollo de nuevas habilidades, aunque también se acepta que el entorno y las instituciones tienen influencia sobre las decisiones de las personas (Larroulet y Couyoumdjian, 2009).

Bajo este enfoque, parecería que las empresas pequeñas no podrían dedicar las cantidades de dinero que las operaciones de I+D requieren, por tanto no se veía al emprendedurismo en las Pymes como una actividad clave (Audretsch et al., 2006). En un estudio realizado por Audretsch (1990) corrobora que las grandes compañías eran las más innovadoras. Sin embargo, con la aparición de las nuevas tecnologías, se realiza un estudio donde se mide la innovación *per cápita* de las empresas que demuestra que las compañías de menos de 500 empleados tenían un grado de innovación de 0.309 comparado con un 0.202 de las grandes

empresas (Audretsch, 2006). Este estudio resalta la importancia del desarrollo de innovación en las Pymes, así como del emprendedurismo en ella.

Al buscar una explicación de este cambio, surgen varias hipótesis. Una de ellas tiene que ver con el cambio hacia una mayor importancia del conocimiento y una disminución de la relevancia del capital; otra está relacionada con el desarrollo tecnológico y en la disminución de la distancia entre las economías de escala que logran las grandes corporaciones y las Pymes; una hipótesis más vincula el cambio en las preferencias del mercado donde se han alejado de los productos producidos en masa; otra más trata sobre la desregulación que ha permitido la entrada de nuevas firmas a mercados a los que antes era difícil ingresar; otra hipótesis está relacionada con el desarrollo de una fuerza laboral diversificada, donde existen más mujeres e individuos de todas las culturas, lo cual también empuja hacia el desarrollo de nuevos negocios con características particulares; y por último, la globalización ha aumentado la competencia y, a su vez, incrementado la importancia de la innovación, lo cual ha disparado el desarrollo acelerado de nuevas ideas (Audretsch, 2006).

Una pregunta obligada al discutir el tema de emprendedurismo es sobre las variables que influyen en el desarrollo de emprendedores. La respuesta es amplia y compleja ya que puede ser abordada desde lo sociológico, psicológico y económico. A manera de ejemplo de una variable que influye en los niveles de crecimiento económico, es la diferencia entre los sueldos en las empresas y el potencial de las utilidades de un nuevo negocio, así como otros de tipo individual, como su coeficiente intelectual, si sus padres se autoempleaban y su deseo de independencia en conjunto con su liderazgo y deseo de responsabilidad (Audretsch, 2006).

Gries y Naude (2009) discuten las variables que tienen influencia en el emprendurismo para llegar a una distinción entre los estudios que se han realizado identificando los elementos a nivel macro de aquellos a nivel de la industria, y de los enfocados al interior de las empresas y los propios individuos.

A nivel macro puede considerarse como variables el producto interno bruto, la inflación, el nivel de desempleo y las tasas de interés. Dentro de la industria, Reynolds (1993) citado por Gries y Naude (2009), identifica varios elementos: la demanda en función al tamaño de la población y la economía, la riqueza personal, el nivel de especialización, la infraestructura, el gasto del gobierno, la educación y la salud. Los estudios a nivel individual, en los que se involucran factores como educación, nivel económico, si sus padres tuvieron actividades de autoempleo, entre otros.

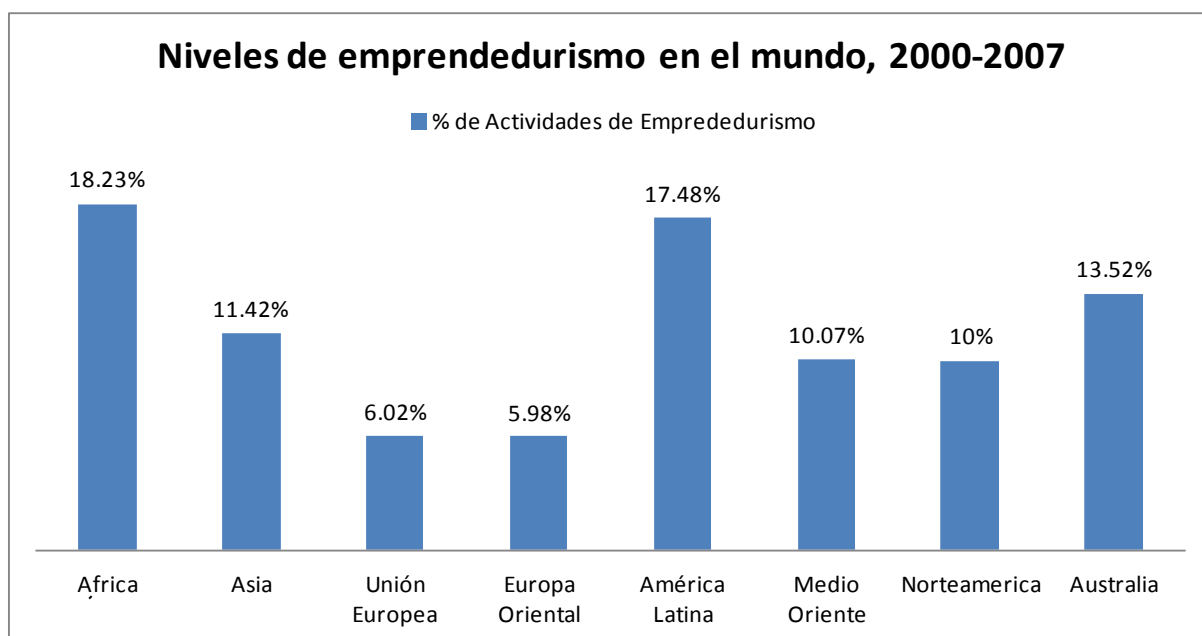
Adicional a lo anterior, está la fuente de conocimiento de donde los emprendedores se nutren. Es aquí donde se establece una relación con los SNI, ya que éstos aprovechan los derrames del conocimiento producido por las IES, centros de investigación u otras empresas, en muchos casos grandes multinacionales. Este tema ha sido estudiado ampliamente en el *Knowledge Spillover Theory of Entrepreneurship* (Audretsch et al., 2006).

Otra habilidad íntimamente relacionada con el emprendedurismo, es la habilidad de estos para detectar oportunidades y capacidades: aquí es donde se tiene igualmente una relación directa con las competencias claves.

Aún más, puede observarse la necesidad que los emprendedores tienen para contar con capital social que les permita el acceso a estos derrames de conocimiento producidos por el SNI, así como la detección de oportunidades y capacidades que son necesarias para los futuros clientes y proveedores.

Al estudiar este fenómeno en America Latina es necesario separar el emprendedurismo informal, principalmente detonado por una necesidad económica y de autoempleo, de aquel que es formal con un propósito de negocio organizado. Esto es importante señalar, pues el nivel de emprendedurismo en estos lugares es mayor que en países como Estados Unidos, uno de los casos más estudiados por su capacidades de innovación y creación de nuevos negocios (Larroulet y Couyoumdjian, 2009) [Figura 20].

Figura 21: Niveles de emprendedurismo en el mundo, 2000-2007.



Fuente: Larroulet y Couyoumdjian, 2009.

En el presente trabajo no se busca estudiar los factores que afectan el desarrollo de emprendedores, solamente se quiere identificar su presencia e importancia en el desarrollo de las capacidades tecnológicas dentro de las Pymes. Sin embargo si se deseaba hacer notar que detrás de este tema existen diversas variables.

2.5.- Las capacidades tecnológicas como resultado de un sistema multidimensional

En síntesis se pudo observar a lo largo de este capítulo, cómo se han contemplado tres componentes conceptuales para la comprensión del desarrollo de capacidades tecnológicas de diseño electrónico en la ZMG: el primero, la presencia o ausencia de un sistema nacional y regional de innovación que contribuya al progreso de dichas capacidades. El segundo, el capital social que no sólo se extiende de manera regional, sino también fuera de las fronteras del país y por último, la capacidad de desarrollar competencias claves.

La combinación de estos enfoques permite tener un panorama más amplio que ayude a identificar los factores habilitadores o inhibidores de estas capacidades tecnológicas, orientadas a servicios para el diseño y pruebas de productos electrónicos de las Pymes en la ZMG.

Aunque existen múltiples estudios de autores como Linsu (2001), Hobday (2005), Ariffin y Figueiredo (2004) que tratan de contestar de alguna manera la pregunta de cómo se han desarrollado las capacidades tecnológicas y cómo aumentar este proceso en Brasil, Malasia y Corea; ninguno de ellos da la solución a particularidades que la región de Guadalajara y su industria requieren. Es decir, la manera tapatía de incrementar estas capacidades, es así que en este trabajo de busca aportar elementos de comprensión adicionales para ello.

CAPÍTULO 3

3.- Desarrollo de capacidades de diseño electrónico en las Pymes de la ZMG: Marco metodológico, antecedentes y trayectorias

3.1.- Marco Metodológico

Se describió en los capítulos anteriores cómo la industria electrónica multinacional, principalmente orientada a la maquila y manufactura en la ZMG, ha crecido a de manera significativa en las últimas décadas,. En contraste no ha habido un desarrollo paralelo de Pymes con capacidades de diseño electrónico. Lo cual es importante ya que como Solow lo había identificado, el desarrollo tecnológico es un elemento clave en el crecimiento económico, aunque no explicó las causas de este desarrollo (Larroulet, 2009).

Por otro lado, también se identificó la existencia de algunas empresas en la región que cuentan con capacidades de diseño electrónico. Lo que demostró que si bien existen pocos casos, la región ha sido capaz de construir ciertas capacidades. Y es a partir de estas compañías que se busca contestar las preguntas de esta investigación:

1. ¿Cuáles son los principales factores habilitadores, externos e internos, que han estimulado Pymes con capacidades de diseño electrónico en productos en la ZMG?
2. ¿Cuáles son los principales inhibidores, externos e internos, de las Pymes que han estimulado o inhibido la construcción de estas capacidades?

En el presente trabajo, como se describió en el capítulo dos, se utilizan varios enfoques para analizar y profundizar en el conocimiento de los elementos que intervienen en el desarrollo de las capacidades tecnológicas en la región. Y

además se emplean algunos estudios de países emergentes, Brasil y Corea, para contrastarlos con los resultados de esta investigación, lo que permitirá una mejor comprensión de la “manera tapatía” de desarrollo de capacidades tecnológicas.

Si bien existen múltiples estudios sobre la industria electrónica en la región (Cadelec, 2008; Carrillo, 2004; CEPAL, 1999; Padilla, 2008; Palacios, 2008), muchos de ellos narran los retos que ésta enfrenta como bien se han descrito aquí; sin embargo no se ha encontrado un estudio que permita entender con más profundidad cuáles son los elementos que intervienen en el desarrollo, o bien los inhibidores de las capacidades de diseño electrónico en las Pymes, partiendo de los casos ya existentes de empresas con estos tipo de actividades en la ZMG.

En los siguientes apartados de este capítulo se describe la metodología utilizada, entendiéndola como el proceso de transformación de la realidad percibida en datos aprehensibles y cognoscibles, que buscan volver inteligible el objeto de estudio (Reguillo, 1999). Después, en los siguientes capítulos, se presentan los hallazgos, mostrando primeramente las trayectorias seguidas por las empresas estudiadas, y finalmente los descubrimientos y conclusiones de este trabajo.

3.1.1- Generalidades del estudio de casos múltiples

Para la identificación de los principales factores externos e internos de las Pymes, que facilitan o inhiben el desarrollo de capacidades tecnológicas de diseño electrónico en productos en la ZMG, se utilizó una metodología cualitativa de estudio de casos múltiples, con fines exploratorios, que permitió describir sus trayectorias, particularidades y desempeño actual.

La metodología de estudio cualitativo, como Creswell lo menciona (citado por Leedy, 1997), constituye un proceso de búsqueda para entender problemas

sociales o humanos, basado en la construcción de una imagen compleja y holística, elaborada con palabras, reportando las formas de ver las cosas de los informantes y conducida en un ambiente natural. Es decir, la metodología cualitativa busca iluminar, entender y, a partir de esto, extrapolar este conocimiento a situaciones similares; como bien apunta Rodríguez (1999), se pretende la comprensión de las complejas interrelaciones que se dan en la realidad..

Así, mientras que un enfoque cuantitativo normalmente termina con la confirmación o negación de las hipótesis que son probadas, un estudio cualitativo puede terminar con respuestas tentativas sobre lo que se observó. Estas hipótesis pueden ser después la base de estudios cuantitativos futuros. Es así que los enfoques metodológicos cualitativos y cuantitativos representan componentes complementarios del proceso de investigación (Leedy, 1997). La tabla 8, de manera sintetizada comparativa muestra las diferencias entre ambos enfoques y su complementariedad.

Las investigaciones cualitativas constituyen un modo particular de acercamiento para ver, conceptualizar, comprender y hacer que un caso individual sea significativo en el contexto de la teoría, y reconocer características similares en otros casos, para así, aportar otras perspectivas sobre lo ya escrito (Demuner, 2010, cita a Morse, 2005).

Tabla 8: Comparación metodología cualitativa y cuantitativa.

	Método Cualitativo	Método Cuantitativo
Propósito de la Investigación	Explicar y predecir Confirmar y validar Probar una teoría Orientado a resultados	Describir y explicar Explorar e interpretar Construir una teoría Orientado a proceso
Naturaleza del proceso	Enfocado Variables definidas Guías claras Diseño estático Visión imparcial	Holístico Variables desconocidas Guías flexibles Visiones personales
Método de recolección de datos	Representativo Muestras grandes Instrumentos estandarizados	Informativo Muestras pequeñas Observaciones y entrevistas
Mecanismo de análisis	Deductivo	Inductivo
Comunicación de resultados	Numérico Estadístico Estilo científico	Palabras Narrativo Estilo literario

Fuente: Leedy (1997)

Son los aspectos holístico, empírico, interpretativo y empático de los estudios cualitativos que hacen esta metodología adecuada para los propósitos de este trabajo (Rodríguez, 1999) [Tabla 9].

Tabla 9: Características de los estudios cualitativos.

HOLÍSTICO	EMPÍRICO	INTERPRETATIVO	EMPÁTICO
Contextualizado. Orientado al caso (entendido el caso como un sistema limitado). Resistente al reduccionismo y al elementalismo. Relativamente no comparativo, lo que pretende básicamente es la comprensión más que las diferencias con otros.	Orientado al campo. Énfasis en lo observable, incluyendo las observaciones de los informantes. Se afana por ser naturalista, no intervencionista. Preferencia por las descripciones en lenguaje natural.	Los investigadores se basan más en la intuición. Los observadores ponen la atención en el reconocimiento de sucesos relevantes. Se entiende que el investigador está sujeto a la interacción.	Atiende a los actores intencionalmente. Busca el marco de referencia de los actores. Aunque planificado el diseño es emergente y sensible. Sus temas son focalizados progresivamente. Sus informes aportan una experiencia vicaria.

Fuente: Rodríguez (1999)

Dentro del enfoque cualitativo, existen varias maneras de acercarse al objeto de estudio. Leedy (1997) menciona tres tipos de diseño de investigación cualitativa: Estudio de caso, Etnografía y Teoría Fundamentada (*Grounded Theory*).

El primero, referido al estudio del caso, explora una entidad o fenómeno (el caso) acotado en el tiempo y dentro de una actividad (un programa, evento, proceso, institución o grupo social) que recolecta información detallada mediante la utilización de varios procedimientos durante un periodo de tiempo. Los estudios de caso tienen tres propósitos principales: producir descripciones de un fenómeno, desarrollar posibles explicaciones o evaluar el fenómeno y éste es precisamente el propósito del presente trabajo: encontrar posibles explicaciones representativas de

la realidad que permitan entender cómo las empresas existentes han podido lograr cierto nivel de desarrollo de capacidades, para a partir de ello formular posibles conclusiones y recomendaciones.

El protocolo recomendado dentro del estudio de caso (Zucker, 2009), y que ha servido como guía del presente trabajo, contiene los siguientes pasos:

- Descripción del propósito del estudio del caso (importancia y preguntas a responder).
- Diseño de la unidad de análisis.
- Recolección y administración de los datos.
- Descripción del caso.
- Análisis y su relación con la unidad de análisis.
- Presentación y revisión de lo encontrado, incluyendo narrativas, referencias y bibliografía.
- Demostrar el rigor seguido, que permita tener credibilidad pero además capacidad de confirmar lo encontrado.

Se seleccionó un estudio de caso múltiple, en lugar de uno solo, pues se busca construir un panorama ilustrativo de las diferentes características y trayectorias que las Pymes en esta industria pueden tener. Esto además permite comparar y contrastar los distintos hallazgos que ayudan a realizar predicciones a partir de lo encontrado (Zucker, 200).

Dado que la presente investigación está comprometida con aportar elementos adicionales encaminados a la mejor comprensión de los habilitadores o inhibidores del desarrollo de capacidades tecnológicas orientadas al diseño electrónico en la ZMG, el seguir una metodología cualitativa de estudio de casos permite tener un entendimiento desde la óptica de los participantes mismos, que integra sus retos y ventajas, así como las trayectorias seguidas por las empresas.

3.1.2.- Selección de los casos y sujetos participantes

En la selección de los casos, se partió de una lista de Pymes proporcionada por la Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías (CANIETI) que contaran con un departamento o grupo de personas dedicadas al diseño electrónico. A partir de ella se escogieron siete empresas de la ZMG.

Para dicha selección, se buscó una representación de diferentes áreas de aplicación del diseño electrónico, que operaran en distintos mercados geográficos tanto nacionales como extranjeros. Además, se seleccionaron empresas que desarrollaran productos completos, pero también, a aquellas que proporcionaran servicio de diseño electrónico de componentes con clientes locales como foráneos. Igualmente se requirió que dentro de sus actividades de diseño tuvieran algunas de las siguientes capacidades específicas: de desarrollo de circuitos impresos, sistemas de microprocesadores o microcontroladores, sistemas electromecánicos, digitales, analógicos, de potencia, desarrollo de código para los mismos (comúnmente referido como *firmware*), así como desarrollo de pruebas de nuevos diseños de sistemas electrónicos. Todo esto con el fin de obtener una muestra plural tanto de capacidades como de productos y mercados para tener un panorama más amplio de las Pymes de la ZMG.

Otro criterio fundamental en la selección de empresas como caso de estudio, fue que se tuviera contacto con los directores generales, fundadores o sus directores de investigación y desarrollo o ingeniería, para realizar entrevistas y acceder de primera mano a la información.

De la lista de las siete empresas seleccionadas [Tabla 10], una de ellas actualmente no está clasificada como Pyme: se trata de Intel en Guadalajara; sin

embargo, la razón por la que fue seleccionada dentro de la muestra es porque esta empresa surgió de la adquisición que hizo Intel Corporation de una Pyme local, cuyo nombre original era TDCOM; y actualmente sus operaciones de diseño electrónico son una de las más grandes que existen en la ZMG. Se considera éste uno de los casos de éxito de una Pyme de la región, por lo cual se decidió agregarla a la muestra.

Las empresas seleccionadas son:

Tabla 10: Casos estudiados

Empresa	Principales actividades	Persona Entrevistada
Intel de México (centro Guadalajara)	Desarrollo y pruebas de sistemas con microprocesadores	Director General que a la vez fue su fundador y un director de ingeniería que anteriormente fue director del CTS
BEA (también conocida como Idear Electrónica)	Diseño, manufactura y ventas de productos para el transporte público urbano	Director de Investigación y desarrollo
Mixabaal	Diseño, fabricación y comercialización de equipos de telecomunicaciones	Director General que a la vez es su fundador y dueño
Bunker	Diseño, manufactura y ventas de equipos de audio de alta potencia	Director de Operaciones que a la vez es uno de los socios fundadores
ASCI	Servicios de ingeniería de diseño electrónico, firmware, software y pruebas	Director General que a la vez es su fundador y uno de los socios accionistas
ATR	Diseño, fabricación y comercialización de sinfonolas electrónicas	Exdirector de Investigación y desarrollo, actualmente Arquitecto principal
DSP Projects	Servicios de ingeniería de diseño electrónico utilizando "Digital Signal Processors" (DSPs)	Director General que a la vez es su fundador y dueño

Fuente: Elaboración propia.

En Intel de México, Mixbaal, ASCI y DSP Projects se entrevistó al director general y fundador; en BEA y Bunker el contacto fue con el Director de Investigación y

Desarrollo; en ATR la entrevista fue a su Arquitecto en jefe, quien además fue uno de los fundadores de la empresa. Las conversaciones se realizaron en las instalaciones de las compañías con la excepción de ATR y ASCI que fueron vía telefónica debido a que los entrevistados se encontraban fuera del país. Estas entrevistas fueron realizadas en el transcurso del 2011.

Para lograr una interpretación adicional y externa a las empresas, se identificaron tres personas de organismos no industriales que participan o han participado de manera activa dentro del desarrollo de capacidades tecnológicas de diseño electrónico en la ZMG. Ellas son: el director del Centro de Investigaciones Eléctricas Avanzadas (CINVESTAV) en Guadalajara; el ex secretario de promoción económica del gobierno del Estado de Jalisco (quien además fue Secretario de Economía de México durante el sexenio 2000 a 2006) y, el ex director de la Cadena Productiva de la Electrónica A.C. (CADELEC). Estas entrevistas se realizaron en sus oficinas, con excepción del ex Secretario de Promoción Económica, la cual fue en una cafetería local.

Además de estas entrevistas y los casos estudiados, se visitó la incubadora de empresas tecnológicas del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente (ITESO) en 2010 y 2011, una de las IES de la ZMG, que junto con el CINVESTAV, han tenido una participación activa como proveedores de capital humano con capacidades de diseño electrónico. También se participó como representante de Hewlett Packard y observador en un foro coordinado por CADELEC en 2010, con el fin de identificar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que la industria electrónica en la ZMG enfrenta. Estas últimas entrevistas y visitas ayudaron a tener un panorama sobre las actividades que actualmente están ocurriendo en torno al desarrollo de estas capacidades y cómo algunos de estos actores están contribuyendo a este crecimiento, pero más importante aún, cómo ellos perciben que se debe ayudar en ello.

3.1.3.- Recolección de datos primarios

Para la recolección de datos primarios se aplicaron entrevistas a profundidad (Anexo I). Se siguió un formato conversacional, abierto, semiestructurado, que permitiera recabar información detallada y descriptiva, no documentada en otro lugar, que aportara una visión particular sobre el tema. En estas charlas se cubrieron varios elementos: uno de ellos fue tener el perfil del entrevistado, a partir de ahí se construyó la historia del desarrollo de las capacidades tecnológicas de cada empresa; para que de ahí surgieran preguntas sobre los factores que ayudaron y los retos a los que se enfrentaron, y al final se le pedía al entrevistado su opinión sobre los habilitadores e inhibidores que existen en la ZMG para el desarrollo de Pymes con capacidades de diseño electrónico, así como aquellos que tuvieron impacto en su empresa. Si bien no se definió de antemano un tiempo de duración de las entrevistas, estas fueron de entre 50 y 100 minutos, las cuales se grabaron y se transcribieron, con la excepción de una que se realizó vía telefónica. En dos de los casos (BEA, Intel) se tuvo contacto posterior para aclarar algunos puntos que surgieron durante la revisión de las transcripciones.

Además de las entrevistas, se visitaron las instalaciones de cinco de las siete empresas para complementar las conversaciones con la observación sobre sus operaciones, donde se observaron los productos en los que están trabajando, las tecnologías y capacidades con las que cuentan. Asimismo, se hicieron preguntas adicionales a la entrevista para completar y entender mejor sus procesos internos de administración de la tecnología.

En todos los casos se pidió a los entrevistados su autorización para que los hallazgos encontrados pudieran ser documentados en un trabajo académico que sería publicado.

3.1.4.- Análisis cualitativo de datos

Reguillo (1999), se refiere al análisis de los datos como la etapa en la cual se hace hablar a los datos pues los datos no hablan por si solos.

Para el análisis de los datos obtenidos se utilizaron dos procedimientos. El primero fue el estudio de las trayectorias de cada caso, mediante el análisis del desarrollo de sus habilidades a lo largo del tiempo, lo que permitió identificar factores claves. Esto es, se identificaron los elementos importantes presentes en las narrativas recolectadas de la serie de eventos cronológicos por los que las empresas habían pasado en su camino en el desarrollo de las capacidades de diseño, y que en algunos casos fueron comunes entre los casos en estudio.

El segundo procedimiento empleado fue el propuesto por McQuarrie (1993), comúnmente utilizado en estudios de mercado realizados por las multinacionales; este proceso de análisis está basado en la capacidad del cerebro humano de identificar patrones comunes.

Para ello, se construyó una matriz de análisis que contiene en las columnas cada una de las empresas y los actores entrevistados [Tabla 11]. En las filas se colocaron las frases que se consideraron como importantes o representativas extraídas de la lectura y análisis de las transcripciones de las entrevistas realizadas. En dichas filas, dentro de la matriz que contienen las frases encontradas, en un primer paso se agruparon en dos categorías de análisis: los habilitadores de las capacidades tecnológicas y los inhibidores. Posteriormente dentro de cada una de estas categorías se volvieron a separar en sub categorías correspondientes a los temas considerados en el marco conceptual. De esta forma se pudieron crear grupos de frases representativas de los hallazgos

categorizadas. Las frases que no se pudieron agrupar dentro de alguna de las sub categorías, y que se consideraron importantes, se congregaron bajo otros elementos. Así pues, en las celdas se fueron colocando las frases extraídas de las entrevistas. También se hizo lo mismo con las observaciones de las visitas, aunque se agruparon de igual forma en otra matriz separada, siguiendo la misma construcción.

Tabla 11: Matriz de análisis

		Empresas y actores								
Categorías	Sub categorías	Intel	BEA	ATR	Bunker	Mixbaal	DSP Projects	ExDirector de CANIETI	Director CTS	Ex Secretario de Economía
Habilitadores	SNI									
	Capital social									
	Capacidades clave									
	Emprendedurismo									
	Otros elementos									
Inhibidores	SNI									
	Capital social									
	Capacidades clave									
	Emprendedurismo									
	Otros elementos									

Fuente: Elaboración Propia.

Es a partir de aquí, donde se identificaron los componentes que participaron como inhibidores o habilitadores en el desarrollo de sus capacidades de diseño electrónico, los cuales se contrastaron con el marco teórico, de esta forma fue posible plantear respuestas a las preguntas de investigación. Es también en esta matriz donde se vuelve más sencillo identificar patrones comunes en varias

empresas, lo cual ayuda, a su vez, a poder comparar trayectorias y elementos que se repiten y a los que durante el proceso de análisis se les otorgó mayor importancia.

Se hizo también un análisis de la formación y evolución de cada una de las empresas para encontrar en ello patrones comunes durante su formación y evolución, que pudieran servir para identificar estos inhibidores o habilitadores en la formación de las capacidades de diseño electrónico. Los patrones identificados en este análisis también se integraron como notas en la matriz anteriormente mencionada, recordando que éstas provienen del análisis propio derivado de la historia de las empresas. De manera similar se agregaron las notas relevantes surgidas en las observaciones de las visitas a estas compañías.

Yin (2008), al describir las diferentes alternativas para el estudio de caso, propone cinco posibles técnicas de análisis:

- La primera mediante búsqueda de patrones. Esto es lo que se está buscando al utilizar el procedimiento descrito anteriormente, y propuesto por McQuarrie (1993).
- La segunda mediante la búsqueda de relaciones causales que permitan desarrollar una explicación. Esto se realizó al estudiar las trayectorias de los casos.
- El estudio de los eventos en el tiempo. Esto también se ha aplicado al revisar las trayectorias de las empresas.
- Los modelos lógicos que proporcionan una explicación a la serie de evidencias.
- Y finalmente las comparaciones cruzadas cuando se tienen varios casos. Lo cual también se ha hecho al contrastar las diferentes empresas estudiadas.

Mediante la utilización de estos mecanismos de análisis se obtuvieron dos grupos de hallazgos: el primero que muestra las trayectorias de las empresas estudiadas, fue también el primer paso en la comprensión de los descubrimientos de esta investigación a través del estudio de los eventos en el tiempo, la búsqueda de relaciones causales y los patrones que se repitieron en las diferentes empresas. Esto se presenta enseguida dentro de este mismo capítulo, ya que permite tener una visión de cómo estas empresas fueron desarrollando sus capacidades tecnológicas a lo largo de su evolución y posteriormente entender con mejor claridad los hallazgos extraídos.

El segundo, obtenido a partir de la matriz de análisis, donde se hacen las relaciones de elementos comunes, y de donde se obtuvieron inhibidores y habilitadores en los casos estudiados. Estos se presentan en los capítulos cuatro y cinco; posteriormente se discuten estos descubrimientos con el marco teórico y estudios realizados anteriormente.

3.2- Desarrollo de capacidades tecnológicas en los casos estudiados: Antecedentes y trayectoria

Antes de derivar los factores que han favorecido e intervenido en estos casos, es fundamental describir la evolución histórica y la serie de eventos por los que han pasado las empresas, con la finalidad de identificar elementos comunes en sus trayectorias, las líneas de negocio en las que están involucradas y las competencias claves necesarias para ello, así como sus enlaces dentro del SNI, el papel que los participantes han jugado (ya sea gobierno, cámaras, IES, centros de investigación, inversionistas, clientes, etc.) y el papel que el capital social ha tenido en su evolución y en la identificación de componentes adicionales que pudieran haber contribuido a esto.

Junto con las trayectorias del desarrollo de los casos, también se incluye la del Centro de Tecnología de Semiconductores, pues se considera un actor importante en el desarrollo de capacidades en la ZMG.

3.2.1.- Formación y trayectoria del Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS)

La unidad Guadalajara del CINVESTAV inició operaciones en la ZMG en noviembre de 1988 con el establecimiento de un laboratorio industrial, el Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS), encomendado al CINVESTAV por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. Este proyecto formó parte del Programa de Transferencia de Tecnología al cual se comprometió IBM de México con la Comisión de Inversiones Extranjeras. En julio de 1995 se iniciaron además actividades académicas al ofrecerse un programa de posgrado en ingeniería eléctrica (www.cinvestav.mx), y el CTS se constituyó como el brazo de diseño del CINVESTAV en Guadalajara.

En la siguiente figura se muestra los servicios que el CTS publicita para sus posibles clientes, así como su misión:

Figura 22: Capacidades del CTS.

Centro de Tecnología de Semiconductores, CTS for short, is an electronics design house created in 1988 as a joint enterprise between IBM and [Cinvestav](#). Since then, the mission of CTS has been: *To provide state of the art design services to the national and international electronics industry.*

CTS consists of a crew of highly qualified engineers dedicated to designing new systems or devices that the industry requires to be competitive in the international market.

CTS is financially a self-sufficient operation working as a private business. CTS' services include:

- ASIC design
- System design
- PCB design
- Firmware
- Consulting

CTS has a large experience designing for companies such as: IBM, HP, AT&T, Paradyne, Siemens, 3M, Transwitch, Dantel, Xerox, Intel, and others. Designs conceived at CTS are products currently sold in the US, Canada, Japan, Saudi Arabia, and Mexico.

Fuente: <http://www.cts-design.com/html/#about>, consultado en Diciembre 2010.

En el 2003, el CTS contaba con 18 ingenieros de diseño, tenía ventas entre 600,000 y 1,000,000 de dólares e importantes empresas multinacionales como clientes [Figura 22].

Desde su fundación, el CINVESTAV unidad Guadalajara ha sido un participante importante en el desarrollo de capacidades de diseño electrónico en las Pymes de la ZMG, no sólo por su aportación de recursos humanos calificados, a través de su programa de maestría en diseño electrónico, sino también por su participación en proyectos, como se refiere más adelante en dos de los casos estudiados, lo cual demuestra su importancia en el desarrollo de estas habilidades en la región.

Figura 23: Experiencia de diseño en CTS.

Experiencia de diseño en CTS

Founded in Nov. 88 by **IBM*** & **Cinvestav**

Design activity up today

- * More than 30 Telecom. and Computer Systems
- * More than 20 devices (ASICs)
- * More than 200 PCBs
- * More than 25,000 hours of consulting sold to US companies

Annual revenue

- * Between 600,000 y 1,000,000 dollars

Clients

IBM, hp invent, AT&T, PARADYNE, LEVEL ONE, TRANSWITCH, AMTEL, Siemens, Intel

Resources

- * 18 Design Engineers
- * 1,000,000 dollars in Hw & Sw tools
- * 3 laboratories

* IBM participation finished on October 1995



Fuente:

http://www.foroconsultivo.org.mx/eventos_realizados/vinculacion/prentacionespdf/8electronica/leyvaccininvestav.pdf, consultado en Diciembre 2010

3.2.2.- Intel de México (antes TDCOM) en Guadalajara y su trayectoria a partir de la adquisición de una PYME

Para el estudio de este caso, se entrevistó al director general del centro de diseño de Intel en Guadalajara, egresado del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE) y de la Universidad Autónoma de Puebla. Anteriormente había trabajado en el Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS), brazo de diseño del CINVESTAV en Guadalajara. También participó en la fundación de Mixbaal (otro de los casos estudiados), dedicada al desarrollo de sistemas de telecomunicaciones, de la que al poco tiempo se separó uno de los fundadores para iniciar su propia empresa llamada TDCOM, que posteriormente se convirtió en Intel.

También, se entrevistó a un ex director del CINVESTAV y del CTS en Guadalajara, quien cuenta con un doctorado en Suecia y quien ayudó al desarrollo de la empresa TDCOM al incubarla dentro de este centro; actualmente labora en Intel como gerente de ingeniería.

Intel se estableció en la ZMG como resultado de la adquisición que esta multinacional hizo de TDcom, Pyme que le prestaba servicios de diseño y pruebas de circuitos integrados utilizados en sistemas de telecomunicación, utilizando un protocolo llamado *Synchronous optical networking* (SONET), El cual permite la transmisión de grandes cantidades de información (voz y datos) a través de fibra óptica, lo que se volvió muy importante en el desarrollo de Internet.

Por esto se consideró a Intel como caso dentro de esta investigación, ya que si bien no es una Pyme, su operación de diseño en la ZMG surgió de la adquisición de TDCOM, Pyme fundada en la región.

Cuando TDCOM se incubó en el CINVESTAV, ésta empezó dando servicios de diseño electrónico para Transwitch. En palabras del fundador de esta empresa: el CINVESTAV fue importante en su desarrollo, no tanto por el apoyo de infraestructura sino por el acceso a recursos calificados. Es importante señalar que el soporte económico para que TDCOM operara en su inicio provenía de fondos personales y familiares de su fundador.

El contacto con el primer cliente: Transwitch, se realizó gracias a que el director del CTS, conoció a un México-americano en la ciudad de México cuando laboraron juntos en ITT, quien luego se había movido a Transwitch. El contacto con el fundador de TDCOM se dio cuando éste estuvo en el CTS a través del director del mismo y fundador de Mixbaal.

El segundo cliente de TDCOM fue Level 1 communications, una compañía ubicada en el área de San Francisco, en el valle del Silicio (Silicon Valley). Esto se logró debido a que un ingeniero que había trabajado con Transwitch los conectó con esta compañía.

Posteriormente, Intel adquirió Level 1 Communications y continuó la relación con TDCOM. Intel, al buscar la manera de contar con recursos calificados en el área de telecomunicaciones, vio la adquisición de TDCOM como una manera rápida de proveerse de estos recursos. Así fue como, tiempo después, TDCOM se convirtió en un centro de diseño de Intel que actualmente cuenta con más de 200 ingenieros.

3.2.3.- Identificación y desarrollo de capacidades clave en BEA

Para el estudio de este caso se visitó la operación de esta empresa para observar sus capacidades y ahí se realizaron entrevistas a profundidad a su director de I+D.

Egresado de la carrera de ingeniería electrónica del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente (ITESO).

BEA surge por una idea de su fundador, quien había tenido experiencia previa en el sistema de transporte del metro de la ciudad de México, al preguntarse cómo se podría llevar toda la inteligencia del metro al transporte público de camiones urbanos. Si bien ya existían soluciones para el metro que podían ser en principio adaptadas, la mayoría pertenecían a compañías multinacionales por lo que sus costos eran elevados.

Su primera idea fue desarrollar un contador de pasajeros a finales de los años ochenta. Para ello se acercó al Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS). Pero los costos de ingeniería eran muy altos por lo que la idea se dejó de lado. Tiempo después se reencontró el fundador de BEA con el director del CTS, quien necesitaba traer proyectos al CTS, pues estaba en riesgo de ser cerrado por el CINVESTAV; es así que llegaron a un acuerdo y se creó el primer contador de pasajeros de BEA.

El convenio con el CTS se dio en 1991. Sin embargo el prototipo entregado requería de pruebas y refinamiento. Para ello el fundador contrató un pequeño grupo de ingenieros de cinco personas. El hecho de que BEA tuviera que desarrollar un grupo de I+D interno a la empresa no es de ninguna manera una sorpresa, pues corrobora lo que Pavitt (1984) había encontrado en esta industria: gran parte del desarrollo es interno a las empresas mismas, ya que la tecnología requiere de cambios para satisfacer las necesidades particulares de los mercados en los que se encuentra (Pavitt, 1984; Jasso, 2007). Este equipo tardó en desarrollarse en alrededor de tres años. Lo que implicó que el fundador tuviera que financiar el crecimiento en este tiempo al apostar sus ahorros y parte de su patrimonio. Cuando por fin tuvieron el producto se enfrentaron al reto de venderlo:

ya que la empresa del transporte público de camiones urbanos no estaba acostumbrada a invertir en tecnología, además de que era una industria fragmentada, esto es, existían muchos dueños o concesionarios dentro de una misma ciudad. La primera prueba del producto ocurrió en Irapuato, donde se le mostró a los dueños de los camiones que los choferes no estaban reportando todos los ingresos de pasajeros que en realidad subían a los autobuses. Gracias al contador de pasajeros los ingresos se incrementaron significativamente. Si bien esto se convirtió en una historia de éxito, no fue suficiente para convencer a los franquiciatarios de adquirir los equipos, debido a que su costo oscilaba entre 1,000 a 1,500.00 dólares. Es aquí cuando surgió una segunda idea: rentar los equipos, con lo que se consiguió la primera venta. A partir del modelo de renta y venta se siguieron haciendo ventas pequeñas en Guadalajara. La empresa en ese momento contaba con 15 personas: cuatro ingenieros, tres técnicos, cinco personas de producción y tres administrativos.

En medio de un panorama incierto, fue en 1997 cuando se logró tener la primera venta significativa, al ganar una licitación en León para 1,700 camiones, lo que hizo que la empresa tuviera un crecimiento de hasta 15 ingenieros y otra planta de 30 empleados para fabricar los equipos. Esto además hizo que se tuvieran que rediseñar los equipos para mejorar problemas de calidad durante su utilización para volverlos más robustos.

La figura 23 muestra una cronología gráfica de la evolución antes descrita, así como los productos que BEA ha desarrollado.

Después de la licitación en León, la empresa tuvo una estabilidad financiera y una carta de presentación para sus clientes potenciales que le ayudó a crecer el tamaño de su mercado. Dos eventos relevantes también fueron pasos importantes en el desarrollo de la empresa: un representante de ventas extranjero, vendedor

de productos similares en América Latina, se acercó a BEA para impulsar sistemas de prepago más económicos, pues los productos que existían no eran competitivos en el mercado latinoamericano. Así se inició el desarrollo de un sistema de prepago que posteriormente se utilizó, junto con los productos existentes, para lograr dos ventas importantes; una en Canadá y otra en la ciudad de México para el sistema de metrobús, convirtiéndose en los proveedores de las líneas Insurgentes y Xola.

Este último proyecto permitió desarrollar el conocimiento para crear una solución completa, que va desde el monitoreo de pasajeros, control de unidades de transporte y sistemas de prepago, hasta el diseño e instalación de todo este sistema. Aunado a esto tomó la administración de la operación completa, incluyendo la recolección del dinero. Esto hace que actualmente BEA tenga tres unidades de negocio: una de diseño, manufactura y venta de productos para los sistemas de transporte público urbano, lo que incluye contadores de pasajeros, sistemas de monitoreo de unidades y equipos de prepago; la segunda unidad realiza proyectos integrales, como lo fueron el metrobús Insurgentes y Xola; la tercera está encargada de la administración de la operación.

Figura 24: Cronología de BEA.



Fuente: www.bea.com.mx, consultado en Junio del 2011

Al comparar las capacidades actuales de BEA en términos del calendario azteca de la administración de la tecnología, se puede ver cómo esta empresa ha sido capaz de desarrollar habilidades en varios de los elementos descritos por Solleiro (1998), siendo los más notables la planeación y control de proyectos de investigación y desarrollo, su vinculación con el CTS, sus capacidades de venta y mercadotecnia. De la misma forma si se contrasta la trayectoria que esta empresa ha tenido con la taxonomía propuesta por Lall (1999), se observa cómo ha podido desarrollar capacidades avanzadas de inversión e ingeniería de productos, ya que actualmente es capaz de manejar equipos de diseño y materiales, así como realizar tareas de innovación de productos.

En la actualidad, BEA tiene más de 19,000 equipos instalados con presencia en 94 ciudades y en nueve países de América. Ha desarrollado alianzas estratégicas con dos empresas (Safety Vision en Estados Unidos y Wolpac en Brasil). Cuenta con más de 100 empleados; dentro de las cuales está un grupo de ingeniería con capacidades de diseño electrónico, mecánico y de producto de 15 personas, y una operación que abarca un espacio de 5,000 metros cuadrados.

3.2.4.- La influencia del Sistema Nacional de Innovación en el caso Mixbaal

Para el estudio de este caso se entrevistó a su director general y fundador, quien fue director del CINVESTAV, y egresado del Colegio Imperial de Londres donde realizó un doctorado. También cursó la carrera de ingeniería en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) en la ciudad de México. Igualmente se visitó la empresa para conocer su operación de diseño y manufactura.

Mixbaal es una empresa que diseña y fabrica equipo de comunicaciones para la industria telefónica, aunque en los últimos años también ha incursionado en el área de equipos solares de generación de energía eléctrica. Su fundador tiene una larga trayectoria de 23 años dentro del CINVESTAV, sus últimos seis fueron como director del CTS del CINVESTAV. Una meta original del centro era tener capacidades de diseño de circuitos VLSI (Very Large Scale Integration) para la industria mexicana. Como director se encargó de buscar clientes como IBM y Transwitch. El primero era socio fundador del mismo centro; el segundo provenía de una relación del fundador con ITT en la ciudad de México años antes.

El CTS realizó más de una decena de proyectos para IBM, lo cual le dio una sólida experiencia en diseño electrónico, desde circuitos integrados hasta tarjetas completas. Además se colaboró también con Transwitch en diseños de sistemas de comunicaciones, lo que les permitió adquirir y desarrollar las bases de conocimiento para el desarrollo de capacidades de diseño para sistemas de telefonía. Pero este acuerdo de IBM para trabajar con CTS tenía un plazo, cuando expiró el CTS empezó a tener dificultades de proyectos, y el CINVESTAV se cuestionó mantener la existencia del CTS. En ese momento fue cuando su director decidió salir y fundar una empresa que pudiera continuar ofreciendo servicios de diseño a algunas de las empresas con las que ya se trabajaba. A dicha empresa le dio el nombre de Mixbaal.

El fundador y director de Mixbaal vio la necesidad de que la empresa no fuera solamente de servicios de diseño, sino que contara con productos propios, porque advertía en los servicios de ingeniería como una actividad donde no poseía propiedad intelectual, donde el mercado era más volátil al competir con otras compañías que también podían ofrecer servicios similares en la India o en China a menor costo. Con esta idea Mixbaal empezó a diseñar productos para las telecomunicaciones, específicamente para la transmisión de microondas, a partir

de las capacidades que se habían desarrollado alrededor del diseño electrónico de sistemas de comunicación, siendo su cliente principal TELMEX.

Actualmente Mixbaal tiene una familia de radios de amplio espectro para sistemas de telefonía, como el que se muestra a continuación:

Figura 25: Radio de amplio espectro, modelo Liaisson24.



Fuente: www.mixbaal.com/products, consultado en Enero 2011

Mixbaal recientemente ha empezado a incursionar en la manufactura de sistemas de generación de energía eléctrica a partir de energía solar. Estas nuevas capacidades surgieron a raíz de que algunos de sus contactos en Transwitch migraron al diseño de estos sistemas. Hoy en día Mixbaal cuenta con aproximadamente 60 empleados, dentro de los que se cuenta con un departamento de ingeniería de ocho personas. Después de 15 años de existencia tiene dos líneas de negocio: el de sistemas de radio para telefonía, donde tienen capacidades de diseño electrónico, y el reciente negocio de manufactura de sistemas solares.

3.2.5.- Formación y trayectoria de Bunker, un caso de éxito regional

Para el estudio de este caso, se entrevistó a uno de los socios fundadores y director de operaciones, egresado de la carrera de ingeniería electrónica del ITESO. También se visitaron sus instalaciones para observar las capacidades de diseño con que cuentan.

Bunker es una compañía dedicada al diseño, fabricación y venta de equipos de audio. Principalmente de amplificación y procesamiento de audio para espacios públicos como auditorios, iglesias, lugares para conciertos, hoteles, restaurantes, bares, etcétera.

Los socios fundadores son tres ingenieros electrónicos del ITESO, dos de ellos hermanos, quienes al terminar la universidad a mediados de los noventa fueron contratados por Sony, en Tijuana, en su departamento de diseño electrónico. En esta empresa, según palabras de uno de ellos, estuvieron en contacto con los grupos de diseño de Sony en Japón, lo cual les permitió descubrir que tenían el mismo nivel de conocimientos y capacidad de diseño que la gente de allá. De hecho, uno de sus diseños recibió el premio al mejor audio en una televisión por parte de la revista “Consumer Review”. Tiempo después decidieron regresar a Guadalajara. Uno de los hermanos desarrolló un diseño para un amplificador de audio de alta potencia, mientras los otros dos socios aportaban capital y ayudaban en su tiempo libre, ya que ambos tenían trabajos fijos. Esto corrobora los hallazgos de Figuereido (2004) donde menciona la posibilidad de transferencia de conocimiento de las multinacionales en las regiones donde se han asentado, aunque también es importante notar que estas personas estaban trabajando en un departamento de investigación y desarrollo, es decir, el conocimiento adquirido estaba directamente relacionado con las actividades que posteriormente realizaron de manera independiente.

El primer diseño de un amplificador de audio sirvió para desarrollar la capacidad no sólo de diseño electrónico, sino de desarrollo de producto y así descubrir, con mayor precisión, las necesidades del mercado, pues cuando lo vendieron descubrieron que el producto tenía oportunidades de mejora, además se vieron enfrentados a la competencia; lo que les hizo entender que sí se podía ofrecer un mejor artículo a un precio competitivo.

Un año después ya tenían su segunda generación. Empezaron a producir uno o dos nuevos productos cada 12 meses. El día de hoy tienen aproximadamente 22 modelos, generan empleo para 21 personas. Es primordial resaltar que les llevó tres años llegar a su punto de equilibrio y seis años para operar con ganancias.

Uno de sus últimos productos es un procesador digital de audio, que demuestra que Bunker ha desarrollado capacidades de diseño de equipos electrónicos de audio con un grado alto de sofisticación. Al contrastar esto con las taxonomías propuestas por Lall (1999) y Partida (2008), se puede afirmar que cuenta con un nivel avanzado de capacidades tecnológicas.

La figura 25 muestra el cronograma que comprueba la evolución que Bunker ha tenido.

Figura 26: Cronología Bunker.



Fuente: <http://www.bunkeraudio.com/>, consultado en Enero del 2011

Si bien se reconoce un nivel avanzado en términos de capacidades de diseño electrónico (Lall, 1999, Padilla, 2008), se encontró evidencia de un proceso gradual de adquisición de otro de los elementos considerados por Solleiro (1998) en su calendario azteca de la administración de la tecnología. Se trata de la transferencia de conocimiento que ha buscado de manera activa, en torno de procesadores digitales de señales para el manejo de audio y video, un esfuerzo consciente del desarrollo de habilidades de ventas y mercadotecnia.

3.2.6.- ASCI: Un caso derivado de la industria transnacional localizada en la ZMG

El fundador de ASCI –entrevistado– es un egresado de ingeniería industrial de la Universidad de Guadalajara, con un doctorado en computación en Nueva York, Estados Unidos, en 1993. Ingresó a trabajar en aquel país a Prodigy, una de las primeras compañías que ofrecía servicios de Internet, después regresó a México para seguir trabajando con la misma empresa.

Posteriormente se asoció con los dueños del periódico local “El Informador”, para fundar Arquitectura en Sistemas de Computación Integrales (ASCI), como proveedor de sistemas de información para este diario. Cuando fundó la compañía su primera misión fue buscar clientes externos, para no convertirse en un departamento del periódico. En ese momento tenían siete empleados y, con ellos, empezó a dar servicios de ingeniería a Hewlett Packard (HP) ya que su hermano trabajaba ahí, y es quien lo presentó con el gerente de Investigación y Desarrollo (I+D). En 1996, cuando este gerente de I+D regresa a Boise (Estados Unidos), le permitió a ASCI tomar la responsabilidad del diseño de emuladores de firmware para impresoras LaserJet de HP, en ese momento llegó a contar con 20 personas trabajando en la empresa. Este es otro ejemplo de la posibilidad de que las multinacionales contribuyan al desarrollo de capacidades, como lo había ya descrito Figuereido (2004), y en este caso su presencia tuvo gran influencia en el acceso al mercado extranjero.

ASCI se convierte en una de las primeras empresas de la región con capacidades de desarrollo de tecnología con proyección en el extranjero. Aparecieron en la revista Fortune en el ejemplar de octubre 29 de 2001, donde se habla de ASCI como ejemplo de una compañía de alta tecnología en Guadalajara, con 44 empleados, de los cuales 27 eran ingenieros.

ASCI continuó su crecimiento al ofrecer también servicio al grupo de HP en Roseville, Estados Unidos, que hacían equipo de redes. ASCI tenía capacidades de diseño electrónico, de software y de firmware, aunque al paso de los años, su mayor crecimiento se derivó de la creación y pruebas de este último. Esto se puede comprobar en la figura 26 que muestra las capacidades que actualmente publicita en su página de Internet (www.asci.us).

Para 2008, ASCI tenía aproximadamente 100 empleados, entre ellos varios ingenieros asignados en Estados Unidos. Sin embargo, en 2009 por la presión de reducción de costos y la consolidación de proveedores dentro de HP, ASCI empezó a perder negocio. Cabe destacar que ASCI se había enfocado en tener capacidades muy importantes de desarrollo y su estructura de costos era más alta que la competencia, que en ese momento empezó a sobresalir; además, de que más de 90% de sus ingresos provenía de HP.

Para 2010, ASCI se quedó con aproximadamente 10 ingenieros, su director y fundador se mudó a Estados Unidos y empezó una nueva compañía, llamada Ovalpath (www.ovalpath.com) con la idea de reinventar el negocio que tenía, aunque ASCI sigue en operación dando soporte a algunas de las labores que en el pasado desarrolló.

Figura 27: Capacidades tecnológicas de ASCI.

Technologies and Capabilities 

- Advanced .NET Web applications: ASP.NET, C#, IIS, MS SQL Server, WPF, Silverlight, XML
- Java Web Applications: Java, JSF, Spring, Hibernate, J2EE, MySQL, JDBC
- Security: SSL, Active Directory, encryption
- Network protocols:
 1. Layer 7 (Application): FTP, HTTP, SNMP, Telnet, ftp
 2. Layer 6 (Presentation): SSL
 3. Layer 5 (Session): TCP sockets
 4. Layer 4 (Transport): TCP, UDP, NetBIOS
 5. Layer 3 (Network): IP, IPX
 6. Layer 2 (Data Link): Ethernet, 802.11a/b/g/n, 802.1Q, VLAN, Bluetooth
- Drivers development for Windows and Linux (C++)
- Operative systems: MS Windows, Lynx (Rt/OS), Unix, Linux, HPUX
- Project Management Tools: MS Project, Scrum, Development Documentation, Status Reports, On-site Project Management, SharePoint
- Version control systems: CVS, SVN, IBM Rational ClearCase
- Testing tools: HP Quality Center, ClearQuest, TeamTrack, Trac, use of test automation tools, stress tools, protocol and network analyzers.

Fuente: www.asci.us, consultado en Enero 2011

3.2.7.- La trayectoria de ATR como un ejemplo de tecnología de vanguardia

A principio de la década de los 90, una compañía local involucrada en la comercialización de sinfonolas en México consideró invertir en una empresa en Estados Unidos, que diseñaba y fabricaba estos productos. A un ingeniero de HP, que salió cuando esta compañía cerró su laboratorio de diseño de memorias en 1993, se le encargó hacer un estudio de evaluación de la tecnología que esta empresa tenía para el desarrollo de una nueva sinfonola digital. El responsable de dicho trabajo es a quien se entrevistó: actualmente tiene una posición de arquitecto del equipo de diseño. Esto es similar, en pequeña escala, a los procesos estudiados por Linsu (2001) para el desarrollo de tecnología en Corea, donde los conglomerados familiares (*chaebols*) atraen o generan personal con experiencia en desarrollo tecnológico con la finalidad de incursionar en áreas de mayor valor agregado.

Como resultado de su diagnóstico, se decidió que se podía hacer un desarrollo local con tecnología que apuntara hacia el futuro, en lugar de la que se usaba en ese momento y que estaba a punto de ser obsoleta. Este ingeniero se embarcó en la tarea de realizar una investigación de la viabilidad de este producto, le llevó un año, fue un tema complejo, pues involucraba aspectos tecnológicos, legales y de mercado.

En 1993 una sinfonola tradicional tenía capacidad de 1,200 canciones; en ese entonces difícilmente se podía almacenar y transferir música en una computadora personal ya que el ancho de banda de la telefonía apenas alcanzaba los 16 kilobits por segundo. Pero esta investigación fue capaz de proyectar que en un plazo de cinco años la tecnología podría hacer que se pudiera tener música en una computadora personal y que existieran los mecanismos de comunicación para

poder distribuir música. Esto derivado de las inversiones que se estaban haciendo por las grandes compañías en diseño de servidores y de telecomunicaciones.

Ahora bien, el caso del mercado nacional de sinfonolas tenía características particulares representativas de los países en desarrollo; existían limitaciones en las capacidades de las telecomunicaciones en pueblos y rancherías donde estas sinfonolas estaban siendo comercializadas; para ello se planteó un desarrollo de tecnología económica mediante conexiones satelitales.

A partir de esta investigación nace ATR Cuando el entrevistado era director de desarrollo, contó como socio capitalista con un grupo de Guadalajara. En 1998 lanzó el primer producto; en ese momento tenían ya un equipo de desarrollo de alrededor de 45 personas. Este crecimiento no sólo implicaba diseño electrónico mecánico, sino la negociación con las disqueras para la distribución de música de manera legal. En 2001 vino la crisis de las empresas de Internet y ellos, a su vez, sufrieron de mayor competencia legal e ilegal, así como una caída de ventas. En ese momento trabajaban 120 personas, cifra que tuvo que decrecer.

En la actualidad ATR es parte del grupo Arión, empresa que cuenta con diseño de productos, fabricación y comercialización. Su última familia de productos fue lanzada en 2007 y están trabajando en la siguiente generación de artículos.

La figura 27 da una idea clara de la complejidad de los productos y las capacidades de diseño con las que cuenta ATR, donde se comprueba cómo esta empresa cuenta con un nivel avanzado de producto e inversión, siguiendo las taxonomías propuestas por Lall (1999) y Padilla (2008), ya que han sido capaces internamente de realizar innovación de productos.

Figura 28: Hoja de datos de un producto de ATR.

soho

Dimensiones sin empaque
// dimensions uncrated

Altura: 85 cms. // Height: 85 cms.
Ancho: 77 cms. // Width: 77 cms.
Profundidad: 29 cms. // Depth: 29 cms.
Peso: 45 kgs. // Weight: 45 kgs.

Dimensiones con empaque
// dimensions packed

Altura: 100 cms. // Height: 100 cms.
Ancho: 90 cms. // Width: 90 cms.
Profundidad: 40 cms. // Depth: 40 cms.
Peso: 50 kgs. // Weight: 50 kgs.

* Disponible en diferentes colores // Available in different colors

Dimensiones sin empaque
// dimensions uncrated

Altura: 95 cms. // Height: 95 cms.
Ancho: 75 cms. // Width: 75 cms.
Profundidad: 32 cms. // Depth: 32 cms.
Peso: 50 kgs. // Weight: 50 kgs.

Dimensiones con empaque
// dimensions packed

Altura: 100 cms. // Height: 100 cms.
Ancho: 80 cms. // Width: 80 cms.
Profundidad: 40 cms. // Depth: 40 cms.
Peso: 55 kgs. // Weight: 55 kgs.

Especificaciones Técnicas
// Technical Specifications:

	SOHO	NIZA
Monitor plano de LCD de 19" (1280 x 1024 pixeles) Touch Screen.	☒	☒
19" LCD flat monitor (1280 x 1024 pixels) Touch Screen.	☒	☒
Monedero electrónico multi moneda.	☒	☒
Electronic coin acceptor.	☒	☒
Billero multi moneda.	opcional	opcional
Bill acceptor.		
Entrada de Micrófono con sistema anti-viciado.	☒	☒
Microphone input system with gain control.	☒	☒
Distribución de componentes para fácil mantenimiento.	☒	☒
Easy maintenance because component distribution.	☒	☒
Ejecución de video y karaoke en alta calidad (Calidad HD).	☒	☒
HD quality video and karaoke playing.	☒	☒
Visualización de videos y karaoke en cualquier TV, Monitores de PC o en el Monitor de la Sinfonola.	☒	☒
Video and karaoke viewing on any TV, PC or electronic monitor.	☒	☒
Contadores electrónicos inviolables.	☒	☒
Unbreakable and inviolable electronic counters.	☒	☒
Funciona en cualquier situación climática.	☒	☒
All climate operation.	☒	☒
Gran capacidad de canciones, videos y karaoke, configurable a las necesidades del lugar.	☒	☒
Great song, video and karaoke capacity, configurable according to customer's needs.	☒	☒
Cero tiempos de espera entre canción y canción.	☒	☒
No delay between songs.	☒	☒
Rápida y fácil actualización de videos en la sinfonola (Permite la actualización sin interrumpir las ejecuciones de música y/o video).	☒	☒
Quick and easy updating of music and video contenting playback. (Allows updating without interrupting music and/or video playing).	☒	☒
Potente amplificador con salidas para baffles pasivos y activos.	opcional	opcional
Powerful amplifier with passive and active speakers outputs.		
Control remoto inalámbrico.	☒	☒
Wireless remote control.	☒	☒
Sistema de luces decorativas.	☒	☒
Decorative light system.	☒	☒
Sistema de respaldo de energía: UPS.	opcional	opcional
Energy backup system: UPS.		
Sistema de montaje de pared.	☒	☒
Wall mounting system.	☒	☒

niza

Fuente: <http://www.sinfonolasarion.com/sinfonolas.html>, consultado en Enero 2011

El caso de ATR es similar al de BEA en términos de haber desarrollado múltiples componentes de los contemplados por Solleiro en su calendario azteca de la administración de la tecnología, particularmente habilidades de planeación y control de proyectos de investigación y desarrollo, una enorme capacidad de innovación tecnológica y habilidades de ventas y mercadotecnia, aunque no se encontró evidencia de actividades de vinculación o transferencia de tecnología, como fue el caso de BEA.

3.2.8.- Las Pymes en la ZMG y sus trayectorias en el desarrollo de capacidades tecnológicas

Como bien se apreció, dentro de los casos seleccionados existen empresas en la ZMG que han sido capaces de desarrollar y acumular un nivel adecuado de capacidades tecnológicas de diseño, además de contar con habilidades para la administración de la tecnología, ya que utilizando el calendario azteca de la administración de la tecnología desarrollado por Solleiro (1998), se pudieron identificar varios de los elementos ahí contenidos.

Asimismo, al observar las diferentes trayectorias seguidas, se identifican diversos factores y actores que han contribuido al desarrollo de cada uno de los casos. La mayoría de estos componentes ya han sido descritos por otros autores, como es la influencia de las multinacionales (Figuereido, 2004), o la presencia de departamentos de I+D dentro de las empresas (Pavitt,1984), así como la existencia de un Sistema Nacional de Innovación (Lundvall,1985).

Es fundamental señalar que algunos factores han sido comunes en varios casos: la presencia en la región del Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS), parte del SNI, observado en la colaboración con las empresas TDCOM o BEA, o también en algunos casos la presencia del capital social acumulado que tuvo gran influencia en el desarrollo de algunas de las compañías analizadas, como el caso del nacimiento de Intel.

Al evaluar actores y factores que han formado parte del nacimiento y evolución de los casos estudiados, se puede decir que no todas las empresas han alcanzado los mismos niveles de madurez –utilizando como referencia las taxonomías propuestas por Lall (1999) y Padilla (2008)– ni tampoco cuentan con todas las habilidades descritas por Solleiro (1998) en su calendario azteca de la

administración de la tecnología, ni todos estos componentes han tenido la misma importancia, ni tampoco todos los obstáculos han sido los mismos.

Sin más, en los siguientes dos capítulos se describirán estos elementos u obstáculos que han tenido mayor importancia en los procesos de construcción de capacidades de diseño electrónico en las Pymes estudiadas.

CAPÍTULO 4

4.0.- Habilitadores en el desarrollo de capacidades tecnológicas de diseño electrónico en la ZMG

Como se comentó en capítulos anteriores, contar con capacidades tecnológicas de diseño electrónico permite aumentar la productividad, proporcionar empleos mejor remunerados y, en el caso de la industria electrónica, tener mayor seguridad de permanencia, pues al disponer solamente de operaciones de manufactura y maquila se corre mayor riesgo de volatilidad, ya que las labores que se realizan son fácilmente transportables a cualquier parte del mundo al no existir un conocimiento de cierto nivel de complejidad que impida su traslado, porque el único criterio utilizado en la decisión es el componente económico.

El desarrollo de dichas habilidades ha sido estudiado en diferentes regiones por diversos autores (Ariffin, 2004; Linsu, 2001; Viotti, 2001), e incluso dentro de la ZMG se han hecho diagnósticos sobre el progreso y los retos que esta industria ha tenido (Palacios, 2008; Padilla, 2008; CEPAL, 1999). Sin embargo no se han encontrado estudios sobre los factores que intervienen en el desarrollo de empresas con capacidades de diseño electrónico en la ZMG.

Por esta razón, el objetivo del presente trabajo ha sido el de encontrar los factores que intervienen en el desarrollo de los casos estudiados, los componentes comunes, sus trayectorias, así como las particularidades que la región tiene, sus fortalezas y áreas de oportunidad, con la finalidad de aportar información al proceso de desarrollo de Pymes con capacidades de diseño electrónico. Para así constatar el potencial y fortalezas que se tiene, como también los retos y necesidades existentes.

A lo largo de este capítulo, se discuten los hallazgos que han favorecido el desarrollo de las capacidades de diseño electrónico, derivados del estudio de las trayectorias de los casos tratados.

Los resultados se presentan en torno a los enfoques abordados en el marco teórico, es decir, los hallazgos identificados como habilitadores se agruparon en cuatro categorías de análisis:

- El capital social como elemento fundamental en el desarrollo de la empresa y su trayectoria,
- El Sistema Nacional de Innovación (SNI) y su contribución en el progreso de los casos estudiados,
- Las capacidades clave que estas empresas han identificado y desarrollado,
- El papel que el emprendedurismo como condición *sine qua non* ha tenido.

En paralelo se han contrastado, con el fin de jerarquizar estos descubrimientos, las contribuciones de estos elementos en el acrecentamiento de los niveles de competencia de las empresas en relación con los niveles de madurez de acuerdo a las taxonomías de Lall (1999) y Padilla (2008): nivel básico en donde se realizan algunas de las tareas o modificaciones sin tener autonomía completa; nivel medio, donde se tienen habilidades de imitación y algunas mejoras; y nivel alto, donde se alcanza habilidades innovadoras.

4.1.- El capital social en la ZMG y su participación en el desarrollo de las capacidades tecnológicas

La industria electrónica mundial enfrenta tres grandes retos: la aceleración de los ciclos de desarrollo de tecnología, el descubrimiento de nuevas tecnologías y el acercamiento a los mercados para entender las necesidades de los mismos y

poner a la venta sus productos a clientes potenciales. Como lo indica la teoría del capital social (Yli-Renko, 2000), es importante la construcción de relaciones dentro y fuera de la región para alcanzar los objetivos de esta industria, ya que el trato de colaboración entre empresas, proveedores, IES cámaras y gobierno, así como los posibles clientes y socios tecnológicos dentro y fuera de la zona, permiten el flujo de conocimiento tanto tecnológico como de mercado, fomentan relaciones de negocios y en algunos casos facilitan el flujo de recursos financieros (OECD, 1997). Entonces, no es sorpresa que se hayan encontrado fuertes evidencias en la presente investigación que refuerzan al capital social como un elemento clave en el desarrollo de capacidades tecnológicas. Su influencia es notoria principalmente en dos grandes aspectos: la posibilidad de utilización de recursos calificados y el acceso a clientes potenciales.

Al analizar el primer aspecto que permitió el acceso y la utilización de recursos con experiencia de diseño electrónico, o en palabras de Jasso (2004), una confianza que dinamiza la colaboración y la creación de conocimiento, se encuentra en el caso de Intel, cuyo grupo en la ZMG surge de la adquisición de la empresa local TDCOM, acción derivada de la relación entre el fundador de la empresa y el director del Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS), que le permitió contar con recursos calificados al ser incubado por el CTS. Esto dicho por el propio fundador que: "...podía echar mano de recursos de CTS que... podía subcontractar..." hizo referencia también a "las alianzas estratégicas con CTS y con INAOE [y] estar cerca de CINVESTAV", y narró cómo un recurso importante pudo ser contratado, "[un doctor del CTS] se vino conmigo en su sabático... fue alguien con mucha experiencia que ayudó a crecer al grupo".

Es así que el capital social generó un recurso importante del CTS al colaborar en la formación de TDCOM, que posteriormente se convertiría en Intel. No sólo brindó la

ayuda de un recurso altamente calificado, sino que contribuyó en la formación y transferencia de conocimiento a otros medios conforme la compañía crecía.

En otras palabras, estas relaciones con el CTS – utilizando la taxonomía de Padilla (2008) y Lall (1999) – le otorgaron el acceso de manera inmediata a un nivel intermedio en términos de sus conocimientos y habilidades. Este arranque acelerado le ayudó a competir con empresas experimentadas, lo que resalta el papel fundamental de las relaciones en la construcción y utilización de capacidades con mayores grados de madurez. Lo antes mencionado ya había sido notado por Nelson (citado por Cimoli, 2000), quien señala que el desarrollo de las capacidades tecnológicas dentro de las empresas está influenciado por el entorno, considerando no sólo al mercado como este entorno sino también a los participantes de desarrollar conocimiento y redes. Esta relación de colaboración también ya había sido documentada por Padilla (2007), quien afirmó que las capacidades tecnológicas son resultado de las interacciones dentro de la empresa pero además entre ellas y los actores externos, como lo es el CTS.

Si bien el CTS le dio acceso a capacidades de diseño electrónico de nivel intermedio, TDCom tuvo que desarrollar otro tipo de habilidades que son parte de la administración de la tecnología, contempladas en el calendario azteca de Solleiro (1998), ya que en un inicio la empresa sólo contaba con capacidades básicas, por ejemplo, habilidades de administración de proyectos y recursos humanos, planeación financiera... temas abordados con detenimiento en el siguiente capítulo para discutir los retos que se enfrentan al desarrollar Pymes con estos tipos de habilidades.

Otro ejemplo de los casos estudiados, relacionado con el acceso a recursos calificados, fue el de la empresa BEA, la cual pudo desarrollar su primer prototipo con la colaboración del CTS, derivado de su relación con el director del CINVESTAV.

De hecho, el primer proyecto surgió de una conversación casual por la relación de confianza que existía entre ambos, como lo narra el director de investigación y desarrollo: “En un vuelo Guadalajara-México coinciden el director del CTS y el fundador de BEA, quien le dice no tengo capital, a lo que le respondió el director: te cobro un dólar”. Esto demuestra, cómo esa transferencia de conocimiento y tecnología se ve posibilitada por esta relación personal, mencionado ya por Lundvall (2002) y Yli-Renko (2000). El CTS le da acceso de manera inmediata a un nivel intermedio de capacidades de diseño, que le permite arrancar el desarrollo del concepto y en paralelo ir formando un grupo propio con estas habilidades. Esto último es importante pues como lo menciona Pavitt (1984) en su taxonomía, ya que en la industria electrónica se debe contar con grupos internos de investigación y desarrollo, a diferencia de la agricultura por ejemplo, donde las capacidades de diseño están fuera de la industria misma.

El segundo aspecto, es la capacidad de llegar a un mercado y tener acceso a clientes; es el *know who* dentro del mercado (Lundvall, 2000).

Al observar los mercados en que las empresas estudiadas se han desempeñado se detectan dos vertientes principales: la oferta de productos para el mercado nacional, (como los casos de ATR, Bunker y BEA) y la orientación al mercado internacional con mayor enfoque hacia servicios de ingeniería con capacidades de diseño (como los casos de Intel y ASCI). En Mixbaal, existe una mezcla de enfoques pues por un lado es proveedor de TELMEX y, por el otro, ha trabajado con socios en el extranjero.

Un caso que ejemplifica colaboración externa es ASCI, donde gran parte de sus contratos de ingeniería nacieron de una relación con un director de Hewlett Packard (HP) que había estado en Guadalajara y que posteriormente regresó a Estados Unidos. Aquí es importante resaltar que el fundador de ASCI realizó su

maestría en Estados Unidos, así que contaba con habilidades de convivencia, colaboración y comunicación con la cultura de trabajo norteamericana, lo que le hacía más fácil la construcción de una red de relaciones con las empresas de aquel país. Esto, como lo indica la teoría del capital social, le permitió firmar contratos claves para su crecimiento. También ya había sido observado previamente por Lall (citado por Fagerberg, 2007), quien señala que el desarrollo de capacidades no sólo depende de los esfuerzos hechos a nivel regional sino también del conocimiento importado del extranjero, a través de contactos con el exterior, compras de equipo o inversión extranjera.

De esta observación se desprende que la tarea es analizar cómo se debe construir el capital social para acelerar el desarrollo de estas características en cada una de las trayectorias.

Es así que en estas redes de relaciones y confianza, descritas por Coleman (1988), la confianza entre un grupo agiliza y facilita el proceso económico. Para el caso de desarrollo de productos de tecnología simplifica en muchas ocasiones un entendimiento de necesidades del mercado. Al respecto, el director de Mixbaal propone que para que esto sea posible, se debe crear un mercado electrónico de productos nacionales, haciendo referencia a los mercados de productos de tecnología existentes en Japón:

“... en un tianguis muy especial ahí están los productos nacionales japoneses donde están ensayando el mercado. Inventa uno de esos, fomenta uno así en Jalisco por 20 años. Déjame darte un ejemplo: ¿Cuántos despertadores electrónicos que hagan cu cu o que puedan tener una voz hay en el mercado de México hechos por compañías mexicanas? Cero. ¿Por qué? ¿Es un producto muy [difícil]? ¿Está muy difícil hacer ese despertador? ¿Entonces por qué no hay? La inversión no es muy grande.”

Independientemente de si la creación de este mercado es la mejor solución en el desarrollo de capacidades de diseño electrónico, el entrevistado intenta comunicar dos ideas: la primera concuerda con la teoría del capital social: es la construcción de esta red de relaciones entre empresarios y el mercado que permite a los primeros tener un entendimiento profundo de las necesidades de clientes potenciales y un canal para llegar a ellos. La segunda, relacionada con el desarrollo de capacidades de diseño de productos mediante un aprendizaje derivado de un proceso de “aprender haciendo” (*learn by doing*).

Otro de los actores, ex director de CADELEC, hablaba del gobierno como cliente pudiendo ser este un mercado importante para estas empresas:

“... yo creo que el gobierno puede incentivar muchas cosas, por ejemplo, todo el tema de telecomunicaciones ¿qué terminamos comprando? Tecnología Motorola, ¿no pudimos desarrollar nuestra tecnología?, y que hubiese sido utilizada por el ejército, la armada, ... la policía federal...”

Ambos entrevistados tratan de describir la importancia de las relaciones y las oportunidades entre las Pymes de tecnología y el mercado nacional como habilitador fundamental para acercar a las empresas con las necesidades de los clientes dentro del país. Así pues los mismos actores reconocen el desarrollo de capacidades como resultado de un SNI, y a este modelo “tapatío” como un sistema en formación, donde pueden reconocerse dichas oportunidades. El segundo punto mencionado está relacionado con el desarrollo de habilidades de diseño electrónico orientado a la creación de productos, el cual se revisa más adelante con mayor detalle como otro factor de gran relevancia.

ASCI, Mixbaal e Intel, han construido una red de relaciones construida a partir de contactos generados a través de becas en el extranjero y relaciones con empresarios. El primer camino es relativamente sencillo, si se consigue atraer de

regreso ese talento, tal es el caso de Mixbaal e Intel, donde el director cursó el doctorado en el extranjero y con ello se dio una construcción de estas relaciones conjuntadas con la transferencia de conocimiento, que posteriormente tendría un gran impacto en ambas empresas. El segundo requiere de apoyos para la creación de puentes con el extranjero, utilizando el uso del conocimiento que los ejecutivos de las transnacionales ya tienen para construir esos enlaces, como en el caso de ASCI. Esta utilización de redes con el extranjero para transferir conocimiento no es novedosa. Linsu (2001) lo señala como una de las formas de desarrollo de capacidades en Corea y Taiwan y estos casos muestran que puede ser duplicado exitosamente. También es importante retomar a Cimoli (2000) que menciona que un SNI débil es incapaz de absorber los recursos humanos altamente preparados, y un síntoma de ello es la fuga de cerebros.

Por otro lado, al estudiar los ejemplos de clientes citados por el director de Ingeniería de BEA, empresa orientada al desarrollo de soluciones para el transporte público urbano, se observa cómo ha sido capaz de ampliar sus relaciones fuera del país de manera exitosa, al día de hoy tiene una presencia importante en Colombia, Canadá y Centroamérica. Esto debido a un esfuerzo consciente de ventas, de participaciones en exposiciones fuera del territorio y de búsqueda de representantes comerciales. Todo ello con el fin de construir una red de clientes y socios que le facilite conocer y llegar a otros mercados.

La construcción de esta red de relaciones, es actualmente reconocida como un componente importante. Con la intención de construirlas, se han creado oficinas de enlace con polos de desarrollo claves en Estados Unidos, a este programa se le ha denominado “Techba”, apoyado por la Secretaría de Economía y la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC). Actualmente hay oficinas de enlace en Estados Unidos, como en Austin, en el Valle del Silicio en California, Seattle, Arizona, Michigan. Y en Canadá, en Montreal y Vancouver; y

una más en España, en Madrid. Además de proporcionar la infraestructura y el desarrollo de redes en dichas regiones han complementado sus servicios con programas de asesorías, aceleración de negocio, apoyo legal,... Es aún temprano para poder evaluar sus resultados; sin embargo parece que este tipo de programas apuntan en la dirección correcta, aunque habrá que realizar inversiones sostenidas de largo plazo, pues es más importante la duración de estos programas que su magnitud, porque como se dijo en los casos estudiados, el proceso de desarrollo de habilidades se extiende en periodos de cinco a siete años aproximadamente para llegar a un nivel adecuado. El propósito firme de estas iniciativas, es expandir el “radio de confianza”, como lo definió Fukuyama (1995), más allá de la región.

Al explorar la construcción de estas relaciones, se puede encontrar que son el resultado de la confianza depositada en las personas y organizaciones que gradualmente van formando la red. En el caso del desarrollo de capacidades tecnológicas de diseño, el mayor impacto se tuvo al establecer contactos con posibles clientes, y en segundo lugar al contar con la posibilidad de transferencia de conocimiento, como en la relación entre el CTS y BEA e Intel. O como también lo había apuntado Torres (2013), para que un sistema sea capaz de generar y desarrollar nuevas ideas o productos es necesario la existencia de canales de interacción entre los diferentes participantes.

Finalmente, es importante también resaltar que durante el estudio de los casos no se encontró evidencia de influencia que las nuevas herramientas de formación de comunidades sociales virtuales en Internet puedan tener en el desarrollo de las empresas y sus capacidades, sin embargo esto será un tema que posiblemente tenga que ser evaluado mirando hacia el futuro.

4.1.1.- La construcción de redes de relaciones como un proceso a través del tiempo

Dentro de los hallazgos de esta investigación, está la participación e importancia que tiene la construcción de redes de relaciones de la empresa, como un evento que ocurre a lo largo del tiempo y con un alcance de larga duración. En esta sección se muestra como una trayectoria de muchos años, no lineal y con múltiples personajes que se entrecruzan para construir redes de relaciones.

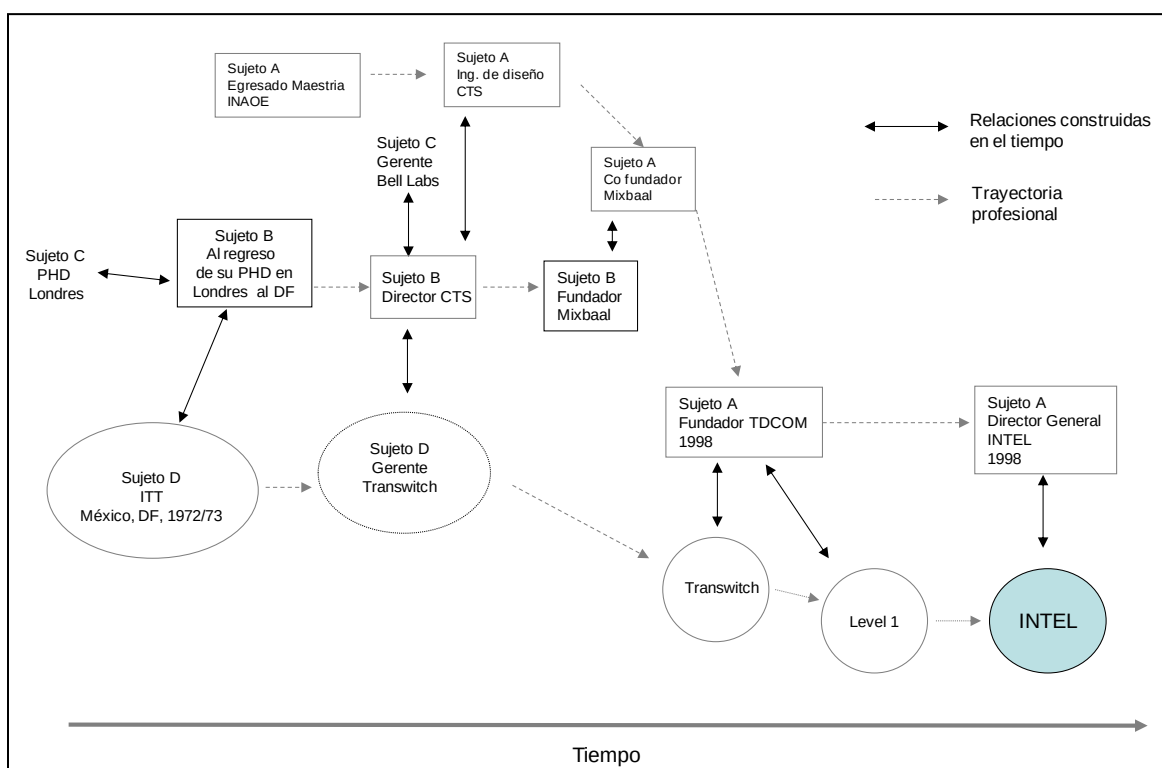
En el caso de ASCI, se observa un fenómeno de construcción de relaciones en el tiempo, ya que consigue vender servicios de ingeniería en Hewlett Packard en Boise, Estados Unidos, a partir de una relación previa establecida con un gerente que había estado en Guadalajara, en 1996, y dos años después había regresado a Estados Unidos. Esta relación construida tiene un alcance en el tiempo de dos años. Es un caso que refleja el impacto más simple del capital social: esa buena voluntad que ayuda al establecimiento de una relación de negocio (Adler, 2002). También muestra un ejemplo del crecimiento del “radio de confianza” (Fukuyama, 1995), es decir, como el alcance del capital social se ve acrecentado con el intercambio de profesionistas entre diferentes países, generado por la presencia de las multinacionales en la región.

El ejemplo de TDCOM, posteriormente convertida en Intel, es el más ilustrativo dentro de los casos estudiados, en términos de mostrar de manera clara el efecto de las relaciones en el tiempo y su impacto en el desarrollo de la empresa. Al arrancar esta compañía, su fundador utilizó la red de relaciones que el CTS había desarrollado para contactar a sus primeros clientes, ya que había trabajado anteriormente en este centro y estaba siendo incubado en sus instalaciones. Estas relaciones fueron construidas con anterioridad por un director del CINVESTAV, quien

había tenido contactos previos con ITT en la ciudad de México en la década de los setenta.

Siguiendo con esta red de relaciones, construida por el CTS, se encontró otro ejemplo que permitió que este centro consiguiera contratos con Bell Laboratories, resultado de una relación que el mismo director del CINVESTAV tenía con un directivo de Bell Laboratories que había sido su compañero durante su doctorado en Inglaterra. En la figura 28 puede observarse la construcción de las relaciones en el tiempo, que muestra también cómo ayudaron a la formación de Intel en la ZMG:

Figura 29: Construcción y trayectoria de la red de relaciones en el caso Intel.



Fuente: Elaboración propia

La creación de redes y su impacto es un proceso acumulativo, cuya duración se puede extender, como en este caso, a más de una década, siendo clave en el desarrollo de empresas de tecnología. El reconocer que los impactos derivados de estas relaciones tienen un alcance de larga duración al mostrar sus resultados años después, es una importante consideración al momento de realizar esfuerzos de este tipo, porque si se llegan a evaluar en el corto plazo no necesariamente podrán demostrar todo su potencial.

Al revisar la literatura sobre capital social (Coleman, 1988; Adler y Kwon, 2002; Yli-Renko, Autio y Sapienza, 2000), se puede corroborar que la construcción de relaciones es un elemento importante en el desarrollo de las empresas; sin embargo no se encontraron referencias donde se analice al capital social como un factor construido a lo largo del tiempo con múltiples protagonistas interrelacionados entre sí, como lo muestra el caso Intel: Pareciera ser esto un tema que podrá ser explorado con mayor profundidad en el futuro.

4.2.- El Sistema Nacional de Innovación (SNI) y su papel en la ZMG

Como se dijo, el SNI es la red de instituciones públicas y privadas cuyas actividades e interacciones inician, importan, modifican y difunden nuevas tecnologías (Lundvall referido en Solleiro, 2006). Que posteriormente la OCDE (1997) retoma, introduciendo un componente de generación de riqueza al describirlo como los elementos y relaciones que interaccionan en la producción, difusión y uso de nuevo conocimiento aprovechable económicamente.

Cimoli (2000) al analizar el desarrollo de capacidades tecnológicas en México, propuso un modelo en el cual identifica varios colaboradores y participantes dentro de tres niveles de intervención dentro de SNI, uno a nivel empresas (micro), el

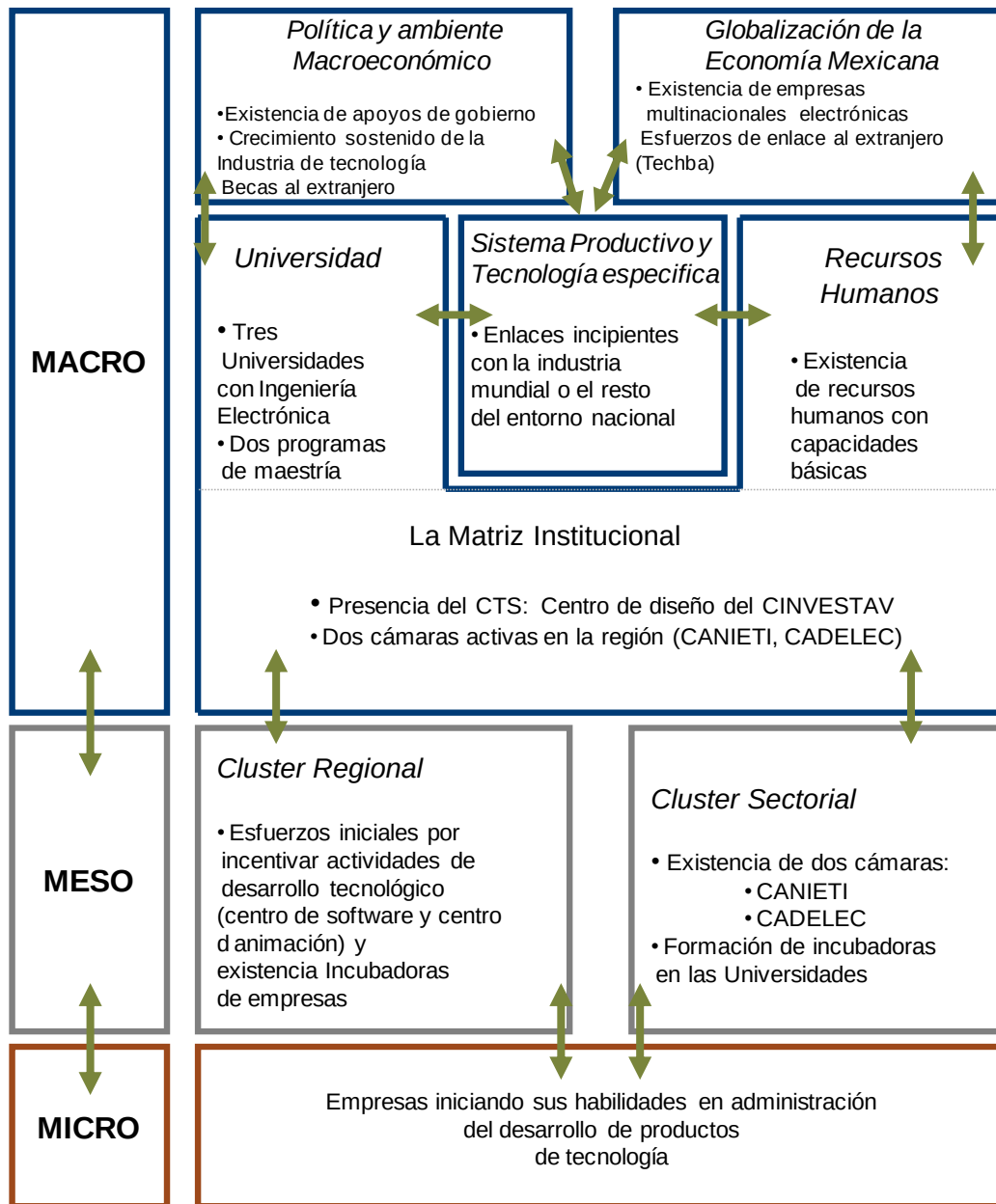
segundo a nivel regional y el tercero (macro) a nivel nacional. Al estudiar los descubrimientos de esta investigación se ha reutilizado este modelo como un mecanismo de análisis para mostrar los factores encontrados en el SNI de la ZMG. [Figura 28]

Así pues, reutilizando el modelo de Cimoli, se puede analizar dentro de este modelo de colaboración a las Pymes con capacidades de diseño electrónico en la ZMG [Figura 29], donde se identificaron varios participantes derivados de los hallazgos de los casos estudiados. En primer lugar es la presencia de las IES; pues son quienes actúan como proveedoras de capital humano calificado, creadoras, receptoras y difusoras de conocimiento y nuevas habilidades; además en algunos casos, fungen como incubadoras o incentivan el desarrollo empresarial.

En segundo lugar, se encontró dentro del SNI regional la existencia y participación del centro de investigación, el Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS), que en tres de los casos estudiados en el presente trabajo ha tenido una participación clara y activa, lo que demuestra su importancia.

En tercer elemento encontrado, con un menor peso, están los apoyos del gobierno y la participación de las cámaras: CANIETI y CADELEC.

Figura 30: El SNI en la ZMG



Fuente: Reutilización del marco conceptual de Cimoli (2000), elaboración propia.

4.2.1.- Las IES como proveedoras de capital humano en la ZMG

Actualmente se cuenta con cinco instituciones de educación superior con carrera de ingeniería electrónica: La Universidad de Guadalajara (U. de G.), el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), la Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG), el Tecnológico de Monterrey (campus Guadalajara) y el Centro de Enseñanza Técnica Industrial (CETI); asimismo con carreras de mecatrónica están el Tecnológico de Monterrey (campus Guadalajara) y la Universidad Panamericana (UP), además de dos maestrías en electrónica: la primera en el ITESO y otra en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV) campus Guadalajara (ANUIES, 2007). De acuerdo con la base de datos de estadísticas de educación superior del año 2000 de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), en el estado de Jalisco egresaron 700 alumnos de carreras relacionadas con capacidades de diseño electrónico.

En los casos estudiados, a la pregunta expresa sobre la existencia de capital humano en la región con capacidades de diseño electrónico, la opinión recabada de la mayoría de los entrevistados fue similar, en el sentido de que al día de hoy existe una base de ingenieros que cumple los requisitos básicos en términos de habilidades de diseño electrónico para empezar a construir capacidades de diseño electrónico. El mismo ex director de la Cadena Productiva de la Electrónica A.C. (CADELEC) lo dijo de manera concisa al expresar: "...a mí me queda claro que aquí hay gente...". Esto no implica que no existan áreas de oportunidad, las cuales se estudiarán en el siguiente capítulo dentro de los retos e inhibidores existentes.

Es primordial señalar que al estudiar los casos, al menos dos personas de los siete que fundaron las empresas provienen de IES fuera de la ZMG, que migraron a la región junto con la formación del CINVESTAV. Así pues, dos de las empresas

fueron formadas por personas egresadas del CINVESTAV, uno de ellos con un doctorado en Inglaterra y el segundo con una maestría del Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), dos más eran egresados del ITESO, y tres de la U. de G. —uno de ellos cuenta con una maestría en Estados Unidos—.

Al contrastar las entrevistas realizadas, se identificaron a la U. de G., al ITESO, y al CINVESTAV, como las instituciones que han aportado mayor cantidad de ingenieros con buenos niveles de preparación para enfrentar el desarrollo de capacidades dentro de la ZMG. Con esto, es posible afirmar que en la región existen recursos humanos con habilidades básicas para cimentar el desarrollo de empresas con capacidades de diseño electrónico.

4.2.2.- Las IES y su participación activa en el desarrollo de Pymes con capacidades tecnológicas

Otro descubrimiento de esta investigación, es que además del rol fundamental que las instituciones de educación superior juegan como proveedores de capital humano, también han empezado a ser participantes activos en el desarrollo de empresas con capacidades tecnológicas, y han buscado de manera activa incrementar su relación con la industria. Estas actividades que las instituciones educativas están realizando con un esfuerzo renovado, también conocidas como capitalismo académico (Rhoades, 2004), y que si bien escapan al propósito particular de esta investigación sí son un elemento en formación observado en el SNI regional, y que por tanto es relevante mencionar.

En el diagnóstico realizado por el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (2006), los empresarios mencionan que la poca vinculación entre la academia y la industria es debido a que la investigación desarrollada tiene poca aplicación

práctica. Aunque a su vez las empresas muestran poco interés de acercarse a las IES.

En particular, se sabe que en los últimos años estas instituciones educativas han empezado a desarrollar capacidades de incubación de empresas de tecnología. Dentro de los casos estudiados se pudo observar en Intel, un ejemplo exitoso producto de la incubación realizada por el CTS a la empresa TDCOM, que muestra los beneficios de este tipo de procesos.

Se visitó el programa de incubación del ITESO, donde se comprobó la existencia de esfuerzos serios en esta dirección al dedicar mayores recursos e infraestructura. En esta universidad existen dos programas orientados a este propósito: el Programa Joven Empresario Universitario (Jovem) y el Programa para la gestión de la Innovación y la Tecnología (Progint). Este último ha incubado 47 empresas desde 2004, año de su fundación. En este mismo periodo es cuando el gobierno federal también crea el Sistema Nacional de Incubadoras, como parte de la Secretaría de Economía (Barragán, 2012). Actualmente éste proporciona alojamiento a 14 compañías dentro de su parque tecnológico –en paralelo se desarrolló un programa de prácticas profesionales donde uno de los propósitos es conectar a la empresa con el alumnado y la universidad–.

Estos trabajos no son un esfuerzo aislado, se pueden identificar acciones similares en otras IES de la región. Por ejemplo, y de acuerdo a un comunicado de la U. de G.: “En los tres años que lleva laborando la Incubadora de Negocios del Centro Internacional de Excelencia Empresarial (CIEE), adscrito al Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas (CUCEA), alrededor de 60 nuevas empresas han sido abiertas en el estado de Jalisco, señala la coordinadora de incubación de empresas Sandra García de la Cruz” (Carrillo, 2011).

Si bien es temprano para juzgar los resultados, al recabar algunos de los comentarios vertidos en las entrevistas puede decirse que están en la dirección adecuada; muestra de ello es el caso Intel, quien contó con una institución (el CTS) que lo incubara y le proporcionara infraestructura y acceso a recursos calificados, lo que contribuyó a su éxito .

4.2.3.- El papel del gobierno y las cámaras en la ZMG

Continuando con los elementos del SNI, de acuerdo a la literatura, el gobierno juega un papel importante en el desarrollo de las empresas de tecnología (Hobday, 1995; Linsu, 2001). Es por ello que es fundamental analizar la participación del gobierno y las cámaras en el desarrollo de los casos estudiados en la ZMG.

En torno a la actuación del gobierno, se identificó la existencia de incentivos federales por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), así como apoyos adicionales del gobierno estatal. Para el caso de apoyos locales, de acuerdo a la Secretaria de Promoción Económica del gobierno del estado de Jalisco, los fondos destinados a la ciencia y la tecnología en 2008 fueron de 1,370 millones de pesos y llegaron a 1,747 millones de pesos en 2009; algunos se utilizaron en forma de crédito y otros como apoyos en un esquema de fondo perdido y participación compartida. Por parte del gobierno federal, CONACYT tiene un programa de exención de impuestos derivado de actividades de diseño, así como los programas de becas para desarrollo de capital humano. En el 2010 había tres fondos principales de apoyo al desarrollo tecnológico, que se muestran en la siguiente figura extraída de la página de internet del mismo CONACYT.

Durante las entrevistas se preguntó sobre el papel que los apoyos económicos han tenido, algunos mencionaron que a nivel general, el gobierno ha hecho un

papel adecuado en este asunto; sin embargo al indagar un poco más, hubo poca mención por parte de los casos estudiados de su utilización. Sólo se encontró evidencia en dos de ellos. El primero de ellos, Mixbaal, mencionó que en el pasado los apoyos vía estímulos fiscales eran más sencillos de ejecutar y que había solicitado apoyo, pero que los mecanismos actuales eran complejos y ya no lo estaba haciendo. En el segundo caso, BEA, sí hubo evidencia de la utilización de apoyos del CONACYT para el desarrollo de una nueva tecnología de conteo de pasajeros, y en la actualidad siguen trabajando en solicitar apoyos adicionales.

No obstante, parece que los incentivos no son un detonador del desarrollo de las capacidades tecnológicas de diseño electrónico dados los hallazgos de los casos estudiados. Si bien se encontró en dos de los casos estudiados que estos apoyos han sido un complemento que acelera el desarrollo, no se puede decir por la muestra estudiada que estos incentivos económicos sean un impulsor de estas habilidades. Además, su uso no ha sido extensivo, primero por no ser una fuente de financiamiento con la que los empresarios puedan contar con certeza y oportunamente, esto debido a la falta de seguridad en la recepción de los mismos apoyos. El otro punto es que los trámites para solicitar estos incentivos, por su complejidad, requieren la atención de un recurso, con el cual en muchas ocasiones no se cuenta. Un dato que ilustra algunos de los retos que se tienen para diseñar y canalizar adecuadamente los apoyos financieros del gobierno, es que en el 2005 la mayoría de los estímulos fueron otorgados a empresas extranjeras, 79.4% para el caso de empresas de alta tecnología y 83.7% para empresas de media-alta tecnología.

Figura 31: Fondos de apoyo a tecnología de CONACYT.

INNOVAPYME

Innovación Tecnológica de Alto Valor Agregado para proyectos de IDTI que:

1. Sean presentados por Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MIPYMES) con claro impacto en su competitividad y/o propicien la vinculación de las MIPYMES con CI, IES u otras empresas.

PROINNOVA

Desarrollo e Innovación en Tecnologías Precursoras para proyectos de IDTI que

1. Sean presentados por MIPYMES o por empresas grandes.
2. Se desarrollen en vinculación con centros de investigación (CI), y/o instituciones de educación superior (IES) y asociaciones u organizaciones articuladoras, en campos precursores del conocimiento preferentemente.

INNOVATEC

Innovación Tecnológica para la Competitividad para proyectos IDTI que

- Sean presentados por MIPYMES o por empresas grandes.
- Impulsen la competitividad de las empresas, articulen cadenas productivas en actividades de IDTI.
- Propongan la inversión en infraestructura (física y recursos humanos) de investigación y desarrollo de tecnología, así como también consideren la creación de nuevos empleos de alto valor.
- Se dará prioridad a aquellas propuestas que evidencien vinculación con CI o IES.

Fuente: www.conacyt.gob.mx

Si bien la información hallada sobre el SNI y los casos de otros países (Linsu, 2001; Hobday, 1995; Figuereido, 2004) habla sobre la importancia de la participación del gobierno, es significativo discutir si los mecanismos que actualmente está utilizando la autoridad tienen el impacto esperado. De aquí se desprende la pregunta de si estos recursos deberían ser revisados para encontrar maneras que tengan mayor impacto en la detonación de capacidades; no se

sugiere que deban desaparecer por completo, ya que en un par de casos mostraron que pueden servir para acelerar o complementar el desarrollo de las empresas, pero sí examinar su utilización para hacer una asignación diferente; por ejemplo, apoyar más programas de becas en el extranjero o de enlace como lo es el programa Techba. Este tema, relacionado con los apoyos económicos gubernamentales, se retoma en el capítulo siguiente, donde se realizan algunas recomendaciones sobre ello.

Dentro del SNI, otros actores que han tenido una participación activa buscando acrecentar las capacidades tecnológicas específicamente de diseño en la ZMG, han sido las cámaras, principalmente la Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías (CANIETI) y la Cadena Productiva de la Electrónica, AC (CADELEC), que han realizado una labor activa conectando a los participantes de esta industria. Es dentro de estas actividades que crearon un grupo de trabajo con el fin específico de aumentar las capacidades de diseño electrónico en la ZMG. A este foro le llamaron el “Council de Diseño Electrónico”. Una de las tareas realizadas es un estudio de fortalezas y debilidades (FODA) con el objetivo de trazar planes tácticos enfocados en apoyar el desarrollo de empresas que pudieran contar con capacidades de diseño electrónico [Figura 31].

A partir de este estudio de fortalezas y debilidades (FODA), se generaron una serie de proyectos tácticos que se engloban en cuatro áreas de trabajo.

La primera está centrada en la construcción de un centro de diseño electrónico que tenga infraestructura y servicios básicos para que sean utilizados por las empresas, además de contar con capacidades de pruebas de compatibilidad electromagnética que es un requerimiento legal en diferentes países del mundo.

Figura 32: Estudio FODA



Fuente: Council de diseño, CANIETI, 2008.

La segunda busca construir una red de contactos que permita aumentar el capital social de la región y expandirlo fuera de ella, y utilizar este mismo para promocionar el potencial existente.

La tercera tiene por objetivo trabajar en conjunto con las IES para desarrollar programas de entrenamiento con propósitos específicos que la región requiera.

Y la cuarta se centra en expandir los servicios que las cámaras ofrecen para prestar servicios adicionales de inteligencia de mercados, bases de datos de

contactos, ser un enlace con IES, clientes en el extranjero, y colaborar en la identificación de capacidades claves [Figura 32].

Este ejemplo es muestra de la participación y preocupación activa de estas cámaras en el desarrollo de capacidades; continuar con estos esfuerzos es fundamental para el SNI de la ZMG.

Figura 33: Líneas estratégicas derivadas del estudio FODA

Secuencias del Proyecto		
Secuencia de Ejecución	Nº de Proyecto	DESCRIPCION DEL PROYECTO
1	12	Definir especificaciones y setup del centro de diseño, poner las bases de funcionalidad y alcances del centro de diseño
2	7	Desarrollar gente modelo Pads, Delinear que necesidades específicas se requieren, tanto de las empresas grandes como pequeñas, para dirigir las características requeridas, el perfil que se requiere en base a las tendencias, Tomar en cuenta Cantidad y calidad requerida
3	5	Vender las capacidades que tenemos (Recursos humanos e infraestructura), Queremos atraer empresas al estado, y las que ya están que aumenten su atracción de proyectos, Juntar a los que han vendido afuera y de todo eso hacer una presentación con las mejores practicas de venta
4	11	Promover networkings , desayunos mensuales, revivir esos grupos de desempleados, Reactivar RedI con el enfoque de feria de trabajo para individuos y para empresas
5	1	Contratar una persona u organización para que estén llevando acabo lo que el council esta diseñando, Definir el alcance y descripción de la función (propuesta de integración a algún organismo existente)
6	6	Desarrollar y seleccionar el mercado interno, alinear el cluster para que los planes de negocios particulares (grandes y pequeños) tengan beneficios mutuos. Hacer el inventario de que tipos de capacidades y requerimientos requieren contratar las grandes
7	8	Desarrollar el programa de educación para Directores y gerente para desarrollar la cultura empresarial de la industria de clase mundial, Es para pymes
8	9	Desarrollar el programa de educación de los recién egresados y empleados para desarrollar la cultura empresarial de la industria
9	16	Fomar un comité de proyectos y tesis para universidades y vinculación con otras industrias, este comité debería incluir mas representatividad de la mujer, Que las practicas y trabajos de investigación se realicen en áreas ajenas a la industria electrónica, por ejemplo en el IMSS, Mercados, etc. . Este comité debería programar reuniones con otras industrias para hacer un "think tank" de estas necesidades o ideas
10	10	Bases de datos de ex-empleados y jubilados para buscar aprovechar la experiencia , Por ejemplo: Subcontratar a los jubilados para aprovechar esa experiencia a menor costo, para áreas de ingenierías
11	3	Sistema de información, que medios usar, tener un portafolio para la persona que va a vender tenga consolidada la información completa (costos, capacidades, etc.). Por ejemplo: google, wikipedia (artículo en wikipedia), aprovechar los juegos panamericanos para promovernos, Debe haber un foro de la Zona como oferta de capacidad de Jalisco en "Embedded System Conference" en San José CA.
12	2	Investigación de mercado (análisis de inteligencia) para identificar esos 5 oportunidades de negocio mas importantes. Posibles Casos : -Jalisco será el piloto en Ethanol -Aeronáutica -Diseño, fabricación de prototipo de una mother board (caso identificado por Jesús) -Como las manufactureras han introducido diseño de sus OEMs -Aprovechar los juegos panamericanos para ver que necesidades tienen
13	4	Contratar una agencia de relaciones publicas. Se buscaría que trabajara por comisión
14	14	Tener un organismos de inteligencia de mercado de diseño electrónico. Asistencia legal, mercadotecnia, recursos humanos, vigilancia tecnológica, capacitación, mantener atención y comunicación de la evolución de los mercados y tecnologías, Ligado al centro de diseño
15	13	Fomentar implementación de laboratorios de diseño electrónico en el centro de diseño para las universidades
16	15	Que el centro de diseño administre los recursos económicos provenientes del gobierno o iniciativa privada, o bien establecimiento de un premio en un concurso para que haga el puente con los recién egresados, o bien con los empresarios para venderle los proyectos desarrollados por los egresados, Los premios pueden ser incentivos para incubar pymes, o bien premios monetarios para apoyar el desarrollo de proyectos



(Council de diseño, CANIETI, 2008).

4.2.4.- El Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS) y su rol clave en el incremento de capacidades de la región

Después de señalar la importancia que las IES han jugado al generar los cimientos y proporcionar el capital humano dentro del SNI, es el Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS) quien ha tenido un rol destacado en el desarrollo de tecnología en la ZMG. Como anteriormente se había mencionado, el CTS es el instituto de investigación perteneciente al Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV) –campus Guadalajara–, formado en 1988 a partir de un acuerdo de colaboración con IBM.

Como se revisó anteriormente, el papel que el CTS jugó en la formación de TDCOM (posteriormente Intel), fue clave en su nacimiento, pues este centro fungió como la incubadora de la compañía al rentarle espacio físico e infraestructura, lo cual se corrobora en las palabras de su fundador: “... me rentaba espacio, me incubó –el director del CTS–, pero lo más importante, [me daba] acceso a recursos calificados”, por su parte, el entonces director del CTS agrega: “... le ponía toda la fuerza del CTS detrás...” Esta relación, que fue clave en la formación y desarrollo de Intel, continúa hasta ahora con un programa de maestría en diseño de circuitos integrados que el CTS ofrece a los ingenieros de Intel en las mismas instalaciones la empresa.

En el caso de Mixbaal, el CTS tuvo influencia de manera indirecta, es decir, su fundador fue director de este centro, donde desarrolló sus capacidades y atrajo talento, además fue la cuna de contactos preliminares con futuros clientes, y también definió sus capacidades claves.

En ambos casos se puede señalar que el CTS actuó como un imán que acercó talento con altas habilidades de diseño, porque los fundadores de TDCOM y Mixbaal llegaron a esta región a través de este centro de investigación. Esto demuestra cómo uno de los beneficios de contar con un SNI es la atracción y rotación de personal calificado (Linsu, 2001).

Otro ejemplo de la relevancia del CTS en la región se encuentra en BEA, con quien que ha tenido una relación desde que esta empresa inició, fue el CTS quien generó el primer prototipo de un contador de pasajeros para el transporte urbano, primera idea en la que el fundador de esta empresa trabajó. El entonces director del CTS puso sus servicios a un costo muy bajo, ya que necesitaba tener proyectos para justificar la existencia del centro en la región. Si bien el primer prototipo generado por este centro todavía requirió trabajo adicional, se puede decir que contribuyó de manera sobresaliente en darle el “aventón” tecnológico inicial a su fundador, cuya formación no es técnica. Esta relación se ha mantenido, pues actualmente continúan colaborando en nuevos proyectos.

En este apartado, sucintamente se ilustró el impacto que el CTS ha tenido en el desarrollo de tecnología y el potencial que tiene en el futuro de la región, lo cual deberá aprovecharse de manera activa. Esto también había sido apuntado por Torres (2013), quien menciona que los centros de investigación contribuyen al proceso de transferencia de conocimiento mediante múltiples canales desde la formación de recursos humanos, relaciones de consultoría, movilidad de personal, colaboración directa en proyectos de investigación a la creación de redes mismas.

4.2.5.- Las multinacionales y los beneficios de “spill over”

El papel que las multinacionales juegan dentro del SNI provoca diversas opiniones: el contar con ellas genera un cierto grado de incremento de capacidades

tecnológicas (Figueiredo y Ariffin, 2004); sin embargo, no se puede simplemente tomar un papel pasivo y esperar que su sola presencia genere un desarrollo de habilidades de diseño como fue el caso de Singapur (Cimoli, 2000). No obstante, si no se realizan esfuerzos activos de transferencia y desarrollo de estas capacidades las grandes empresas pueden alejar la inversión local en estos sectores (*crowding out*) (Figuereido, 2004). Por esto, es fundamental analizar el papel que estas compañías han tenido en la ZMG.

Como ya se dijo, en la ZMG se han asentado varias empresas multinacionales de la industria electrónica, las cuales empezaron a llegar en los años sesenta con el asentamiento de Siemens, Motorola y Borroughs; más tarde, en la década de los 70, se establecen en la región dos empresas que desarrollaron capacidades de diseño electrónico en esta zona: IBM y Hewlett Packard (HP). Por un lado, IBM en conjunto con el CINVESTAV contribuyó a la fundación de Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS), posteriormente creó un grupo de desarrollo de Software que todavía existe. Por el otro, HP durante alrededor de 15 años contó con un grupo de I+D, que llegó a ser dueño del diseño de las copiadoras de color para el mercado mundial, donde laboraron más de 100 personas con la responsabilidad de un negocio con un potencial mayor a un billón de dólares. Recientemente otras multinacionales han establecido grupos de diseño, una de las más importantes es Continental, que cuenta con un grupo orientado al diseño de sistemas electrónicos para la industria automotriz, y Freescale con un grupo de diseño de sistemas de procesamiento digital (*embedded systems*).

El principal ejemplo de los efectos de *spill over* (Figuereido, 2004) que las empresas en estudio han tenido en la ZMG es el caso ASCI, el cual muestra cómo esta compañía le debe el desarrollo de sus habilidades y su crecimiento a la relación con Hewlett Packard, en un principio en Guadalajara y después en Estados Unidos. Esto representa un claro ejemplo de cómo una multinacional local

pudo construir un puente para adquirir conocimiento y contar con un cliente que a la vez cimentó su progreso. Cabe resaltar que el grupo local de Hewlett Packard fue un equipo de I+D, mejor dicho, no fue una relación con gente de manufactura o de procesos conectados con la maquila local. Esto demuestra que los beneficios de *spill over* en este tipo de capacidades parecieran darse cuando las multinacionales tienen grupos realizando este tipo de actividades.

El segundo caso que señala un beneficio derivado de la presencia de una multinacional, es el de ATR, que desarrolla sinfonolas digitales, donde un ex empleado del equipo de diseño, también de HP en Guadalajara, sale de la empresa y entra en contacto con un grupo de inversionistas locales que buscaban comprar una empresa de tecnología en Estados Unidos; lo cuales le encomiendan examinar esta posible adquisición, y de donde se desprende un análisis con una recomendación para desarrollar tecnología en lugar de comprarla.

Un tercer caso donde se observa un patrón similar al de ATR, es el de Bunker, la empresa dedicada al diseño, fabricación y comercialización de productos de audio y video, donde los fundadores habían laborado anteriormente en el departamento de diseño de televisiones, en la sección de audio de SONY en Tijuana, y al salir de dicha empresa fundaron Bunker. Este punto es otro ejemplo de los beneficios del *spill over* de una multinacional con capacidades de diseño establecida en el país, aunque es primordial puntualizar que aun cuando la empresa no está asentada en la ZMG, se alimentaba de recursos de IES de esta región por eso su impacto se ve reflejado en la zona.

La importancia de lo anterior, es que en algunas empresas, las multinacionales han tenido un efecto positivo en el desarrollo de capacidades tecnológicas de diseño electrónico, pero esto ocurrió cuando las multinacionales tuvieron departamentos de I+D en la región (como fue el caso de HP) o bien que colaboraron intencionalmente en estas actividades de manera local (como IBM

con el CTS), así pues se puede afirmar que el tener empresas multinacionales que cuenten con departamentos de Investigación y desarrollo en la región puede contribuir en cierto grado al desarrollo de Pymes con este tipo de habilidades. En contraste, no se encontró evidencia que las grandes operaciones de maquila establecidas en la ZMG hayan tenido influencia en la formación este tipo de capacidades. Esto confirma que no se puede tomar un papel pasivo esperando que la sola presencia de las multinacionales genere un efecto dominó que dispare la aparición de este tipo de habilidades, sino que se deben propiciar esfuerzos de colaboración e incentivos para que estas empresas multinacionales tengan grupos locales con este tipo de capacidades.

Padilla (2007) describió el papel que juegan las multinacionales como una fuente de transferencia de conocimiento en países en desarrollo que facilita resolver las carencias de conocimiento técnico, gerencial, mercadotecnia y financiero que en aquellas regiones existe. Sin embargo pareciera que en la ZMG, los beneficios han surgido principalmente de empresas multinacionales cuando cuentan con departamentos de I+D, ya sea derivado de la rotación de sus ingenieros, o bien, de relaciones de colaboración con ellos. Este punto es importante debido a que el gobierno realiza esfuerzos de atracción de inversión para este tipo de compañías, y los impactos que estas financiaciones pueden tener no son iguales en todos los casos, particularmente el atraer empresas con departamentos de investigación y desarrollo parece producir mayores derramas asociadas con el desarrollo de capacidades tecnológicas.

4.3.- Capacidades tecnológicas claves y su desarrollo

Al hablar del proceso de adquisición y progreso de capacidades de diseño electrónico, uno de los primeros dilemas a resolver es definir cuáles serán las habilidades en las que habrá que encauzar los recursos de la empresa, en qué

tecnologías se deberá adquirir conocimiento, a qué mercados se busca satisfacer de mejor manera. Como lo diría Hamel (1994), las capacidades claves es eso que le dará a la empresa elementos de diferenciación frente a la competencia, difíciles de imitar y con un valor para el cliente. Dicho de otra manera, y hablando en particular de esta industria, las empresas deberán decidir si dirigen sus esfuerzos a las telecomunicaciones, a productos de computación, a electrónica de consumo (como son televisiones, o radios), a electrónica para el ramo médico, a soluciones para alguna industria específica (petrolera, eléctrica...), a productos de entretenimiento (como sería un Xbox)... en estas categorías existen además sub categorías; en otras palabras, refiriéndose a las telecomunicaciones: telefonía, internet, microondas... aun dentro de estas sub categorías pueden existir otros niveles de especialización y enfoque: y dentro de estos niveles de especialización habrá que encontrar cómo esos esfuerzos determinarán una ventaja sobre lo que la competencia ofrece.

Hay que precisar que una capacidad tecnológica por el hecho de poseer una complejidad técnica inherente, no significa necesariamente que sea una capacidad clave: Es importante distinguir las que en algunos casos pueden tener un alto contenido de conocimiento, y las que representan una capacidad clave. Diferenciar esto es fundamental en el éxito futuro de las empresas y en el impacto que los centros de investigación y IES tendrán en el porvenir de la región. Veamos un ejemplo sencillo que ilustra este punto: Un empresario puede aumentar una competencia en el desarrollo de diseño de equipos electrónicos de bulbos, y eso no significa que esta habilidad le conceda un crecimiento económico en el mercado, pues el mercado se ha movido a otro tipo de soluciones; mejor dicho, esta habilidad no representaría, en este caso particular, una capacidad clave.

En todos los casos tratados, se puede distinguir de manera clara cómo los fundadores identificaron una dirección en la cual debían acumular conocimiento y enfocar el progreso de sus capacidades de diseño.

Como lo es TDCOM, empresa de la cual surgió Intel, que en palabras de su fundador menciona: “...vimos las telecomunicaciones creciendo... SONET³ era una área de crecimiento... estaba la burbuja de internet intensa, era un área de oportunidad muy clara”, y agrega cómo tuvo: “...que entrenar un ingeniero en SONET SDH...”. En pocas palabras enfoca sus capacidades de diseño electrónico en la habilidad de poder trabajar en diseños de telecomunicaciones utilizando protocolos de comunicación que eran necesarios en la nueva era de internet. La definición de la capacidad clave a desarrollar era muy clara, y de ahí nace la siguiente pregunta: ¿cómo se identificó esta dirección?

Al estudiar la trayectoria de TDCOM, se comprende cómo durante su paso por el CTS este grupo tenía un enfoque de telecomunicaciones, en gran parte por la experiencia previa y la formación académica de los que ahí trabajaban. Clara influencia que el CTS y el ecosistema que se crea tienen en la identificación de una habilidad clave; por este motivo, se afirma que los centros de investigación y las IES son un elemento fundamental en su descubrimiento

El caso de BEA, empresa dedicada al desarrollo de sistemas inteligentes para el transporte urbano de pasajeros, presenta un ejemplo bastante diferente en la detección y formación de sus capacidades claves. En palabras de su director de I+D: “BEA sale de una idea... tecnología que tenían los metros... tecnología inteligente a los autobuses que sea barata”. El fundador había trabajado en el Metro de la ciudad de México, donde entendió cómo algunas de las soluciones tecnológicas de dicho sistema de transporte podían aplicarse y beneficiar también

³ SONET es un protocolo de comunicaciones utilizado para transferir grandes cantidades de información.

en los autobuses públicos urbanos. De esta manera, es capaz de vislumbrar la necesidad de mercado con posibles soluciones tecnológicas, en ese momento sólo disponibles a un costo elevado para los sistemas de metro, y desarrollados por grandes multinacionales. Es así como se define la dirección para el desarrollo de habilidades claves.

Por otro lado, ATR es un ejemplo extraordinario en la identificación del futuro de la tecnología y la necesidad de desarrollar habilidades futuras, que implicaban inversiones importantes.

Como se dijo en la trayectoria de ATR, esta empresa se dedica al diseño, fabricación y venta de sinfonolas digitales. Al entrevistar al ingeniero que concibió la arquitectura de la tecnología de la empresa, ex arquitecto del departamento de I+D de HP en Guadalajara, y que fue uno de los socios fundadores de esta empresa, narra cómo fue capaz de identificar competencias claves necesarias en el futuro de la música digital, las cuales ayudarían a guiar las direcciones posteriores que la empresa tomaría. Anteriormente se explicó cómo su trabajo de identificación y evaluación de tecnologías claves en el futuro de la música, específicamente aplicado a sinfonolas digitales, inició en 1993 y rindió frutos en 1999 cuando se aprueba la patente con la que ATR protegió el desarrollo de sus primeros productos, fechada en septiembre 28 de ese año, bajo el número 5,959,945 dentro de la oficina de patentes de Estados Unidos. Allí se incorporan conceptos sobre “música digital”, su transmisión, almacenamiento, distribución, codificación, protección legal y comercialización. En esta época todas estas ideas parecen obvias a la luz de la popularidad del Ipod por parte de Apple, que fue introducido al mercado en octubre de 2001. Sin embargo, el primer dispositivo comercial popular de música digital fue el “Rio PMP300”, que fue lanzado al mercado en septiembre de 1998, y antes de esto “Audio Highway” había comercializado lo que se considera el primer dispositivo de música digital en

septiembre de 1996. Con esto se ejemplifica cómo esta persona había identificado elementos claves en el futuro de la música digital, junto con las empresas pioneras en el tema y, posiblemente, antes que algunas de ellas.

Este mismo arquitecto menciona parte de esta identificación de capacidades claves: “en 1993 proyectó que en 5 años se podría hacer una PC y tener contenido (música, internet)...” y que “... veía que habría información en servidores y que las telecom [compañías de telecomunicaciones] iban a invertir y ahí estarían las mega empresas...” A partir de lo cual empezaron el “... desarrollo de SW, HW, telecom, propiedad intelectual de música... integración vertical: producto, servicio, seguridad... digital management systems para controlar derechos de autor”. Hecho realmente sorprendente sobre la capacidad de identificación de capacidades claves.

Figuereido (2004), al estudiar casos de empresas de tecnología en Brasil y Malasia, ya había encontrado dos posibles trayectorias en la construcción de capacidades de diseño, una evolutiva en la cual las empresas transitan por etapas donde primero se compra y se da mantenimiento a equipo para posteriormente hacerle adecuaciones, mejoras y eventualmente diseñar sus propios productos. Y una segunda trayectoria derivada de discontinuidades al aparecer nuevas tecnologías. Este es el caso de ATR donde alguien es capaz de detectar la aparición de una discontinuidad y desarrolla capacidades claves asociadas a ello. El cómo de esto, es un poco más difícil de identificar, pero se sabe de algunos factores que contribuyeron. Primeramente, como se había señalado, este arquitecto había trabajado dentro del grupo de investigación y desarrollo de Hewlett Packard en México y había estado en contacto con las tecnologías de vanguardia, así como con el proceso de desarrollo de tecnología. Esto podría ser una parte de la explicación, por lo que contar con centros de diseño en las multinacionales puede ayudar a generar polinización cruzada con las Pymes al

existir rotación de personal, que si bien no ha sido un fenómeno frecuente en la región, para este caso particular sí tuvo un impacto.

Aunado a esto, existía un grupo empresarial local interesado en invertir en esta tecnología, ya que contaba con un negocio de comercialización de este tipo de producto. En definitiva es interesante conocer la capacidad intelectual extraordinaria del individuo que tuvo esta visión de futuro, pero también identificar componentes del SNI que contribuyeron a este proceso. Es interesante la labor de ATR en la identificación y desarrollo de sus capacidades aprovechando el surgimiento de una serie de tecnologías completamente nuevas, el reconocer la aparición de estos cambios es una de los caminos sugeridos por Arifiin (2004) como una manera de acortar las distancias entre las capacidades tecnológicas de países desarrollados y de los que están en vías de desarrollo.

Bunker es otro ejemplo claro en la importancia de la selección de capacidades claves. Sus fundadores trabajaron en el área de I+D de televisiones de Sony en Tijuana, México, en el diseño de la sección de audio. Así es como adquirieron competencias en esta área de la electrónica. No es pues sorprendente que al decidir iniciar una empresa de diseño, manufactura y venta de productos electrónicos, estos sean equipos de audio. En términos concretos, la identificación de las capacidades claves proviene de una experiencia previa en una multinacional. La trayectoria de Bunker, es uno de los caminos recomendados por Viotti (2002), quien sugiere que en países en desarrollo se debe iniciar con un proceso de absorción de capacidades existentes en países desarrollados y luego seguir con mejoras incrementales.

Por su parte, Mixbaal muestra una dirección clara en la selección de las capacidades claves tecnológicas a raíz de la experiencia que adquirió dentro del CTS, pues desde su inició enfocó sus recursos al desarrollo de productos de

telecomunicaciones. Por qué CTS tenía un enfoque hacia esta rama de la electrónica pareciera derivado de la formación académica e intereses de algunos de los ingenieros que ahí laboraban, esto aunado a la creciente necesidad de la industria debido al surgimiento del internet y la telefónica móvil. Recientemente Mixbaal ha ampliado sus capacidades a la manufactura de generadores eléctricos a partir de un diseño de celdas solares realizado por uno de sus socios en el extranjero.

Igualmente DSP projects ha seleccionado una capacidad clave, que es la utilización de procesadores de señal digitales. Si bien la selección de sus áreas de competencia es clara, no lo es su integración al mercado, toda vez que existe un elemento faltante entre las capacidades desarrolladas y los posibles interesados por la tecnología.

4.3.1.- El desarrollo de múltiples capacidades claves

Como afirma el director de I+D de BEA, la identificación inicial de la capacidad tecnológica que ha sido clave para esta empresa: “sale de una idea... tecnología que tenían los metros... tecnología inteligente [para] los autobuses que sea barata”. Es en esta idea donde se centran los esfuerzos de desarrollar productos de conteo de pasajeros, para posteriormente extenderlo a sistemas de prepago y monitoreo para autobuses, lo que les da una ventaja competitiva en el mercado al tener un área de especialización.

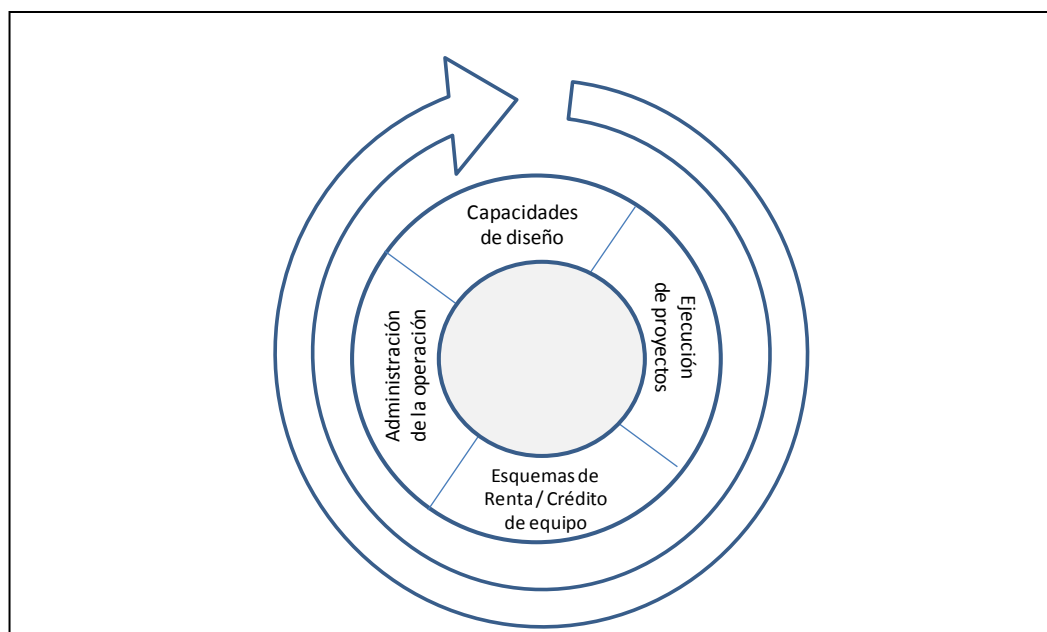
Además durante el estudio de BEA fue importante descubrir que después de la identificación y desarrollo de una capacidad clave como lo es ofrecer productos para el transporte público de autobuses urbanos, tuvieron otras habilidades que significaron mayor ventaja competitiva con varias “propuestas de valor”.

De esta manera, fueron capaces de diseñar un modelo de negocio que le ofrecía al cliente varias ventajas, no sólo centradas en el producto mismo, sino en múltiples áreas del negocio, mostrando así el desarrollo de múltiples capacidades claves. Entender cómo BEA fue capaz de desarrollar estas capacidades se puede encontrar al analizar su trayectoria.

Cuando esta compañía trató de vender su producto se enfrentaron a limitaciones de capital por parte de los transportistas, como a la incredulidad de los beneficios de una nueva tecnología en un mercado con un perfil conservador en temas de innovación. De cualquier modo, implementaron un esquema de renta de equipo como bien lo señaló su director de I+D: “la única manera de colocar equipos era renta, no se vendieron, se rentaban”. Fue así como lograron gradualmente ingresar al mercado al demostrar y convencer sobre los beneficios de esta tecnología.

Más tarde al tratar de vender en la ciudad de México para el concurso del Metrobús de Insurgentes, tuvieron que desarrollar proyectos completos y administrar la operación. Actualmente BEA maneja el sistema del Metrobús de Insurgentes. También desarrollaron el proyecto completo del Metrobús de Ciudad Juárez: esto demuestra la necesidad de contar con una habilidad de diseño de productos holística, que facilite la explotación exitosa de las capacidades iniciales de diseño electrónico y, sobre todo, construir otras capacidades claves. La figura 33 refleja las múltiples habilidades claves desarrolladas por BEA.

Figura 34: Beneficios holísticos en el modelo de negocio de BEA.



Fuente: Elaboración propia

En resumen, BEA ha logrado hacer exitosas sus capacidades de diseño electrónico a través de la construcción de varias propuestas de valor para el mercado en más de un área de las necesidades del cliente. Es decir, la propuesta inicial con la que empezaron fue ofrecer contadores de pasajeros, dada la necesidad de los dueños del transporte público de disminuir pérdidas por el pasaje que no recibía boleto, para después agregar sistemas de monitoreo del transporte, todo en dirección de aumentar el número de productos. Sin embargo, al implementar un esquema de renta de equipos, dan un segundo valor agregado al mercado, que termina completándose con dos propuestas adicionales valiosas para el mercado: la creación de proyectos completos y la administración del mismo; pues el día de hoy BEA es responsable de cobrar y reportar las ventas de los pasajeros del Metrobús Insurgentes de la ciudad de México, así como de su mantenimiento y reporte de operación.

4.4.- El emprendedurismo como una condición “*sine qua non*”

Retomando la definición que la OECD utiliza al referirse a los emprendedores como los “agentes de cambio y crecimiento en una economía de mercado que pueden actuar para acelerar la generación, diseminación y aplicación de ideas innovadoras... no sólo buscan e identifican oportunidades económicas rentables sino que además están dispuestos a tomar riesgos para ver si sus corazonadas son correctas” (OECD, 1998, p. 11). Partiendo de esta idea, es de esperar que el emprendedurismo sería una pieza clave en el desarrollo de empresas con capacidades tecnológicas.

A lo largo de esta investigación, se logró la confirmación de lo anterior, ya que se encontró la clara presencia de actitudes y habilidades de emprendedurismo en las personas que formaron estas empresas. Enseguida se presentan tres elementos encontrados en este estudio, que si bien no son nuevos, es necesario mencionarlos porque la ZMG tiene características particulares que hace primordial el plantear preguntas en torno a su desarrollo.

En principio se encuentra la capacidad de toma de riesgo económico. En varios de los casos intervinieron los ahorros personales de los fundadores, como lo dicen algunos de los entrevistados: “se metieron terrenos, bienes privados [del fundador]... básicamente me acabé mis ahorros en los primeros 5-6 meses... era mi dinero personal...”. El tema no es menor si se toma en cuenta que en el caso de diseños electrónicos para productos propios, como en el caso de ATR, Bunker y BEA, el gasto relacionado con la nómina de los ingenieros, necesarios para este tipo de desarrollos, se tiene que soportar durante largos periodos, lo que representa montos importantes. Asimismo, por la naturaleza de este gasto principalmente en sueldos, es muy difícil que una institución financiera otorgue un crédito para capital del trabajo a menos de que exista una garantía física.

El segundo elemento es un entendimiento de lo que implica administrar una empresa de tecnología. Como bien apunta el ex director del CTS y, ahora gerente de ingeniería en Intel, al referirse al fundador: “tiene una visión... técnica... negocio... es ambidiestro”. En el mismo sentido, el arquitecto de ATR refuerza lo antes dicho al decir que es indispensable “que entiendan la parte de negocio”.

Y el tercer elemento es tener confianza en uno mismo y seguridad en las habilidades. el director de Bunker al hablar de uno de los socios fundadores dice que: “tenía una [confianza] muy elevada porque resulta ser que el *Consumer Review* de Estados Unidos calificó el audio de la TV Sony como el mejor, y él lo había diseñado...”. Por su parte, un gerente de Intel señaló de manera coloquial que se necesita pensar más allá de su rancho “pensar exteriormente”, tratando de describir ingenieros con visiones globales de negocio, que tengan ese nivel de aspiración y confianza.

En esencia, dentro de los casos estudiados se identificó la presencia de estos elementos en los fundadores. Al discutir cómo incrementar las habilidades de emprendedurismo estos factores deberán ser revisados, ya que fueron componentes claves en la creación de estas empresas.

4.5.- Los habilitadores en el desarrollo de capacidades de diseño electrónico en la ZMG

Como se mencionó, la ZMG cuenta con un SNI en formación, compuesto por un grupo de IES que desarrollan talento con capacidades básicas de diseño electrónico, que reconocen las mismas empresas. El CTS, es un centro de investigación con un rol activo, como en los casos de BEA e Intel. Apoyos del

gobierno que son reconocidos por los entrevistados aunque no se llegó a identificar un impacto significativo en la detonación estas capacidades. Y una participación activa de las cámaras con una labor de diseño estratégico e iniciativas claras, como lo demostró el Council de diseño y el trabajo de análisis de fortalezas y debilidades.

En cuanto a las capacidades de emprendedurismo, destacan la capacidad de toma de riesgo financiero y la habilidad técnica y de administración de la tecnología, desarrollo de productos y manejo financiero. Junto con la importancia de una habilidad para la selección de capacidades claves, donde resalta la patente desarrollada por ATR. Todo esto operando mediante la red de relaciones construidas a lo largo del tiempo, como lo indica la teoría del capital social, y con un impacto que se extiende hasta por más de una década, que contribuye a la transferencia de conocimiento y permite entrar en contacto con el mercado y atraer negocios.

En resumen, se puede afirmar que existen múltiples elementos favorables a la creación y formación de Pymes con capacidades de diseño electrónico, que pueden ser aprovechados en la ZMG, aunque también, como se describe en el siguiente capítulo, hay retos que enfrentar.

CAPÍTULO 5

5.- Inhibidores, retos y recomendaciones para el desarrollo de capacidades de diseño electrónico en las Pymes de la ZMG

Como se analizó en los dos capítulos anteriores, al estudiar los casos y los elementos que contribuyeron en la formación y desarrollo de Pymes con capacidades de diseño electrónico, se constató la presencia de múltiples factores, contemplados dentro del marco teórico previamente presentado. Así también se identificaron las características particulares de la ZMG, lo que facilita construir esta manera “tapatía” de impulsar, incubar, desarrollar, acelerar y mantener Pymes orientadas al diseño electrónico en productos dentro de esta zona.

Así como se identificaron factores que han contribuido en este desarrollo, también se han encontrado áreas de oportunidad y obstáculos que deben ser revisados. Como ya lo habían apuntado los dos estudios auspiciados por la CEPAL, el primero en 1999 y el segundo realizado nueve años después en el 2008, ambos enfocados al análisis de la industria electrónica en Jalisco, hay todavía una limitada generación de diseño y una área de oportunidad que debe ser aprovechada (Palacios, 2008, CEPAL, 1999), lo cual se puede leer en las palabras de Palacios (2008, pg. 56), donde menciona:

“no obstante el desarrollo y la maduración alcanzados por el complejo jalisciense de alta tecnología, el hecho es que hasta ahora no se ha logrado enraizar sus industrias en la economía regional, lo cual se refleja principalmente en los aún escasos encadenamientos productivos que se han generado, la baja integración local del complejo y la escasa transferencia de tecnología que se produce en consecuencia en la región”.

Por lo anterior, en este capítulo se presentan los retos detectados durante las entrevistas realizadas y el análisis de las trayectorias de las empresas, información organizada en torno a los pilares de análisis de esta investigación: el SNI, capital social, capacidades tecnológicas claves y emprendedurismo. Así también, se incluyen posibles soluciones a estos retos.

5.1.- El capital social, su relación con el crecimiento de las Pymes con capacidades de diseño electrónico en la región

En el marco del capital social, la construcción redes de relaciones en la industria de la tecnología conlleva dos necesidades importantes. La primera relacionada con la capacidad de conectarse con el mercado y los canales que intervienen. Y la segunda con el acceso al conocimiento (Lundvall, 2002). Ambas están interrelacionadas y en algunos casos se pueden resolver de manera paralela.

En el caso de la industria electrónica, la mayoría del mercado así como del conocimiento se encuentran principalmente fuera de la región en países desarrollados. Es por ello que esta búsqueda de la construcción de relaciones, exige voltear hacia el extranjero; el reto es ampliar, como lo expresó Fukuyama (1995), el “radio de confianza”, definido en la teoría del capital social como el alcance que las relaciones tienen. Al respecto, Lundvall (2002) afirma que crear estas redes es uno de los mayores retos a resolver a la luz de la globalización, ya que se tiene que reconstruir. La velocidad de cambio crea una presión que debilita las relaciones tradicionales en las comunidades y cambia la estabilidad de los ambientes de trabajo (Lundvall, 2004).

Construir una mayor cantidad de puentes de esta red de relaciones, como lo indica el capital social, es pues uno de los principales retos si se quiere acelerar el

crecimiento de estas capacidades. La evidencia empírica de esta investigación soporta que los programas de posgrados en el extranjero permitieron, acumular una red de contactos y, a la vez, transferir conocimiento. Incrementar el número de becas que, por ejemplo, CONACYT u otros organismos ofrece para ciencias exactas a estudiantes de la región deberá ser un mecanismo a utilizar. Así lo ilustran los casos de Intel y Mixbaal de manera clara, ya que en ambos casos intervinieron dos ingenieros con maestrías en el extranjero en su fundación, y que a su regreso utilizaron las redes construidas durante estas estancias fuera de México.

Otro mecanismo a explotarse más, son los enlaces que las multinacionales tienen con sus contrapartes en otras regiones. Si bien existen pocas de estas empresas con centros de diseño, un buen comienzo es la búsqueda de puentes fuera de la región, como lo mostró el caso de ASCI al utilizar el grupo de diseño que se encontraba en Guadalajara como enlace con los equipos en Estados Unidos. El trabajo que las cámaras puedan hacer buscando enlazar a las Pymes con las multinacionales existentes en la región sería un buen punto de partida. Cabe resaltar que en el caso de ASCI el proceso se vio además favorecido por el intercambio de profesionistas de una multinacional entre dos países; en otras palabras, la presencia de este tipo de compañías favorece a la movilidad de profesionistas entre países, lo cual contribuye a la construcción de estas redes que pueden ser aprovechadas.

Este tipo de movilidad ya ha sido identificada por la OECD (1997) como un factor que contribuye al desarrollo de la tecnología; de manera regional Carrillo (2004) lo confirma como un elemento importante por.

Ahora bien, el mercado nacional también puede ser un área de oportunidad, como lo muestra el caso BEA al proporcionar soluciones para el transporte urbano, y la empresa Mixbaal, la cual provee productos para TELMEX: ambos casos

ejemplifican cómo las necesidades de clientes nacionales igualmente pueden ser un punto de partida. Actualmente por irónico que parezca, el tamaño de las redes de enlaces existente dentro del país con otras industrias e incluso con el gobierno mismo, dados los casos estudiados, pareciera ser bajo. Retomando el concepto de “radio de confianza” dentro del capital social, existe una oportunidad de acrecentar este alcance que las Pymes con capacidades de diseño electrónico tienen; la tarea consiste entonces, en analizar cómo construir estos enlaces y acelerarlos dentro del país, entre los diferentes consumidores potenciales.

Otro reto encontrado y relacionado con el tema de capital social, en los casos con capacidades de diseño electrónico de productos para el mercado nacional, son las conexiones con los canales de comercialización, como lo apuntó el director de Intel, al referirse al caso de un egresado de una universidad local que intentó diseñar productos de control para jardines:

“La gran dificultad que él tenía, contado por él mismo, era colocar sus productos, no podía competir con los que ya estaban... (hay una barrera) para entrar al mercado porque los otros tienen incentivos para que los que distribuyen no acepten a otros proveedores.”

El tener acceso a los canales de comercialización no es sencillo lo que ilustra la necesidad de creación de enlaces entre las Pymes desarrolladoras de tecnología y el mercado nacional. Por eso es necesario discutir los mecanismos adecuados y evaluar posibles alternativas, con la participación de los diferentes actores e involucrados dentro del SNI. Las posibles soluciones escapan al alcance de este trabajo, sin embargo se deja plateado como una posible ruta de futuras investigaciones.

La mayoría de las empresas analizadas indican la importancia de las redes, como lo apunta el capital social (Adler, 2002) y proporcionan ejemplos de cómo las construyeron en cada uno de ellos, información que se presentó en el capítulo

anterior. En contraste se encontró dentro del caso de DSP Projects, los retos que esta compañía enfrenta para conectarse con clientes potenciales y para acercarse a las necesidades de los mercados, al no encontrar mecanismos de desarrollo de relaciones con socios o clientes potenciales de fácil acceso para empresas en formación, lo cual ha hecho que su crecimiento esté estancado.

Así pues, como lo muestra la teoría del capital social y se comprobó en los casos estudiados, la construcción de redes dentro y fuera de la región continua siendo un reto fundamental para este tipo de empresas, enfatizando que esto facilita no sólo la transferencia de conocimiento y el acceso a los mercados potenciales y los canales de comercialización.

5.2.- Fortalecimiento del Sistema Nacional de Innovación (SNI) y su impacto en la región

Como ya se dijo, existe un SNI, definido como los elementos y relaciones que interaccionan en la producción, difusión y uso de nuevo conocimiento aprovechable económicamente (OCDE, 1997), que está en proceso de crecimiento y maduración, donde convergen oportunidades con posibilidad de un mayor impacto en el desarrollo de capacidades tecnológicas. Dentro del SNI de la ZMG se han identificado junto con las empresas de la zona, como los grandes participantes, las IES, seguidas por el CTS, las cámaras y la participación del gobierno. Esto es similar a los hallazgos de Cimoli (2000) al estudiar el desarrollo industrial en Aguascalientes, donde menciona que para que se desarrollara exitosamente la industria se dieron tres eventos: consenso entre las partes (gobierno, recursos humanos, multinacionales), desarrollo de infraestructura (parques industriales, financiamiento, IES) y atracción de grandes compañías.

5.2.1.- Las IES y su papel en la formación de recursos humanos

Las IES son el punto de partida del desarrollo de habilidades de diseño. Hablando de esta tarea, el director del CTS señala que: “las empresas los toman como diamantes en bruto y ahí los empiezan a pulir”. Al referirse a los egresados de las IES y sugerir que el nivel era adecuado en términos generales, pero que efectivamente existía una tarea pendiente de aumentar el nivel de habilidades técnicas, ya que como lo apuntó el director de ingeniería de Intel, al tratar este mismo tema: “para hacer proyectos de alta tecnología no hay suficientes [recursos humanos]”.

El sistema universitario necesita mantenerse en un proceso de actualización continua, con miras a incrementar su nivel de conocimiento. El director de Intel sugiere a las IES que deberían tener:

“Exámenes nacionales... y una lista de ranking... así dices mi universidad está en el lugar 34... sabes dónde estás y lo que hay que hacer para mejorar... también compararnos con respecto a las universidades del exterior... yo creo que la competencia del ITESO no es la U de G, es Stanford... si tú ves CALTECH tiene premios nobel... para poder crear los ingenieros que necesitamos.”

De la necesidad de mejorar el nivel técnico de los egresados de ingeniería electrónica, se identificaron otras habilidades a considerar en el desarrollo de planes de estudios, para realizar una comparación con las múltiples necesidades que se deben resolver. Por ejemplo, un fundador de Bunker, empresa dedicada al diseño de equipos de audio y video afirma que además de los conocimientos técnicos, los temas de administración de la tecnología y desarrollo de productos deberían ser reforzados en los programas de ingeniería. Si bien la universidad les había preparado adecuadamente en torno a realizar diseño electrónico, y su

experiencia previa en Sony les había potencializado estas habilidades al arrancar una Pyme que desarrollaba productos electrónicos, uno de sus primeros retos fue enfrentar la poca experiencia en el ciclo completo de desarrollo de productos, sugiriendo que: “las universidades deben de enseñar... de hacer proyectos a productos”.

Este mismo directivo, cuando habló de capacidades de diseño de productos, mencionó los elementos que giran alrededor de ello: diseño mecánico, manufacturabilidad, detección y desarrollo de proveedores, estimaciones de costo, diseño y ejecución de pruebas... Su siguiente frase lo puntualiza:

“Después de todo ese desarrollo, de conseguir proveedores de PCB’s, gabinetes, porque cuando hacer un producto, algo... clave es... la capacidad de integrar dentro de un grupo de diseño los diferentes sistemas, y debes hacerlo manufacturable, es decir, no lo van a armar diseñadores, lo van a armar gente que tiene secundaria, eso también lleva un trabajo para llegar a ese punto.”

Otro elemento íntimamente relacionado con el desarrollo de las capacidades de diseño de producto, es la habilidad de entender las necesidades del mercado y traducirlas a especificaciones de diseño. En el caso del primer producto de Bunker, sus especificaciones mecánicas fueron erróneas, como el director de esta empresa lo narra:

“Cometimos errores, por ejemplo, en audio se diseña con dos espacios de rack, nosotros lo diseñamos con dos y medio espacios, ni era de dos o de tres, un error que puedes decir, es más bajito, pero no tan bajito para el otro, y esto para un instalador que no quepa bien el rack es un problemón.”

La figura 34, contiene el primer amplificador diseñado por Bunker, el “bk-18”, y ahí mismo también se muestra la última familia de productos, la “serie mx”. Esto es una manifestación de la evolución en sus habilidades de desarrollo de producto, tanto al comparar el número de productos como las diferencias en el montaje, dimensiones, interfaces con el usuario, esto además de las mejoras en el desempeño de los artículos.

Figura 35: Productos desarrollados por Bunker.



Fuente: <http://www.bunkeraudio.com/>

Al estudiar el caso ATR, la importancia de contar con habilidades de desarrollo de productos es todavía más evidente. Dado que la complejidad de las sinfonías

digitales que diseñan es grande; adicionalmente a los retos que implica este diseño electrónico y mecánico, esta empresa enfrentó complejidades legales derivadas de la comercialización de música con derechos de autor. Esta anécdota ilustra claramente cómo el proceso de creación de un producto completo involucra varias habilidades, lo que refuerza el punto ya mencionado por el director de Bunker, al señalar la necesidad de contar con experiencia no sólo de diseño electrónico, sino que tengan conocimiento de las múltiples actividades involucradas al desarrollar un artículo.

La figura 35 contiene el primer modelo desarrollado por ATR, en el lado izquierdo (el modelo NYX) y en la parte derecha uno de sus últimos modelos (el modelo Niza), lo que contribuye a explicar el grado de complejidad de sus productos.

Figura 36: Productos de ATR.



Fuente: <http://www.sinfonolasarion.com/sinfonolas.html>

Para el caso de BEA se repite la necesidad de contar con profesionistas con experiencia en el proceso completo de diseño de productos. Esta empresa se

encuentra en un proceso de construcción de administración de la tecnología, que les permite estructurar los pasos y las etapas del proceso de diseño de sus productos, con la finalidad de crear y sistematizar internamente este conocimiento del proceso integral de desarrollo de productos. Para este fin, BEA definió los ciclos por los que pasan, y las actividades que cada grupo de la empresa debe completar. Uno de los propósitos en la definición, es generar conjuntamente los grupos de ingeniería, con la gerencia y el equipo de mercadotecnia y ventas, las especificaciones que el diseño electrónico y mecánico deben cumplir, de tal manera que exista una dirección clara dentro de la institución.

Otra capacidad identificada y reconocida por los entrevistados como deseable en los profesionistas que las IES preparan, además de un alto nivel técnico y conocimiento del proceso de desarrollo de productos, es acercamiento al mercado potencial y traducir las necesidades de los clientes en especificaciones técnicas, para que los productos y servicios resuelvan las necesidades más importantes. Esto se puede observar en algunos de los casos estudiados.

BEA ha tenido una evolución gradual de entendimiento del mercado, y ha ido incorporando esto al proceso de mejoras de producto. Prueba de ello son sus equipos de monitoreo de transporte público, los cuales tienen que generar reportes de lo que pasa en un camión, como es número de pasajeros, velocidades, etcétera. Su director narra la evolución de uno de estos productos y la adecuación de sus especificaciones al modelo de utilización óptimo por parte del cliente:

“Empezaron los requerimientos, la bajada de datos, que antes requería una PC o el cartucho –refiriéndose a una memoria–, después bajar los datos por radio... o una conexión por infrarrojo... –esto se podía pues– había un equipo de ingeniería [en contacto con el cliente diseñando estas soluciones].”

En primer lugar, es evidente que además de las capacidades específicas de diseño electrónico, los egresados de las IES deben contar con experiencia básica, del proceso de desarrollo de productos. En segundo lugar, es indispensable la comprensión de la necesidad de acercarse al mercado y el entendimiento de sus necesidades, para convertirlas en especificaciones técnicas (Houser, 1988).

Al respecto, en cinco de los siete casos estudiados, se encontró que las IES deberán ampliar las habilidades de sus egresados poniendo atención en tres capacidades necesarias para el desarrollo de Pymes con capacidades de diseño electrónico. La primera, se enfoca en el conocimiento del proceso de desarrollo de productos donde se utilizarán sus diseños electrónicos, lo cual involucra una serie de actividades, aquello que Solleiro (1998) llama el calendario azteca de la tecnología. La segunda, está relacionada con los procesos de comprensión de las necesidades de mercado y la conversión de estas a especificaciones técnicas. Y la tercera, que deberán continuar sus esfuerzos de mejora académica en las áreas específicas de la ingeniería electrónica, ya que si bien cuentan con buenas bases, es necesario expandirlas para contar con un cimiento más sólido en la región.

5.2.2.- Las IES y su rol en el fortalecimiento del SNI en la ZMG

Además de la importancia del desarrollo de las capacidades técnicas de los egresados de las IES, como sus habilidades para desarrollar productos completos, administrar el desarrollo de la tecnología y entender las necesidades del mercado convirtiéndolas a especificaciones de diseño, se identificó una segunda tarea que las IES junto con el CTS pueden contribuir en este proceso de formación de Pymes con capacidad de diseño electrónico.

Ésta consiste en aumentar la colaboración entre la industria y las instituciones. Esta participación en lo que algunos han llamado capitalismo académico (Rhoades, 2004), en el cual el papel de la universidad se vuelve más activo al trabajar de manera conjunta o cercana con el mercado y las empresas. El concepto se ve reforzado por uno de los entrevistados, el director de Mixbaal,:

“Las universidades tienen que... dar liderato, ir mucho más adelante... agrupar gente muy buena que se conecte con la industria y que vaya adelante... [necesitamos] sembrar profesores que promuevan empresas en las escuelas de ingeniería... profesores que conocen la industria, que han trabajado en la industria y saben por dónde guiar.”

Es fundamental reforzar la trascendencia de estos programas como en el caso de Intel, resultado de un proceso de incubación informal por parte del CTS, en el cual no se observó un proceso formal de incubación y enlace con la industria. Dado el impacto que el CTS tuvo en la formación de Intel y de BEA: sería recomendable formalizar estos procesos que en el pasado ocurrieron, para que tengan continuidad, seguimiento y apoyo.

Por esto es relevante incentivar la colaboración entre las IES, el CTS y las empresas, tarea a realizarse de manera institucional. Cimoli (2000) apunta esto como área de oportunidad al mencionar que en Dinamarca 29% de las firmas consideran a las IES como fuente importante de innovación, mientras que en México sólo 7% lo reconocen. Las de ello son:

- Falta de coordinación entre los tres participantes (industria, universidad, gobierno).
- Recursos financieros limitados.
- El dilema entre competitividad económica y un mecanismo de evaluación de las actividades científicas y tecnológicas.

- Falta de mecanismos de comunicación e intermediación entre las partes.
- Falta de definición de marco legal para la colaboración.
- Conflicto inherente entre conocimiento público y privado y el dilema de la academia entre la libertad irrestricta del conocimiento y la secrecía de la industria.
- Falta de incentivos de colaboración.
- El bajo valor que los emprendedores le dan al conocimiento científico.

Se puede identificar éste como un reto existente no sólo en la ZMG o particular de esta industria; es un inhibidor que debe revisarse a nivel nacional, y monitorear los esfuerzos que las IES están realizando mediante incubadoras o aceleradoras de empresas y otros mecanismos de colaboración.

5.2.3.- El papel del gobierno y los mecanismos de apoyo financiero para el fortalecimiento del SNI en la ZMG

Dentro del SNI, otro participante relevante es el gobierno (Hobday, 1995; Linsu, 2001). En esta investigación se reconocen tres principales mecanismos mediante los cuales el gobierno busca tener impacto en la región: becas para estudios de posgrado, los apoyos para la iniciativa de enlace con el extranjero (Techba) e incentivos económicos.

En general existe una opinión positiva de los esfuerzos que el gobierno realiza y sus propuestas. Como lo menciona el director de Mixbaal “el gobierno no debe estorbar, sí promover cosas, no han sido tan malos”. Sin embargo, al analizar los casos en estudio y sus trayectorias, puede acotarse que no todos los esfuerzos gubernamentales han tenido el mismo efecto. En particular, los incentivos económicos no parecieran haber tenido un gran impacto (lo cual se explica con

mayor detalle más adelante en este mismo capítulo), a pesar de que tal vez sea lo primero que los empresarios solicitan a través de las cámaras ya que se conciben como un buen mecanismo para incentivar estas capacidades.

Al respecto, BEA ha recibido apoyos de CONACYT. Pero fue el único caso donde se comprobó un impacto relevante; en el resto de las empresas fue la red de relaciones, descrito en el capital social, y la transferencia de conocimientos adquiridos por estancias en el extranjero lo que al largo plazo tuvo mayor penetración.

Uno de los problemas encontrado en los apoyos económicos gubernamentales existentes, es la extemporaneidad. Es decir, la empresa tiene que cumplir con una serie de procedimientos que llevan tiempo, lo que hace que de ninguna manera pueda depender de ellos, así que en realidad parecieran no ser un componente clave detonando capacidades de diseño.

Ya esto había sido observado dentro del documento de Propuestas para contribuir el diseño del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación del Foro Consultivo Científico y Tecnológico A.C (2013, pág. 12), el cual menciona como “los programas públicos de subsidios a la inversión privada en ciencia, tecnología e innovación implementados en México en su última década, se distingue su carácter no selectivo, corta duración, fuertes variaciones en los montos comprometidos y cambios en la normatividad.

A partir de lo anterior, puede sostenerse que el gobierno debe evaluar el impacto de sus iniciativas, asimismo como los apoyos dirigidos a becas en el extranjero que permitan acumular capital social y transferir conocimientos: también continuar los apoyos a iniciativas como Techba para construir lazos más allá de la región, iniciativas que de acuerdo a la evidencia de los casos estudiados tienen potencial de mayor penetración en el mediano plazo.

Ahora bien, no se puede señalar simplemente que los apoyos económicos son superfluos, aun cuando actualmente su impacto ha sido limitado comparado con el esfuerzo que el gobierno hace en esa dirección. Esto al observar cómo iniciaron varias de las empresas estudiadas (BEA, Mixbaal, Intel y Bunker). Sus fundadores tuvieron que arriesgar su propio patrimonio: “se metieron terrenos, bienes privados del [fundador]”, “básicamente me acabé mis ahorros en los primeros 5-6 meses... era mi dinero personal”. Estas mismas frases se habían utilizado para describir las habilidades que los emprendedores locales de este tipo de industria deberían tener, en términos de la capacidad de riesgo económico, necesarias como habilitador en la región.

Antes de continuar abordando este tema sobre la necesidad de apoyo económico y la aparente contradicción; donde por un lado se necesita de dinero para detonar este tipo de empresas y, por el otro lado, los incentivos de gobierno no parecieran, al menos en los casos estudiados, tener gran impacto, es relevante entender cuánto tiempo es necesario mantener este tipo de apoyos. Al responder la pregunta de cuánto tiempo les llevó en empezar a generar utilidades, se obtuvo un patrón, y se puede pensar que es posible que ello sea representativo de lo que cualquier empresa de tecnología con estos niveles de complejidad experimenta. A Bunker, de acuerdo a uno de sus directores, le tomó dos generaciones de productos para llegar a ser rentables: “para llegar a utilidades nos llevó 6 años”, en el caso de BEA, tuvieron que lograr un contrato importante en León, Guanajuato, de acuerdo a las palabras de su director de I+D: “[fueron] 7 años de estarle metiendo [capital]”. Este patrón de necesitar dos generaciones de desarrollo de productos: por un lado para tener un cierto nivel de madurez técnica, y de entender mejor las necesidades del mercado, y por otro lado la duración de los ciclos de venta, hace que las inversiones necesarias sean de alrededor de cinco años, para que a los 6 ó 7 años empiecen a tener utilidades.

Esto significa que para desarrollar capacidades de diseño electrónico con la idea de generar productos, se requiere una inversión de varios años. Al analizar los apoyos del gobierno, éstos no están diseñados para dar un soporte sostenido de varios años, se otorgan normalmente después de un proceso que lleva tiempo, para cuando el dinero llega a esta empresa en el mejor de los casos, ésta tuvo que resolver sus necesidades de alguna otra manera. Esto no significa que los subsidios económicos sean inútiles, sencillamente no son detonadores de empresas de tecnología. Por si fuera poco, la ZMG dentro del SNI no cuenta con fondos de capital de riesgo (*venture capital funds* o *angel capital*), esto hace que los fundadores tengan una capacidad de riesgo financiero personal fuerte. Al parecer la región no cuenta con inversionistas dispuestos a gastar en este tipo de productos de tecnología, porque como lo menciona el director de I+D de BEA:

“La mentalidad de la región es dame algo para vender rápido, quiero ganarme dinero muy rápido. Espérame cinco, seis o siete años para ver si no me equivoqué [esto no les interesa]...entonces mejor dices me voy a China donde ya está hecho y no llevo riesgo de diseño, me traigo un contenedor, se vendió... qué bueno, no se vendió me traigo otra cosa.”

En otras palabras, este tipo de negocios requiere un apoyo económico importante de cinco a siete años, la ayuda del gobierno no está diseñada para dicho ciclo, y la zona carece de inversionistas con interés en este tipo de riesgo. Como bien lo apuntó en la entrevista el ex secretario de economía durante el sexenio de Vicente Fox: “...[los] proyectos de alta tecnología tienen que hacerse en grupo”.

Así con estos elementos es como se advirtió que este tiempo necesario para alcanzar la rentabilidad se debe a que tienen que pasar por varios ciclos en el proceso de adquisición de las capacidades necesarias que este tipo de industria requiere. Al respecto, la OECD (1997) menciona que al hacer inversiones en áreas

de tecnología no será posible recuperar todos los beneficios de esa inversión en el corto plazo.

En la primera fase las empresas pudieron adquirir un nivel adecuado de madurez en sus capacidades de diseño electrónico, que les permitiera diseñar un producto y demostrar el potencial de la funcionalidad de la tecnología, para después pasar a una segunda etapa donde entendieron y capturaron un mercado inicial que les facilitó lograr una estabilidad financiera, de la cual pudieron continuar desarrollando sus capacidades tecnológicas para que la empresa entrara a una etapa de madurez y crecimiento sostenido una vez que alcanzaban su punto de equilibrio o estaban cerca de él. Estos hallazgos son similares a lo encontrado por Arifin (2004), Linsu (2001) y Hobday (2005), quienes identificaron y describieron las diferentes etapas y posibles caminos que empresas en países emergentes podrían pasar en este proceso de adquisición de capacidades tecnológicas.

Al referirnos a las capacidades de diseño electrónico, este nivel de madurez consistió en poder diseñar los circuitos necesarios para sus productos, el código interno (firmware) y en algunos casos el software que éstos llevan, el diseño mecánico interno y externo, las pruebas a realizar y la documentación necesaria. Además de contar con procesos de administración de los proyectos de tecnología, tener un conocimiento y cercanía al mercado, y en paralelo a ello, contar con procesos internos básicos de manejo y reporte financiero.

Este patrón de tiempo para pasar por las fases necesarias en la adquisición de conocimiento y habilidades, se corroboró en cuatro de los siete casos estudiados. En el tema Intel la institución surge de la adquisición de la empresa TDCOM, la cual se formó en 1998 y fue comprada por Intel dos años después. No obstante, el desarrollo de capacidades de diseño había empezado desde que el fundador de TDCOM trabajaba en el CTS del CINVSTAV en Guadalajara, aproximadamente tres

años antes. Y había trabajado dos años y medio en Mixbaal desarrollando sistemas de comunicaciones. En otras palabras, transcurrieron al menos cinco años para acumular un nivel de capacidades de diseño electrónico que hicieran a la compañía interesante, por su conocimiento desplegado, como en el caso de Intel. También su relación con su primer cliente, Transwitch, había empezado desde que se encontraba en el CTS.

A Bunker, le llevó tres años alcanzar el punto de equilibrio financiero, así como dos generaciones de productos para tener una comprensión de las necesidades del mercado. Antes de este tiempo, los fundadores habían tenido una experiencia previa de dos años en el área de diseño de audio de Sony. Por esto les llevó aproximadamente cinco años para contar con un nivel de madurez adecuado en términos de capacidades de diseño electrónico y conocimiento del mercado.

ATR, inició como una investigación tecnológica en 1993 pero su primer producto fue lanzado hasta 1998. A esta institución le tomó un poco más de tiempo llegar a un punto de equilibrio pues tuvieron que atravesar la crisis del “Burst de Internet” del año 2000, en Estados Unidos, durante la cual la valuación de las empresas de tecnología cayó de manera substancial, por lo que los capitales eran renuentes a invertir en tecnología. Así, les llevó casi cinco años el desarrollo de su primer producto y tener un nivel maduro de capacidades tecnológicas de diseño electrónico.

BEA desarrolló su primer producto en 1993 después de dos años de iniciado en el CINVESTAV con un prototipo preliminar. En 1997 se logran ventas suficientes para cubrir costos y gastos, con lo cual se inicia la amortización de la inversión realizada en el desarrollo de su primer producto. Esto es, tomó alrededor de cinco años y de una idea preliminar el tener un diseño maduro y un conocimiento del

mercado que les facilitara contar con una plataforma financiera de negocio estable.

Por ello, se entiende el tiempo que estas empresas les ha llevado desarrollar un nivel de capacidades de diseño electrónico, tener una comprensión del mercado, contar con procesos de administración de tecnología y una habilidad básica de administración financiera, alrededor de cinco años. Cabe resaltar que no se encontraron referencias en los estudios encontrados en esta región que discutieran el tiempo aproximado promedio necesario para adquirir estas capacidades.

Existen un par de posibles alternativas que deberán ser exploradas. La primera consiste en utilizar la financiación del gobierno para crear fondos de riesgo conjuntos, mejor dicho, inversionistas privados que vean por cada peso que ellos ponen que el gobierno pone una parte, de tal forma que el riesgo total disminuya. Estos fondos deberán ser de un tamaño importante para poder apoyar varios negocios y disminuir el riesgo mediante la diversificación del mismo. Así las empresas tendrían un respaldo financiero y posiblemente asesoría que les ayudara en su fase de arranque.

La segunda sería atraer fondos extranjeros para invertir en empresas locales, ofreciéndoles incentivos de gobierno. La idea puede ser viable, aunque la desventaja es que las compañías terminarían en manos externas, pero incluso este escenario es mejor que no contar con estas capacidades. En esta línea de pensamiento, el ex secretario de economía durante el sexenio del presidente Fox mencionaba: “países como Noruega, países como Suecia, países como Dinamarca; donde yo me eché viajes de promoción, de atracción de inversión y recuerdo, todavía tengo muy grabado las imágenes, de haber visitado empresas donde los ingenieros que estaban haciendo diseño eran de 60 años y

precisamente nos decían los ejecutivos que sí tenían urgencia de encontrar otros sitios donde empezar a hacer operaciones de diseño”, es decir: el atraer inversión o hacer alianzas puede ser un camino viable.

Al tratar la participación que el gobierno ha tenido en el desarrollo de capacidades tecnológicas, Cimoli (2000) en la década pasada apuntaba que los políticos ven el progreso de apertura de mercado como un proceso suficiente para la adquisición de tecnología extranjera y capturar y absorber los beneficios de la internacionalización del comercio, las inversiones y los flujos tecnológicos; que además han tomado un rol pasivo esperando que el mercado realice milagros por la apertura económica. Al contrastar esta postura con lo encontrado en los casos estudiados, puede decirse que el gobierno ha empezado a reconocer que debe tener un rol más activo en el desarrollo de estas habilidades, y una de las acciones que se han tomado ha sido incrementar los apoyos económicos para este fin; sin embargo pareciera que el diseño de estos apoyos no ha sido hecho adecuadamente y deberá ser examinado, así como los diversos mecanismos de participación del sector público. Esto también había sido mencionado por Carrillo (2004, pg. 129) en su estudio sobre la industria maquiladora, donde encontró que “después de más de 15 años de operación bajo políticas muy atractivas para la inversión extranjera, como exención de impuestos y concesión de incentivos, ha ocurrido una transferencia de tecnología muy limitada”.

Esta problemática ya había sido descrita por el diagnóstico realizado por el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (2006), al mencionar que el financiamiento para empresas de base tecnológica es aún escaso, y no se ha logrado establecer un ambiente que permita el desarrollo de la industria de capital de riesgo. Al considerar incentivos para este tipo de fondos será importante considerar sus necesidades, principalmente en términos de la duración requerida por estos apoyos dados los tiempos de retorno a la inversión que estas capacidades tienen.

5.2.4.- Las cámaras (CANIETI y CADELEC) y su rol dentro del SNI en la ZMG

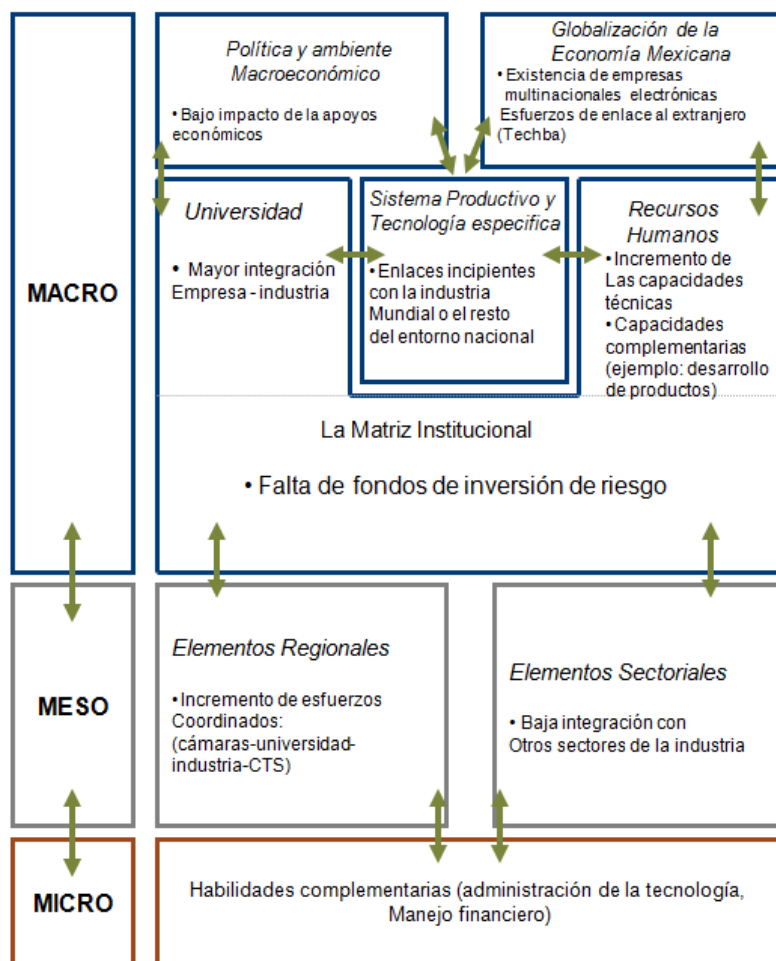
Por último, dentro del SNI está la participación de las cámaras relacionadas con la industria electrónica en la región: Cadena Productiva de la Electrónica (CADELEC) y la Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías (CANIETI), que han hecho un buen trabajo creando una red regional, a la par del análisis e implementación de una estrategia que contribuya a tener más Pymes con estas habilidades. Los diagnósticos que se realizaron dentro del Council de Diseño parecen ir en la dirección correcta, por lo que mantener estas labores y lograr más apoyos de las empresas, gobierno e IES será una tarea que requerirá conservar los esfuerzos realizados. Igualmente las cámaras podrían apoyar en la integración de inversionistas junto con fondos de gobierno para crear los fondos de inversión de riesgo antes mencionados, funcionando como enlace entre los actores y participantes, así como buscar uniones con otros sectores industriales que podrían ser clientes o inversionistas potenciales.

5.2.5.- El Sistema Nacional de Innovación (SNI) y los retos en la ZMG

Sintetizando los hallazgos encontrados en los casos estudiados sobre el SNI en la ZMG y recurriendo al marco de análisis creado por Cimoli (2000), de la misma forma que se presentaron los habilitadores en el capítulo cuatro [Figura 29], se pueden exponer de manera gráfica, los inhibidores hallados en los participantes del SNI en la ZMG para este tipo de Pymes con habilidades de diseño electrónico [Figura 36]. En esta figura se pueden identificar los diferentes retos que cada uno de los elementos del SIN enfrenta.

Con esto se puede afirmar, que si bien existe un SNI en formación y que ha dado resultados, también hay retos que afrontar para acelerar el crecimiento de este tipo de empresas.

Figura 37: Retos e inhibidores en la creación de capacidades de diseño electrónico en la ZMG



Fuente: Utilizando el marco propuesto por Cimoli (2000), elaboración propia

5.3.- La detección de capacidades tecnológicas claves

Como ya se dijo, contar con capacidades claves es un elemento fundamental en términos de lograr una diferenciación en cualquier negocio, pero en la industria de la tecnología esto se convierte en una necesidad importante y un reto para el nacimiento y sobrevivencia de las empresas (Hamel, 1994).

En los casos estudiados se muestra la importancia de la selección de las capacidades claves a desarrollar. No se encontró un patrón idéntico en todos: para Intel, Mixbaal y DSP Projects hubo un proceso de selección activo; es decir, sus fundadores conscientemente escogieron la rama de la electrónica y las capacidades en la cual deseaban enfocarse, a partir de las tendencias detectadas en la industria. Para BEA y Bunker fueron los fundadores y su historia personal como seleccionaron el área de enfoque, en el primer caso por su experiencia previa en los sistemas de transporte del metro en la ciudad de México y en el segundo por su experiencia en diseño de audio en el departamento de diseño de Sony. En los casos de ATR y ASCI, fueron los socios de negocio los que influenciaron el desarrollo de sus habilidades; en ASCI, Hewlett Packard le indicó qué necesidades tenían para su departamento de I+D, y en ATR el socio inversionista ya estaba participando en el negocio de las sinfonolas y buscaba tener su propia tecnología.

En dos de los casos estudiados (BEA e Intel), al analizar el proceso que siguieron en la detección y desarrollo de sus capacidades tecnológicas consideradas como claves, se pudo notar, como ya se vio en los capítulos anteriores, la participación activa del CTS, tanto en la empresa BEA como en Intel. Estos dos ejemplos muestran la relevancia de mantener los esfuerzos de colaboración conjunta entre cámaras, gobierno, IES y el CTS. Es también primordial apuntar que en el resto de los casos estudiados no se encontró evidencia de un trabajo conjunto con estos

actores y participantes en sus procesos de detección e incremento de capacidades claves, ni se observó un procedimiento proactivo por parte del CTS en trabajar con Pymes en estos esfuerzos, por ello se sugiere un mayor enfoque en estos afanes de colaboración.

En resumen, esta es un área de oportunidad que las empresas, gobierno y el CTS deberán seguir explotando, especialmente al comprender el beneficio que ello ha tenido.

5.4.- Detonando el emprendedurismo formal orientado al diseño electrónico en la ZMG

La falta de capacidades de emprendedurismo como uno de los inhibidores de la formación de Pymes con capacidades de diseño fue un tema recurrente durante las entrevistas. Y varios de los entrevistados veían la falta de emprendedurismo como el resultado de las características propias de la cultura regional, como lo expresa el fundador de Mixbaal:

“No tenemos entrepreneurs... No se les valora... Los entrepreneurs son los que se hacen ricos. Como voy yo a querer ser eso. Yo voy con los pobres. Entonces no tenemos héroes [ricos].”

Sin embargo, esta explicación no coincide con la gran cantidad de autoempleados a nivel informal (Larroulet, 2009), quienes son, en cierta forma, emprendedores. Ante este planteamiento, el fundador de Intel en Guadalajara da un punto de vista donde distingue el emprendedurismo formal del informal:: “hace falta espíritu emprendedor corporativo más que casero... no se piensa en crear empresa”.

Por tanto, es importante distinguir entre las actividades de emprendedurismo informal y aquellas necesarias para empresas de tecnología, lo que requiere conocimiento y habilidades más profundas.

De esta forma, se identificaron dos características fundamentales en los emprendedores formales, la primera relacionada con la toma de riesgo financiero y la segunda con ser “ambidiestros”. En otras palabras, conocer la tecnología para seleccionar las capacidades que son claves y, en paralelo, tener conocimientos de administración de la tecnología, desarrollo de productos y manejo financiero.

Entonces la pregunta adicional es, ¿qué hace falta para tener más emprendedores formales de empresas de tecnología? Al entrevistar al ex secretario de economía durante el sexenio de Vicente Fox, ponía en la mesa dos grandes líneas para detonar el emprendedurismo de base tecnológica.

La primera habla de la necesidad de crear una “metodología para hacer estudiantes emprendedores e innovadores” desde las IES, a todos los niveles, incorporando hasta las grandes escuelas de negocios. Menciona como ejemplo al IPADE para “crear un programa donde los acercaran hacia los negocios de tecnología”, pues en sus propias palabras: “los empresarios de México están en negocios tradicionales, no le entienden a los negocios de tecnología”. Señaló también, que existen esfuerzos de algunas IES, como el Tecnológico de Monterrey, pero se requiere una revisión de los programas que tienen, para tener un proceso integral de formación.

La segunda línea de esfuerzo es la inversión, como se apuntó anteriormente, falta la creación de fondos de inversión de riesgo, y esto lo resume de manera muy clara, el mismo ex secretario de economía:

“No es lo mismo que tú le pidas a un empresario que le meta todo su ahorro a un proyecto de alta tecnología, a que le digas que va a meterse junto con otros 30 a un fondo que se va a diversificar en 10 proyectos de alta tecnología.

Todo este tema de la inversión de capital de riesgos en proyectos de alta innovación tiene que hacerse en grupo. Un empresario que tenga un giro, un negocio tradicional, en el momento que va a invertir algo de sus ahorros en un fondo que va a invertir en cinco o 10 proyectos de tecnología y que se va a empezar a involucrar y que le va a empezar a interesar y que le va a ir bien en dos o tres de los proyectos pero lo suficientemente bien como para hacer un buen negocio para él, le va a empezar a ser atractivo en participar en ese tipo de negocios.”

En los casos estudiados, se identificó la capacidad de toma de riesgo financiero como una habilidad importante que los fundadores de estas empresas tienen, lo cual ya lo había identificado Cimoli (2000) al mencionar cómo los emprendedores en México no han asumido riesgos de largo plazo en inversiones en innovación, como parte de los retos que se tienen para desarrollar capacidades tecnológicas.

Claro que es difícil multiplicar esa capacidad. El camino más adecuado es a través de fondos de inversión, y es aquí donde también los apoyos de gobierno se deben canalizar, para aumentar su tamaño, pues a juicio del ex secretario de economía:

“Es ridículo el presupuesto que tenemos en todo eso. Seguimos siendo el país que le apuesta 50 mil millones de pesos a la agricultura, ... ni siquiera a los programas de darle valor agregado a los productos agropecuarios. O sea, le seguimos invirtiendo con todo al subsidio, a la producción del maíz y a la caña de azúcar, y prácticamente los presupuestos que van a investigación, que puedan generar propiedad intelectual, son mínimos, son ridículos. O sea, mucho de lo que tenemos es precisamente también la falta de presupuestos en los programas que deberíamos. Si queremos un México

con más gente talentosa que a su vez pudiera construir una económica de mayor base tecnología de mayor innovación.”

Coincidente con esto, el análisis de los casos de estudio refleja que el dinero de programas de gobierno no estaba detonando el desarrollo de capacidades de diseño electrónico. Entonces no sólo hace falta aumentar los montos, sino diseñar los mecanismos adecuados de colaboración de inversión. Pareciera que la creación de fondos de inversión conjuntos, como anteriormente se dijo, entre empresarios y gobierno, sería un posible camino.

En conclusión, la instauración de mecanismos que faciliten la conexión entre los grandes capitales y los apoyos gubernamentales para que apoyen la creación y aceleración de empresas, es una tarea pendiente que deberá ser profundizada en otro estudio.

Aunque no se debe olvidar que si bien el capital es un problema fundamental a resolver, no es el único reto, pues retomando una frase de Steve Jobs “la innovación no tiene nada que ver con los dólares de I+D que se tienen. Cuando Apple desarrolló la Mac, IBM gastaba 100 veces más... No es acerca del dinero. Es sobre la gente que se tiene, y cómo se les dirige” (Kirkpatrick, 1998). Es fundamental entender que, por un lado, se debe contar con una capacidad de inversión mínima que permita arrancar, desarrollar y crecer estas habilidades tecnológicas; y por el otro, disponer de la gente adecuada.

5.5.- El caso de DSP Projects

Este caso se seleccionó porque es una empresa fundada en el 2002 y merece atención ya que esta empresa aún está en fase de arranque. Su fundador es un egresado del CINVESTAV que previamente trabajó cuatro años en Mixbaal.

Al analizar sus capacidades claves, se encontró que al día de hoy tiene un enfoque claro en torno a las habilidades que desean desarrollar: sistemas que utilicen Procesadores Digitales de Señales (Digital Signal Processors o DSP's). Esto debido a la experiencia previa de su fundador, donde identificó esta área como de importancia en el futuro de la electrónica.

Al revisar sus capacidades de desarrollo de producto, se halló que está en una etapa inicial de definición incipiente de productos. De igual forma, su red de relaciones acumuladas es todavía limitada en términos geográficos, particularmente considerando sus capacidades claves.

El fundador refiere la falta de apoyos económicos como una limitante en su crecimiento potencial. Desde la perspectiva de esta investigación, si bien el apoyo económico podría ayudar, será más importante trabajar en una estrategia de construcción de redes de relaciones, que le permita seguir una trayectoria similar a la que ASCI siguió, donde se ofrecen servicios de ingeniería de diseño, o bien una conexión hacia una necesidad de mercado, y el desarrollo de habilidades de diseño de productos. La participación en alguna de las incubadoras de las IES podría ser un camino adecuado para esta compañía. En otras palabras, “el reto es el de colaborar y establecer redes estratégicas y operativas” (Micheli, 2008, pág. 294)

Este caso muestra las posibles necesidades que una empresa de tecnología con capacidades de diseño electrónico en la ZMG enfrentará, por lo que es muy importante resaltarlos para discutir posibles alternativas para resolverlos.

5.6.- Contraste de los casos en la ZMG con otras regiones

La ZMG y sus IES, junto con las multinacionales dedicadas a la manufactura de productos electrónicos, han generado una base de recursos humanos con capacidades tecnológicas básicas que facilita el desarrollo de habilidades y empresas de diseño electrónico.

Ahora, si se compara con otras regiones que han enfrentado retos similares como son Corea, Brasil y Malasia, según los estudios que se han hecho sobre el tema, se encuentra que en el caso de Brasil y Malasia, Ariffin y Figueiredo (2004), hablan de dos posibles trayectorias a seguir; la primera resultado de una evolución de las capacidades de manufactura hacia habilidades de innovación y diseño, como una manera de agregar más valor, y la segunda como las oportunidades que surgen en el cambio de tecnologías, es decir, se pueden arrancar empresas que aprovechen el surgimiento de nueva tecnología.

Sobre Corea, Linsu (2001), apunta cuatro mecanismos claves: educación, transferencia de tecnología del extranjero, creación de “Chaebols” (grandes conglomerados familiares) y la movilidad de personal con experiencia. Empezaron haciendo “imitación por duplicado” para luego hacer “imitación creativa”, en esta segunda etapa se transicionan a realizar mejoras o agregar características nuevas a productos existentes que anteriormente se duplicaban, para finalmente realizar desarrollos innovadores. En términos de los procesos de aprendizaje, se pasa de “aprendizaje haciendo” a “aprendizaje investigando”. Además este mismo autor menciona que Corea es una de las pocas economías que ha pasado de hacer “aprendizaje haciendo” a “aprendizaje investigando” junto con Taiwán y Singapur.

No obstante, en los casos estudiados en la ZMG no se advierte una trayectoria evolutiva partiendo de capacidades de manufactura en ninguno de los casos de

estudio. Tampoco se desprenden de grandes inversiones de grupos económicos, equivalentes a los “Chaebols” coreanos. Más bien, las trayectorias seguidas han emanado de la combinación de capacidades existentes que han identificado tecnologías o necesidades nacientes o no cubiertas, con apoyo del centro de investigación en la ZMG y con la movilidad de personal con experiencia, inquietudes y habilidades de emprendimiento.

Así pues, se reconoció este proceso como una trayectoria posible, que hasta se podría llamar “tapatía” en el desarrollo de capacidades de diseño electrónico en productos característicos de la región. Se agrega además que en cuatro de los siete casos en estudio, la construcción de redes de relaciones fue un elemento clave en la captura de clientes que les permitieron arrancar y crecer.

Hay que apuntar también la movilidad de los profesionistas involucrados, como lo ilustra el caso de ATR en donde provenían de las compañías electrónicas multinacionales establecidas en la ZMG. De la misma forma, sólo uno de los casos, ASCI, se derivó de productos o servicios requeridos por esta industria. En otras palabras, los beneficios surgidos de *spillovers* de las multinacionales han sido relativamente bajos, sobre todo considerando su tamaño, tanto en términos de exportaciones como en número de personal ocupado.

Por tanto, habrá que trabajar de manera activa en incrementar los posibles beneficios que las multinacionales establecidas en la región pueden aportar en términos de desarrollo de capacidades de diseño electrónico, particularmente en atraer este tipo de actividades por parte de las mismas empresas. En este sentido se observa que algunas multinacionales, siendo las más notables Continental y Freescale, han establecido centros de diseño en los últimos años, y si bien no se puede asumir de manera pasiva que estos serán detonadores de Pymes, para que tengan estas capacidades será importante trabajar de manera activa y conjunta

para que esto suceda, mejor dicho, se debe trabajar con estas multinacionales establecidas en la región para aprovechar sus redes de conocimientos y contactos, por lo cual se les debe otorgar incentivos que atraigan sus departamentos de I+D, y colaborar con ellas en el desarrollo de proveedores locales.

Es necesario detenerse a analizar la riqueza que las multinacionales pueden ofrecer en el proceso de transferencia de conocimiento, desarrollo de recursos humanos y creación de redes de contactos –evidencia de este potencial (Intel, ASCI, Bunker, ATR)–, sin embargo no se encontraron mecanismos en la región que de manera proactiva se buscará maximizar este potencial. Padilla (2007) describe las multinacionales como una fuente de transferencia de conocimiento clave en países en desarrollo que permite resolver las carencias de conocimiento técnico, gerencial, mercadotecnia y financiero que en estas zonas se tiene, y remata que este proceso no es automático, sino que debe ser consciente y deliberado.

5.7.- La ZMG y sus retos en el desarrollo de Pymes con capacidades de diseño electrónico

En este capítulo se han presentado algunas oportunidades para acelerar el nacimiento, crecimiento y expansión de Pymes con capacidades de diseño electrónico en la ZMG.

A manera de resumen, podría señalarse que en primer lugar, es necesario continuar con los esfuerzos de mejora de la calidad académica en las instituciones educativas, y que éstas deben integrar a sus programas de ingeniería electrónica habilidades de administración de la tecnología. Retomando el calendario azteca de la administración de la tecnología creado por Solleiro (1998) pueden identificarse

como relevante: conocimiento de los procesos de administración del desarrollo de productos resaltando principalmente un entendimiento de la importancia de comprender y traducir las necesidades de sus clientes potenciales.

En segundo lugar, resolver las necesidades de financiamiento de este tipo de empresas es uno de los retos a vencer, porque al contrastar esto con las observaciones realizadas, donde los incentivos de gobierno no parecieran tener penetración, se propone un mecanismo alternativo de participación mixta gobierno-empresarios para la creación de fondos de inversión de riesgo, actualmente inexistentes en la zona.

En tercer lugar, la construcción de redes dentro y fuera de la región será siempre un trabajo sostenido que necesita la participación de todos los actores y colaboradores dentro del SNI de la ZMG. Por parte del gobierno, otorgar becas en el extranjero parece ser un mecanismo pertinente. Para las cámaras, el aprovechamiento de las posibilidades que las multinacionales asentadas en la región presentan –principalmente las que cuentan con departamentos de Investigación y desarrollo– será su tarea a revisar, junto con los mecanismos de enlace de esta industria con otros sectores dentro del país y aun con el gobierno mismo, ya que éstos son clientes potenciales que no están siendo aprovechados. No se debe tampoco olvidar, los esfuerzos de enlazar la industria con las instituciones educativas para seguir apoyándolas.

Finalmente, el papel que el CTS y las IES juegan para identificar capacidades claves, es primordial en el éxito de las Pymes que aquí se formen. Dicho de manera coloquial, esta región puede hacer lo que sea, pero no todo. Es por ello, que se deberán seleccionar estratégicamente las tecnologías en las cuales se quiere participar.

Al respecto, Etzkowitz (2002) menciona la disponibilidad de recursos humanos capacitados y la falta de redes como inhibidores de las capacidades tecnológicas.

Estos tres retos identificados caen en la competencia de las ciencias administrativas, como una de las ópticas utilizadas para enfrentarlos. Si bien estos desafíos son importantes, la industria de la tecnología presenta grandes oportunidades, basta sólo mirar las trayectorias de empresas como Apple, Hewlett Packard, Dell, LG,... todas ellas de reciente formación considerando sus tamaños económicos actuales. Estos ejemplos tienen que ser un aliciente para resolver los retos en la ZMG.

CAPÍTULO 6

6.- Conclusiones y recomendaciones

Esta investigación comenzó con la intención de aportar una visión sobre los factores que han inhibido el desarrollo de Pymes con capacidades de diseño electrónico en la ZMG y, a la vez, descubrir los factores que han contribuido al crecimiento de estas habilidades.

La ZMG ha sido calificada como el “Valle del Silicio Mexicano” (Spiegel, 2005), por la cantidad de empresas dedicadas a esta industria. Sin embargo, se encontraron pocas personas involucradas en actividades de diseño, lo que detonó el interés de esta investigación.

Como se mencionó, el tema es importante por varias razones: la primera es el tamaño y el potencial económico de la industria electrónica en el mundo; la segunda la necesidad de contar con tareas de mayor valor agregado que sean menos volátiles que las actividades de maquila, donde el costo se vuelve el principal factor de decisión al momento de escoger la región donde se realizará; y la última tiene que ver con la posibilidad de contar con tareas mejor remuneradas.

En este trabajo se identificaron Pymes con capacidades de diseño electrónico en diferentes etapas de madurez. A partir de una selección de siete casos –que se consideró representativa y variada, y utilizando una metodología cualitativa de estudio de múltiples casos– se buscó descubrir estos elementos habilitadores e inhibidores de Pymes con este tipo de habilidades en la ZMG, es decir, la manera “tapatía” para el desarrollo de capacidades de diseño electrónico.

A la vez es importante recalcar el potencial que se tiene, por un lado el estado de Jalisco de acuerdo a datos del INEGI, representa el 6.3% de Producto Interno Bruto (PIB) del país, siendo la cuarta entidad federativa más importante, siendo además el segundo estado con más empresas registradas, de acuerdo al Sistema de Información Empresarial de México (SIEM) lo cual indica la capacidad de creación de negocios existente en esta zona. Junto a ello se tiene una industria existente de enorme tamaño, tanto en términos económicos como de generación de empleo. Y finalmente como se observó en los casos estudiados existen recursos con potencial para desarrollar este tipo de empresas, así como actores, (cámaras, gobierno, IES y el CTS) con participación activa en el desarrollo de estas capacidades.

El desarrollo de capacidades tecnológicas ha sido abordado ampliamente en el pasado desde múltiples ópticas y en diferentes geografías. A partir de ellos, para esta investigación se seleccionaron y utilizaron cuatro enfoques englobados dentro del paraguas de la administración de la tecnología: el Sistema Nacional de Innovación (SNI), el capital social, las capacidades claves y el emprendedurismo.

En este último capítulo se presenta una síntesis de los hallazgos, conclusiones y recomendaciones, más importantes derivados de este proceso de investigación, agrupados alrededor de los enfoques de estudio empleados.

Al escribir esta serie de descubrimientos y conclusiones se ha buscado alcanzar objetividad, lo cual es importante para el autor de este trabajo ya que es participante dentro de la industria electrónica, y como Reguillo (1999, pag.19) lo apunta acertadamente "...los informes, los reportes, tienden a producir un efecto de sentido final, acabado, del cual se han hecho desaparecer las dudas, los tanteos y, sobre todo, se presentan de una manera distanciada, mal llamada objetiva, sin reconocer explícitamente cómo las decisiones y opciones de la

investigadora o investigador –su manera de percibir el mundo– intervienen en las particulares maneras en que un objeto social es transformado en un objeto de conocimiento”. Así es como se ha intentado presentar esta serie de resultados.

6.1.- La participación del Sistema Nacional de Innovación (SNI) en la ZMG

La literatura actual coincide en que la creación y maduración de capacidades tecnológicas es producto no sólo de un individuo emprendedor, sino de un sistema que cumple tareas de desarrollo y transmisión de conocimiento, de soporte financiero, de enlace con el mercado, proveedores y canales. En otras palabras, es resultado de un sistema completo que interactúa y que en muchos casos tiene el fin específico de desarrollar este tipo de capacidades (Cimoli, 2000).

En la ZMG se encuentra el CTS, que ha sido un componente importante en la formación de por lo menos tres de las empresas estudiadas (Intel, Mixbaal y BEA). También se identificó un “spill over” de las multinacionales, un tanto accidental, el cual contribuyó de alguna manera al desarrollo de Bunker y ASCI, siendo su aporte más consciente en la segunda y en la primera como resultado de la movilidad de los profesionistas que trabajaron en Sony.

Se comprobó el interés de cámaras y gobierno por apoyar este desarrollo, ya sea con apoyos económicos o con esfuerzos conscientes para este fin, como lo es el estudio realizado por CANIETI sobre fortalezas y debilidades (FODA) de la región.

Así mismo, se encuentra una industria multinacional establecida en la ciudad con un tamaño económico significativo y una trayectoria más de dos décadas, IES con carreras de ingeniería electrónica, presencia de incentivos por parte del sector público, un centro de investigación (CTS), una región con una capacidad de

emprendimiento (de acuerdo a cifras del SIEM al medir el número de empresas comparado el resto del país); todo ello indica la presencia de un SNI, que si bien todavía esta proceso de maduración también presenta un panorama de oportunidades.

Así pues, se identificaron una serie de intenciones, actividades y esfuerzos encaminados en esta dirección, los que han producido resultados positivos en varios de los casos estudiados. Ahora bien, cabe precisar que este sistema está en formación y como tal, requiere madurar, así como revisar lo que ha funcionado adecuadamente para mantenerlo y lo que deberá modificarse.

A continuación se hará un resumen de esta manera “tapatía” que si bien tiene una serie de oportunidades que pueden ser aprovechadas, también se identificaron áreas donde puede ser mejorada.

La presencia del CTS en la ZMG ha sido importante porque sus capacidades existentes son significativas y han demostrado su potencial. Pero no se detectaron procesos “sistemáticos” en esta institución para potencializar estas habilidades y colaborar con las Pymes de la región, llevando el conocimiento y aplicándolo. Es decir se puede trabajar en extender la colaboración con posibles emprendedores y empresarios existentes, ya sea por medio de acuerdos de colaboración, mecanismos de incubación y proyectos de investigación de una manera proactiva.

Por su parte, las IES han sido capaces de generar una fuerza laboral con conocimientos para cimentar el desarrollo de capacidades de diseño electrónico. Ahora tienen la tarea de continuar aumentando ese conocimiento y darles a los alumnos una preparación que incluya la administración de la tecnología, principalmente alrededor de desarrollo de productos y las actividades necesarias para ello.

El gobierno parece tener claro la importancia de la necesidad del desarrollo de Pymes con este tipo de capacidades, lo cual es un buen inicio. Por esto, junto con las cámaras deberán revisar el funcionamiento de los mecanismos de apoyo económico. Principalmente con dos finalidades, la primera aumentar el número de becas en el extranjero para estudiantes de este tipo de carreras, y segundo crear los mecanismos de incentivos e inversión financieros de largo plazo.

Una posible forma de implementar estos apoyos de largo plazo es mediante la coparticipación con la iniciativa privada. Este fondo de inversión permitiría resolver varios de los inhibidores actuales: el primero y más importante, la resistencia de los empresarios locales a invertir en actividades tecnológicas de mayor riesgo, esto se revertirá al tener retornos a inversión mucho mayores que otras actividades derivado de las aportaciones a fondo perdido de recursos gubernamentales. Segundo, a las empresas les facilitará contar con una certeza de soporte económico por periodos mayores a un año, que es como actualmente funciona la ayuda del gobierno. Y tercero, estos apoyos al contar con la participación privada, los inversionistas se encargarán de evaluar y monitorear dichos proyectos, pues su propio dinero está en riesgo.

Existen intenciones claras de trabajar en conjunto para poder estos retos, principalmente coordinados por las cámaras, sin embargo es necesario una mayor integración de todos los participantes para acelerar estos esfuerzos. Como lo dijo el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (2006), tenemos un SNI incompleto, que ha mostrado algunos avances.

6.2.- El capital social y el potencial de la ZMG

Como se observó al participar en el council de diseño coordinado por CANIETI, las cámaras (CANIETI, CADELEC) realizan esfuerzos valiosos y activos en la construcción de redes en la región, de la misma manera. Sin embargo, hay mayores posibilidades de incrementar por un lado el tamaño de estas redes, no solo en cantidad de participantes, sino con otras industrias, y también aumentar el radio de confianza (Fukuyama, 1995) de las mismas, más allá de la región.

Se identificaron dos grandes oportunidades relacionadas con la construcción y expansión de redes en la ZMG.

La primera está relacionada con el desarrollo de conexiones entre empresas que cuentan o buscan desarrollar capacidades de diseño con diferentes ramas de la industria y el mercado nacional. Se estudió cómo BEA desarrolló una cantidad de capacidades derivadas de la identificación de necesidades dentro del mercado de transporte urbano mexicano, que posteriormente aprovechó para expandirse fuera de México. Este ejemplo debe servir para que las cámaras extiendan sus lazos fuera del círculo de la industria electrónica, buscando conectar las necesidades locales con esta industria, siendo el gobierno otro mercado local potencial.

La segunda oportunidad es la creación de redes fuera del país. A partir de los casos estudiados se encontraron dos mecanismos que pueden ser replicados de manera consciente. Una es las redes que desarrollan los alumnos enviados al extranjero para estudiar un posgrado en áreas tecnológicas, para encontrar mecanismos de repatriación, como se describió claramente en los casos de Mixbaal e Intel. La otra es el aprovechamiento de las redes existentes dentro de las multinacionales, como el caso de ASCI, pues ha sido poco aprovechado

considerando el número de empresas asentadas en la región y su importancia económica.

Un tercer mecanismo es la utilización de oficinas de enlace en polos de desarrollo tecnológico. Ejemplo de ello son las oficinas de Techba, que el gobierno ha apoyado, buscando estas alianzas en el extranjero. En la presente investigación no se encontró evidencia de su efectividad; es demasiado pronto para juzgar su eficacia, aunque la idea parece apuntar en la dirección correcta.

Es oportuno notar que se encontraron evidencias aisladas, de mecanismos de cooperación entre las Pymes de ramo, lo cual ayuda a acelerar y acrecentar las capacidades de las mismas, sin embargo también se detectó que no hay prácticas solidas de colaboración.

Es primordial señalar que no se halló evidencia de la utilización de comunidades virtuales o de colaboración mediante el internet como una forma de construcción de redes. Este será un buen tema a estudiar en investigaciones futuras.

6.3.- Identificación de “capacidades claves” en la ZMG

¿Qué capacidad se va a desarrollar que el mercado la necesite en el futuro? Es una pregunta clave en la búsqueda de construcción de capacidades de diseño.

Antes de entrar en materia, es fundamental revisar de nuevo la importancia y complejidad del tema. En industrias tradicionales, la velocidad de evolución es menor, particularmente al compararla con la industria electrónica, porque los empresarios o los emprendedores tienen más tiempo para poder seleccionar las capacidades claves en las cuales deberán enfocar sus recursos y hasta cambiar

de dirección, si es necesario. Esto no ocurre en la industria electrónica, lo que hace que el concepto de identificación de capacidades claves sea un factor cuya importancia ha crecido en la última década. Al entrevistar a algunos de los actores de esta investigación, no se detectaron estrategias claramente definidas en esta dirección, aun cuando sí existe una mención de las áreas de enfoque tecnológico. En otras palabras, los actores están conscientes de que es necesario definir un rumbo para enfocar los esfuerzos de desarrollo de capacidades, mas no se detectaron actividades claras relacionadas con la identificación de las mismas.

A pesar de lo anterior, sí hubo mecanismos de selección que detonaron las capacidades con las que hoy cuentan. Al analizar los casos estudiados se localizaron dos mecanismos utilizados por estas empresas para la detección de capacidades claves. La primera fue mediante el aprovechamiento del conocimiento que existe en el CTS, que cuenta con un grupo de investigadores que facilitó este proceso. Encontrar los mecanismos para acercar a las empresas al CTS de manera proactiva es un tema importante a perfeccionar. La recompensa es clara cuando se compara con el caso de Intel o la colaboración con BEA, contribuyendo en ambos casos a su gestación.

El segundo mecanismo se relaciona con la detección de necesidades existentes que puedan ser cubiertas mediante el desarrollo de tecnología diseñada en la región. El caso más notorio es BEA, que detectó las necesidades del transporte público urbano para así iniciar sus diseños de productos. Este proceso puede ser acelerado mediante los puentes entre industria y mercado de diferente índole que las cámaras podrían ayudar a construir. Cabe resaltar que también este proceso ayudó a encontrar necesidades particulares de países en desarrollo, como en este caso.

Aunque éstos no son los únicos caminos posibles en la región. Las IES deben trabajar de manera consciente en esta dirección, tanto en sus unidades académicas como en sus incubadoras. Para ello pueden ir de la mano con las cámaras, las cuales deben extender sus lazos dentro y fuera de la industria, en el país y en el extranjero.

La selección de las capacidades claves es un factor importante y no ajeno a las grandes compañías multinacionales ni es único a la ZMG, Como referencia están: Microsoft y Apple, las que debaten el día de hoy de manera abierta si el futuro de tecnología de computo, así como de equipos móviles de entretenimiento y telefónica debería ser un sistema cerrado integrado (como ocurre con las plataformas de Apple) o un sistema abierto (como pasa con los sistemas Intel-Microsoft o Android). El asunto ha sido discutido por más de una década, lo cual ilustra la complejidad en determinar las capacidades tecnológicas claves que una empresa de este tipo debe desarrollar. Isaacson (2011) cita a Clayton Christensen, profesor de Harvard y especialista en innovación, quien mencionó la década pasada que “si Apple continua en apoyarse en arquitecturas propietarias, el iPod seguramente será un producto de bajas ventas”. Y si bien hoy se puede reconocer que esta opinión era errónea, ilustra claramente la complejidad e importancia de la detección de capacidades claves.

Las IES han arrancado programas destinados a incrementar los niveles de emprendedurismo en sus alumnos. Se puede identificar dentro de los casos estudiados que los emprendedores involucrados en estas empresas contaron con dos grandes atributos: capacidad de toma de riesgo financiero y ser “ambidiestros” al contar con habilidades técnicas pero también de administración de la tecnología [Figura 16]. Si estos esfuerzos no apuntan en la trayectoria correcta al seleccionar las habilidades claves del futuro, difícilmente podrán dar los resultados adecuados.

Dicho de otra manera, en el pasado en industrias de tipo tradicional el incentivar a los empresarios potenciales a poner en marcha una Pyme tenía probabilidades razonables de éxito, por eso contar con programas que detonaran el emprendedurismo era fundamental. Sin embargo, en la actualidad en industrias de tecnología, esto no es suficiente, es imprescindible apuntar en la dirección correcta: la selección de las capacidades claves futuras y su rumbo debe ser estudiada cuidadosamente.

Con datos de la Figura 20 donde se muestra qué países de América Latina tienen niveles altos de emprendedurismo, contrastan las pocas empresas de tecnología existentes en esos lugares (Larroulet, 2000), por lo que se puede afirmar que la falta de emprendedores no es problema, sino que no cuentan con habilidades de detección de capacidades claves, lo cual se encontró en los casos estudiados, donde fueron capaces de escoger el camino “tecnológico” de manera clara.

Así pues, derivado de las evidencias encontradas en los casos de BEA e Intel, estos esfuerzos podrían pues ser apoyados por el CTS y las IES, ya que tienen ciertas habilidades de detección de capacidades claves, esto en paralelo con un fortalecimiento con los empresarios de la región, y una construcción de redes fuera del país que les permita monitorear las diferentes trayectorias tecnológicas que ocurren en el mundo.

6.4.- Recomendaciones finales

Se hallaron diversos factores que han contribuido a la construcción de Pymes con capacidades de diseño. Al terminar este trabajo surgió una última pregunta que se intentará responder de manera preliminar, y que seguramente abrirá la puerta a continuar este importante camino de descubrimiento sobre la “manera tapatía” de desarrollar capacidades tecnológicas de diseño electrónico en la ZMG.

De estos habilitadores e inhibidores propios de la región, ¿cuáles son las principales fortalezas con que se ya se cuentan y cuáles deberán ser las actividades más importantes a desarrollar para enfocar estos esfuerzos?

Se pueden identificar tres fortalezas con que la región cuenta [Figura 37]. La presencia del CTS que puede ser utilizado para incubar proyectos de tecnología y junto con las IES. En segundo lugar una fuerte presencia de la industria multinacional que contribuye con el *spill over* de recursos y puede contribuir en la creación de redes de conocimiento y de acceso a mercados de tecnología; y finalmente una cantidad de recursos humanos con capacidades básicas de diseño electrónico, provenientes de las IES que se encuentran en la región y en el país.

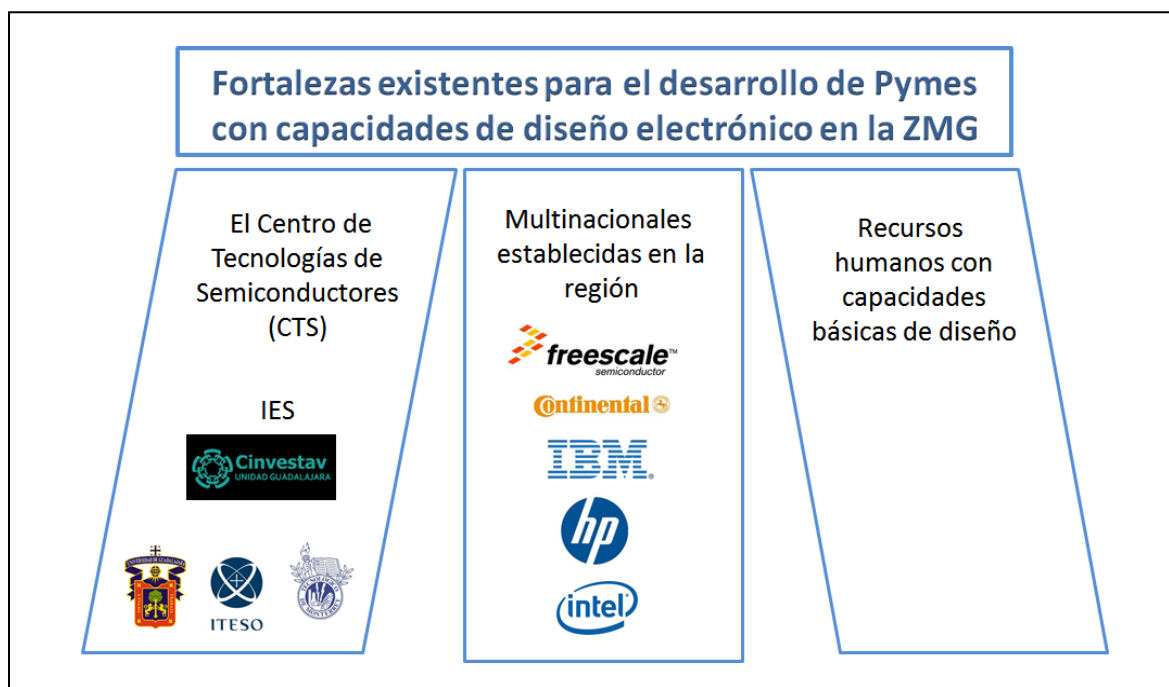
Dentro de las actividades a trabajar, la primera sería trabajar con las IES y el CTS en la identificación de capacidades claves, que permita enfocar los esfuerzos, no sólo de las Pymes pero también del SNI, sobre el cual todo lo demás podrá girar.

La segunda, dirigida por las cámaras y el gobierno, es la creación de un fondo de coinversión público-privado, donde los recursos anuales que actualmente se otorgan a fondo perdido sean canalizados a estos fondos de inversión con horizontes de tres a seis años.

Estas recomendaciones son similares a las realizadas por Lall, citado por Fagerberg (2007), quien enfatiza que para el desarrollo de capacidades tecnológicas nacionales es necesario contar con tres elementos: la habilidad de dirigir los recursos financieros necesarios y utilizarlos eficientemente; recursos con conocimientos técnicos y gerenciales y un esfuerzo tecnológico nacional (se refiere a los factores asociados con el desarrollo de I+D, patentes y personal técnico). Igualmente, menciona que el desarrollo de las capacidades tecnológicas

no sólo depende de los esfuerzos hechos a nivel regional, sino también del conocimiento importado del extranjero, a través de compra de equipo, IED, contactos con el exterior.

Figura 38: Fortalezas en la ZMG para el desarrollo de Pymes con capacidades de diseño electrónico



Fuente: elaboración propia.

Al contrastar estas recomendaciones con las observaciones hechas por esta investigación sobre la “manera tapatía”, se detecta una coincidencia clara en el primer elemento que consiste en encontrar mecanismos eficientes para dirigir los recursos financieros. Esto no significa que al canalizar apoyos económicos, las capacidades se detonen de manera automática, de hecho al observar algunos de los incentivos de gobierno pareciera que esa es la suposición sobre la cual se diseñan. Este es un elemento necesario pero no único, y deberán crearse

mecanismos de apoyo de mediano plazo, a diferencia de los que hoy existen en forma anual, de ahí surge la propuesta de la crear fondos de inversión mixta con un enfoque de mediano y largo plazo. Esto por un lado permitirá compartir el riesgo, encontrar personas interesadas en desarrollar capacidades y en darle seguimiento y encontrar los recursos humanos adecuados.

La segunda recomendación de Lall (citado por Fagerber, 2007), es la necesidad de contar con recursos no sólo técnicos sino también gerenciales. Al respecto, se descubrió también en esta investigación, particularmente cuando se discuten las características que los emprendedores deben tener, que el enorme reto que estos recursos enfrentan es la detección de capacidades claves, esto no significa que haya una contradicción con lo recomendado por Lall, es más bien, un complemento adicional. Así, la segunda gran necesidad es contar con recursos “ambidiestros” que pueden detectar las habilidades claves a desarrollar.

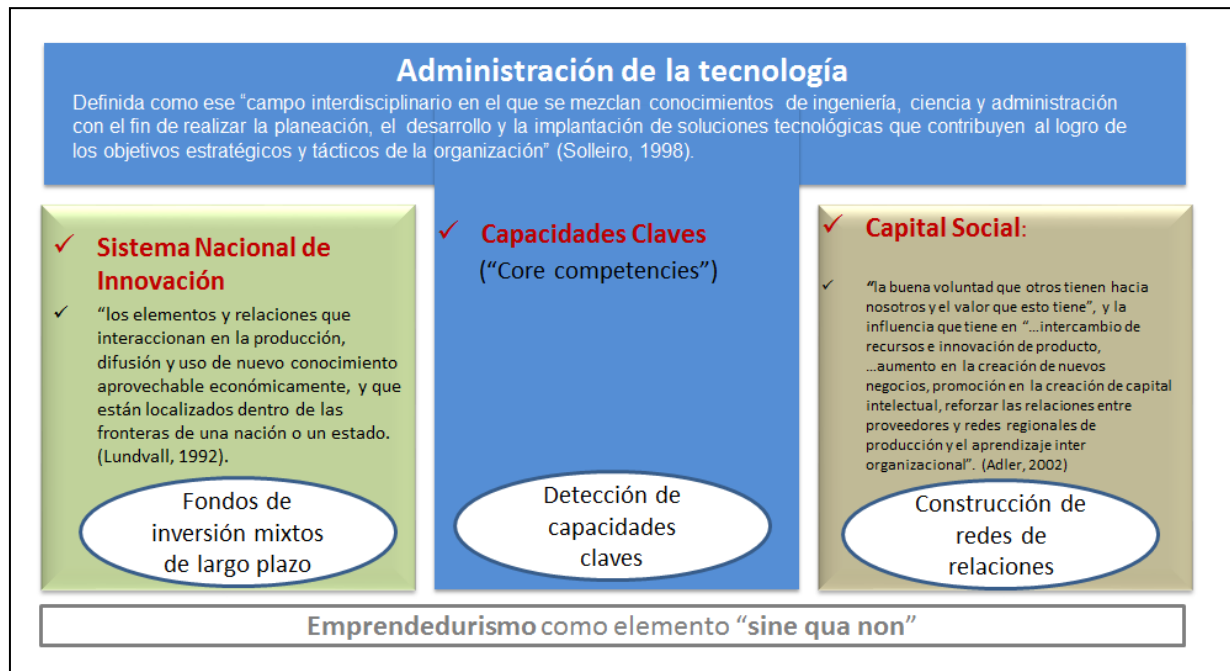
En la actualidad, la detección y desarrollo de capacidades claves, como lo ha apuntado Jasso (2004, pag. 6), “es resultado de la cooperación, la coordinación y la competencia en las vinculaciones, inter e intra institucionales y entre empresas e instituciones”.

Es por ello que en paralelo con estas recomendaciones principales, se deberá continuar apoyando la construcción de redes de relaciones, tanto en la región como fuera de ella. Ya que es primordial el impacto que esto tiene en lograr entender y acceder al mercado.

Es clave recordar que la empresa es la principal responsable del desarrollo de capacidades, y los esfuerzos deben estar encaminados en esta dirección. Es decir, los actores tienen que actuar como apoyos de los esfuerzos que las compañías mismas están obligadas a tomar.

Como puede verse estas recomendaciones principales caen bajo el paraguas de la administración de la tecnología siendo una posible óptica en la búsqueda de soluciones para estos retos [Figura 38].

Figura 39: La administración de la tecnología como el paraguas de partida para resolver los retos que se enfrentan.



Fuente: elaboración propia.

En conclusión, si bien las capacidades tecnológicas de diseño electrónico no han tenido el desarrollo esperado, especialmente al compararse con el tamaño económico que existe en esta industria en la región, se puede argumentar que hay ejemplos que muestran el potencial, oportunidades y factores disponibles que pueden contribuir para incrementar el desarrollo de Pymes con estas habilidades en la ZMG. Y es en estos mismos casos que se encuentran, los inhibidores que deberán ser resueltos buscando acelerar este desarrollo, habiendo sido identificado tres retos principales: el fortalecimiento del SNI, y dentro de él,

encontrar nuevos y mejores mecanismos de canalización y enlace de recursos económicos; el segundo, en continuar desarrollando redes de relaciones, conocimiento y colaboración, dentro y fuera de la región y del país, de manera consciente y activa; y el tercero, la detección de capacidades claves, donde se debe aprovechar la presencia del CTS y las IES trabajando en conjunto con las empresas. No sin olvidar también, el papel *sine qua non* que los emprendedores juegan en este esfuerzo.

Finalmente se puede definir que actualmente la “manera tapatía” del desarrollo de capacidades tecnológicas de diseño electrónica, está compuesta por un sistema de innovación compuesto de un Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS) con potencial demostrado pero que deberá ser todavía más aprovechado principalmente alrededor de detección y desarrollo de capacidades claves, un ecosistema de la industria multinacional principalmente maquiladora pero que cuenta con muchos recursos y una red de contactos fuera de la región que deberá ser acrecentada y aprovechada, un conjunto de IES que han sido capaces de generar recursos humanos y que han arrancado programas de incubadoras tecnológicas, dos cámaras activas, una tradición empresarial en la región no acostumbrada a invertir en proyectos de tecnología, por lo cual el gobierno deberá crear fondos mixtos que puedan atraer estos capitales y a la vez proporcionar fuentes de inversión de largo plazo.

Todo ello pues constituye esta “manera tapatía en formación”, que como se ha descrito tiene fortalezas que deben ser potencializadas y retos que vencer. Retomando las palabras del Foro Consultivo Científico y Tecnológico (2006, pág. 16): “La sociedad mexicana necesita desarrollar su capacidad científica, tecnológica e innovadora para resolver los graves problemas económicos y sociales”

BIBLIOGRAFÍA

- Akcomak, I. Smih y Weel, Bas ter (2006), Social Capital, Innovation and Growth: Evidence from Europe, UNU-Merit Working Paper Series
- Adler, Paul y Kwon, Seok-Woo (2002), Social Capital: Prospects for a new concept, *The Academy of Management Review*, vol. 27, No. 1 (Jan, 2002), pp. 17-40
- Andel Musik, Guillermo (2004), Trade and innovation performance of Mexico after Nafta, CPROST Working Paper 2004-01
- Ariffin, Norlela y Figueiredo, Paulo N. (2004) Internationalization of innovative Capabilities: Counter-evidence from the Electronic Industry in Malaysia and Brazil, [Oxford Development Studies](http://www.informaworld.com/smpp/title~content=t713439972~db=all~tab=issueslist~branches=32-v3232), Volume [http://www.informaworld.com/smpp/title~content=t713439972~db=all~tab=issueslist~branches=32 - v3232](http://www.informaworld.com/smpp/title~content=t713439972~db=all~tab=issueslist~branches=32-v3232), Issue 4 December 2004, pages 559 – 583
- Audretsch, David B., Keibach, Max C. y Lehmann, Erik E. (2006), Entrepreneurship and Economic Growth, Oxford University Press
- Bueno, Carmen y Santos, María Josefa (2003), Nuevas tecnologías y cultura, Anthropos, Universidad Iberoamericana
- CADELEC (2008), Presentación titulada: Cadena Productiva de la Electrónica. Obtenida directamente mediante solicitud a su oficina en Guadalajara en Junio 2009 en su portal de internet <<http://www.cadelec.com.mx/index.php/contacto/>>
- CADELEC (2008), Presentación sobre el “Estudio Identificación de las capacidades y tecnologías actuales así como las necesidades de la Industria de Diseño Electrónico”. Obtenida directamente mediante solicitud a su oficina en Guadalajara en Junio 2009 en su portal de internet <<http://www.cadelec.com.mx/index.php/contacto/>>
- CANIETI (2004), Instrumentación del programa de competitividad de la industria electrónica, FOA Consultores, S.C. Obtenida directamente mediante solicitud a su oficina en Guadalajara en Junio 2009.
- CANIETI (2008), Presentación Council de Diseño Electrónico, 6ta reunión del council. Obtenida directamente mediante solicitud a su oficina en Guadalajara en Nov 2009.
- Carrillo, Jorge y Partida, Raquel (2004), La industria maquiladora mexicana, El colegio de la Frontera Norte y La Universidad de Guadalajara

- Carrillo, Juan (2011), Un éxito, la incubadora de negocios del CUCEA. Obtenida directamente en Marzo 2012 en su portal de internet
<<http://www.medios.udg.mx/node/12884>>
- Casas, Rosalba de Gortari y Santos María Josefa (2000). The building of knowledge spaces in Mexico: a regional approach to networking, Research Policy, vol. 29, No: 2, pp. 225-241
- Casas, Rosalba y Valenti, Giovanna (2000), Dos Ejes en la Vinculación de las Universidades a la producción, IIS/UNAM-UAM
- CEPAL (1999), La subcontratación como proceso de aprendizaje: el caso de la electrónica en Jalisco (México) en la década de los noventa. Disponible en
< <http://www.eclac.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/5/4625/P4625.xml&xsl=/ddpe/tpl/p9f.xsl&base=/tpl/top-bottom.xslt>>, consultado en Enero 2010.
- Cimoli, Mario (2000), Developing Innovation Systems , Routledge, New York
- Cohen, Goel (2004), Technology Transfer Strategic Management in Developing Countries, Sage Publications, New Delhi
- Coleman, James S. (1988), Social capital in the creation of human capital, The American Journal of Sociology, vol. 94, Supplement: Organizations and Institutions: Sociological and Economic Approaches to the Analysis of Social Structure (1988), pp. 95-120, The University of Chicago Press
- Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco / Instituto Jalisciense de Tecnologías de la Información (2005), Brecha Digital en Jalisco: Análisis e Identificación de Oportunidades para el sector de Tecnologías de Información y Comunicaciones. Disponible en
<http://seplan.app.jalisco.gob.mx/tablin/tabla/descargarTabla/439>> consultado en Octubre 2009
- Chanaron, J.J y Grage, T (2006), Towards a Re-definition of Technology Management, The 3rd IEEE International Conference on Management Innovation and Technology, Singapore, Indonesia
- Columbia Encyclopedia, Sixth Edition (2008), "Electronics industry." Encyclopedia.com. 12 Sep 2010 <<http://www.encyclopedia.com>>
- Demuner, Ma. Del Rosario (2010), Determinantes y estrategias competitivos en Pymes metalmecánicas certificadas en Toluca, Estado de Mexico, Tesis doctoral, Universidad Autónoma del Estado de México
- Dosi, Giovanni, Freeman, Christopher, Nelson, Richard (1988), Technical Change and Economic Theory, Soete. Pinter Publisher, London and New York
- Dutrenit, Gabriela (2000), Learning and Knowledge Management in the Firm, Edward Elgar, UK

- Dutrenit Gabirela, [et. al.] (2006), Acumulación de capacidades tecnológicas en subsidiarias de empresas globales en México, Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, División de Ciencias Sociales y Humanidades: Miguel Angel Porrúa, 2006, México
- Etzkowitz, Henry (2002), Networks of Innovation: Science, Technology and Development in the Triple Helix Era, International Journal of Technology Management and Sustainable Development, vol. 1, No. 1, pp. 7-20
- European Commission (2005), Methodology Report on European Innovation Scoreboard. Disponible en <<http://www.proinno-europe.eu/eis2005>>, consultado en Junio 2010
- Fagerberg, Jan & Srholec, Martin (2007), National Innovation Systems, capabilities and economic development, Center for Technology, Innovation and Culture, University of Oslo, Working paper on Innovation studies.
- Foro Consultivo Científico y Tecnológico, A.C. (2013), Propuesta para contribuir el diseño del PECiTI 2012-2037. Disponible en <<http://www.foroconsultivo.org.mx/home/index.php/libros-publicados/politicas-en-cti/1773-propuestas-para-contribuir-el-diseno-del-peciti-2012-2037>>
- Foro Consultivo Científico y Tecnológico, A.C. (2006), Diagnóstico de la política científica, tecnológica y de fomento a la innovación en México (2000-2006). Disponible en <http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/diagnostico.pdf>
- Freeman, Christopher (1987), Technology, policy, and economic performance: lessons from Japan, Printers Publishers
- Fukuyama, Francis (1995), Social Capital and the global economy. Foreign Affairs
- Fukuyama, Francis (2002), Social Capital and Development: The Coming Agenda, SAIS Review - Volume 22, Number 1, Winter-Spring 2002, pp. 23-37
- González Rodríguez, Sergio Manuel (2008), La industria electrónica de la zona conurbada de Guadalajara: surgimiento, auge y declive, 1960-2004, Tiempo-Revista Cultura, Tecnología y Patrimonio, 2008
- Gries, Thomas y Naude, Wim (2009), Entrepreneurship and regional economic growth: towards a general theory of starts-ups, Innovation – The European Journal of Social Science Research, vol. 22 No. 3, September 2009, pp. 309-328
- Hanifan, L. J. (1916), "The rural school community center", Annals of the American Academy of Political and Social Science 67: 130-138
- Hamel, Gary & Prahalad, C.K. (1994), Competing for the future, Harvard Business Press

- Hanifan, L.J. (1916), The rural school community center, Annals of the American academy of political and social science 67
- Hobday, Michael (2005), Firm level innovation models: Perspectives on research in developed and developing countries, Technology analysis & strategic management, vol. 17, No. 2, 121-146, June 2005
- Hoepfl, Marie C. (1997), Choosing Qualitative Research: A Primer for Technology Education Researchers, Journal of Technology Educacion Fall 1997, vol 9, Number 1
- IMPI (2008), IMPI en Cifras, Reporte Anual. Proporcionado en la oficina del IMPI en Guadalajara en Mayo 2009
- Isacson, Walter (2011), Steve Jobs, Simon & Schuster, New York
- Jasso, Javier y Ortega, Rodrigo (2007), Acumulación de capacidades tecnológicas locales en un grupo industrial siderúrgico en México, Contaduría y Administración, UNAM, vol 223, pp. 69 y 89
- Jasso, Javier (2004), Relevancia de la Innovación y las redes institucionales, Aportes, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, vol 025, pp. 5-18
- Khalil, Tarek (2001), Future directions and needs in the management of technology, Elsevier Science Ltd
- Kirkpatrick, David (1998), The Second Coming of Apple Through a magical fusion of man--Steve Jobs--and company, Apple is becoming itself again: the little anticompany that could, Fortune Magazine, Nov 9, 1998. Disponible en <http://money.cnn.com/magazines/fortune/fortune_archive/1998/11/09/250834/index.htm>, consultado en Enero 2012
- Lall, Sanjaya (1999), Technological Capabilites and Industrialization, World Development, Elsevier, vol. 20(2), pp. 165-186, Febrero
- Landry, Rejea, Amara, Nabil, Lamari, Moktar (2000), Does social capital determines innovation? To what Extent?, 4th International Conference on Technology, Curitiba, Brazil
- Larroulet, Cristian y Couyoumdjian, Juan Pablo (2009), Entrepreneurship and Growth A Latin American Paradox?, The independent Review, vol. 14, Summer 2009
- Lederman, Daniel y Maloney, W. (2003), Innovation in Mexico: Nafta is not Enough. Disponible en <http://ctrc.sice.oas.org/geograph/north/le_ma.pdf>, consultado en Enero 2009
- Leedy, Paul (1997), Practical Reseach: Planning and Design, Prentice Hall
- Linsu, Kim (2001), The dynamics of technological learning in industrialization, The United Nations University, Institute for New Technologies, Discussion Paper Series

- Liebowitz, Jay (1999), Knowledge Management Handbook, CRC Press
- Lucking, Ben International (2004), Comparisons of the Third Community Innovation Survey, Department of Trade and Industry
- Lundvall, Bengt-Ake (2002), Innovation, Growth and Social Cohesion, The Danish Model, Elgar Publishers
- Lundvall, Bengt-Ake (2000), Why Study National Styles, [Technology Analysis & Strategic Management](#), vol. <http://www.informaworld.com/smpp/title~content=t713447357~db=all~tab=issueslist~branches=10-v1010>, No. 4 1998 , pp. 403 - 422
- McQuarries, Edward F. (1993), Customer Visits building a better market focus, Sage Publications
- Medina Gomez, Francisco y Ramirez Ruiz, Alberto Javier (2007), Estudio para la Creación del Sistema Estatal de Innovación Jalisco (SEinnovaJal), COECYTJAL
- Micheli, Jordy (coordinador) (2008), Conocimiento e innovación, Universidad Autónoma Metropolitana
- Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology Japan (2004), White Paper on Science and Technology. Disponible en <http://www.mext.go.jp/english/whitepaper/1302285.htm> consultado en Junio 2010
- National Science Foundation Report, 2008
- Nelson, Richard R. (2004), The Challenge of Building an Effective Innovation System for Catch-up, [Oxford Development Studies](#), vol. <http://www.informaworld.com/smpp/title~content=t713439972~db=all~tab=issueslist~branches=32-v3232>, No. 3 , pp. 365 - 374
- Nieto, Mariano (2003), From R&D management to knowledge management: An overview of studies of innovation management, Technological Forecasting and Social Change, vol. 70, No. 2
- OECD (2008), Compendium of patent statistics. Disponible en <http://www.oecd.org/dataoecd/5/19/37569377.pdf> consultado en Diciembre 2010.
- OECD (1997), National Innovation Systems. Disponible en <http://www.oecd.org/dataoecd/35/56/2101733.pdf>, consultado en Diciembre 2010.
- OECD (1998), Fostering entrepreneurship. Disponible en http://www.oecd.org/document/28/0,3746,en_2649_201185_32056028_1_1_1_1_00.html, consultado en Diciembre 2010
- OECD (2005), Oslo Manual: Guidelines for collecting and interpreting innovation data. Disponible

- <http://www.oecd.org/document/33/0,3746,en_2649_34273_35595607_1_1_1_1,00.html>, consultado en Diciembre 2010
- OECD (2009), Reviews of Innovation Policy: Mexico, Disponible en <http://www.oecd.org/document/27/0,3746,en_2649_34273_43822619_1_1_1_1,00.html>, consultado en Febrero 2010
- OECD (2001), The well-being of Nations: The role of human and social capital. Disponible en <<http://www.oecd.org/dataoecd/48/22/1870573.pdf>>, consultado en Mayo 2010
- Padilla-Pérez, Ramón, Iammarino, Simona y Von Tunzelmann, Nick (2008), Technological capabilities and global-local interactions: The electronic industry in two mexican regions, World Development, vol. 36, Issue 10, pp. 1980-2003
- Palacios Lara, Juan Jose (2008), Alianzas Público-Privadas y escalamiento industrial. El caso del complejo de alta Tecnología de Jalisco México, CEPAL
- Palacios Lara, Juan Jose (2008), Presentación sobre El caso del complejo de alta Tecnología de Jalisco, Foro La Atracción de Inversión Extranjera Directa, Noviembre 13-14, México D.F. Disponible en <<http://www.eclac.cl/mexico/noticias/noticias/6/34496/JuanJosePalaciosUDG.pdf>>
- Pavitt, Keith (1990), What we know the strategic management of technology, California Management Review, vol. 32, Number 3
- Prahalad, C.K. (1993), The role of core competencies in the corporation, Research Technology Management, Nov/Dec 1993; 36, 6, p. 40
- PRO INNO Europe (2008), European Innovation Scoreboard 2007: Competitive analysis of innovation performance. Disponible en <<http://www.proinno-europe.eu/page/european-innovation-scoreboard-2007>>, consultado en Septiembre 2009
- Programa para la competitividad de la industria electrónica y de alta tecnología, Secretaría de Economía
- Putnam, Robert (2000), Bowling Alone: The collapse and revival of the American community, Simon and Schuster, U.S.
- Reguillo, Rossana (1999), De la pasión metodológica o de la (paradójica) posibilidad de la investigación. Mejía, A. R. y Sandoval, Sergio Antonio (Coords.), Tras las vetas de la investigación cualitativa, ITESO
- Rhoades, Gary y Slaughter, Sheila (2004), Academic Capitalism in the New Economy. The Johns Hopkins University Press, Baltimore
- Rodríguez Gómez, Gregorio (1999), Metodología de la investigación cualitativa, Ediciones Aljibe

- Rospide, Sebastien (2008), Electronic market forecast and industry trends 2007-2012, Electrónica 2008, Munich. Presentación disponible en <http://www.decision.eu/doc/presentations/ElectronicaNov08.pdf>, consultado en Mayo 2010
- Rozga Luter, Ryszard (2007), Algunos modelos territoriales de innovación y su aplicación en México, Octavo congreso nacional y cuarto congreso internacional de la red de investigación y docencia sobre innovación tecnológica. Disponible en <http://www.uasnet.mx/ridit/Congreso2007/m2p01.pdf>, consultado en mayo 2010
- Ruiz, Estela (2004), Ingenieros en la industria manufacturera, UNAM CESU/Plaza y Valdés
- Thamhain, Hans J. (2005), Management of Technology: Managing Effectively in Technology-Intensive Organizations, Wiley
- The History of Computers, 2010, <http://inventors.about.com/library/blcoindex.htm>
- Schaffaedin Mehdi y Gallagher, Kevin P. (2008), Policies for industrial learning in China and Mexico: neo-developmental vs neo-liberal approaches, Research and Information System for Developing Countries. Disponible en <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/11041/>, consultado en Marzo 2010
- SCIAN: Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México 2002 (2002), INEGI. Disponible en <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/censos/scian/scian2002.pdf>, consultado en Junio 2012
- Solleiro, Jose Luis (2006), El sistema nacional de innovación y la competitividad del sector manufacturero en México, México, D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México : Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico: Instituto de Investigaciones Económicas: Plaza y Valdés
- Solleiro, Jose Luis (1988), “La gestión y la administración de tecnología”, en: Cuaderno del Instituto de Investigaciones Jurídicas, año 3, No. 9. México: Universidad Autónoma de México
- Social Analysis and Reporting Division for National Statistics (2001), Social Capital: A review of the literature. Disponible en http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=social%20capital%3A%20a%20review%20of%20the%20literature&source=web&cd=1&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ons.gov.uk%2Fons%2Fguide-method%2Fuser-guidance%2Fsocial-capital-guide%2Fthe-social-capital-project%2Fsocial-capital--a-review-of-the-literature.pdf&ei=CycT8G5GbOA2AXX3rW3Ag&usq=AFQjCNEcD5P1ObhbcXjJl3deyr_Dd-flYw, consultado en Mayo 2010

- Spiegel, Robert (2005), The emerging silicon valley in Mexico, www.Designnews.com, posted in May 2005. Disponible en <http://www.designnews.com/document.asp?doc_id=221371&dfpPPParams=aid_221371&dfpLayout=article>, consultado en Marzo 2011
- Stiglitz, Joseph E. (2006), Making Globalization Work, W.W. Norton Artu
- Torres, Arturo y Jasso, Javier (2013), Knowledge and Quality Innovation in the Health Sector: The role of public research organizations, en Quality Innovation: Knowledge, theory and practices, IGI Global disseminator of knowledge, Australia
- Viotti, Eduardo (2001), National learning systems: A new approach on technical change in late industrializing economies and evidences from the cases of Brazil and South Korea, Science, Technology and Innovation Discussion Paper. Disponible en <http://www.cid.harvard.edu/archive/biotech/papers/discussion12_viotti.pdf>, consultado en Septiembre 2010
- Yli-Renko, Helena, Autio, Erkko, Sapienza, Harry J. (2000), Social Capital, knowledge acquisition, and knowledge exploitation in young technology-based firms, Helsinki University of Technology, working paper series 2000:6. Disponible en <http://tuta.aalto.fi/fi/tutkimus/strateginen_johtaminen/julkaisut/tyopaperit/yli-renko_autio_sapienza_wp_2000_6.pdf>, consultado en septiembre 2010
- Yin, K. Robert (2008), Case study research, design and methods. Fourth edition, SAGE publications Inc.
- Zucker, Donna M. (2009), How to Do Case Study Research. School of Nursing Faculty Publication Series. Paper 2. Disponible en <http://scholarworks.umass.edu/nursing_faculty_pubs/2>, consultado en diciembre 2012

ANEXO I: Guía para entrevistas

- 1) Información general del entrevistado:
 - a. Nombre
 - b. Puesto Actual: Título y descripción del puesto
 - c. Breve historia profesional:
 - i. Educación
 - ii. Trabajos anteriores
- 2) Características del negocio en el que trabaja:
 - a. Número de empleados
 - b. Actividades que desarrollan
- 3) Historia de la empresa y características
 - a. Descripción de la historia de la empresa
 - b. ¿Qué habilidades se tenían cuando nació la empresa?
 - c. ¿Cómo evolucionó la estructura organizacional?
 - d. ¿Cuáles fueron los momentos claves en la historia de la empresa que la volvieron exitosa?
 - e. Elementos que intervinieron en esos momentos que hicieron que fueran exitosa
 - f. Durante el proceso de crecimiento y éxito, ¿qué habilidades desarrollaron (que capacidades tecnológicas se crearon)?
 - g. Retos mayores a los que se enfrentó
 - h. ¿Cuáles son las “fortalezas” de su negocio y sus “debilidades”?
 - i. ¿Cómo han crecido las ventas a lo largo del tiempo, por qué?, ¿Ha habido relación entre las ventas y la adquisición de alguna capacidad tecnológica?
 - j. ¿Cuánto se gasta en R&D, en pruebas, en ventas, otros (en %)?
 - k. ¿Cómo se “fondea la compañía”?
 - l. ¿Cuáles son los departamentos que hay en el negocio, cuáles son las responsabilidades de estos departamentos?
 - m. ¿Cómo se buscan nuevos clientes?
 - n. ¿Cómo se comparan con los competidores (ventajas y desventajas)?
 - o. ¿Cómo se entrenan a los empleados?
- 4) Capacidades tecnológicas
 - a. Productos en los que se ha trabajado o desarrollado
 - b. Se han generado patentes, ¿cuántas?
 - c. ¿Cuáles son las habilidades con las que se cuentan (es decir, que “saben hacer”, sus “core competentes”, sus competencias tecnológicas)?
 - d. Cuenta con capacidades de:

- i. Búsqueda de información sobre tecnologías disponibles
- ii. Negociación y contratación de tecnología
- iii. Desarrollo de proyectos, administración de proyectos, "checkpoints", ciclos de desarrollo...
- iv. Adaptación y/o modificación de maquinaria y equipo
- v. Procesos de ingeniería (adaptación de materiales, control de calidad)
- vi. Ingeniería de productos (diseño de productos, desarrollo de nuevos productos)
- vii. Sistemas organizacionales involucrados en generación y administración de cambios en productos procesos y organización de la producción.
- viii. Desarrollo de FW
- ix. Pruebas de FW
- x. Desarrollo de componentes de HW
- xi. Pruebas de HW
- e. ¿Cómo se han ido desarrollando estas habilidades?
- f. Cómo clasificarían estas habilidades en términos de los "ciclos tecnológicos". En otras palabras, son tecnologías básicas, de complejidad media, de punta...?
- g. ¿Cómo buscan o desarrollan conocimiento de nuevas tecnologías, cómo se mantienen "informados/entrenados" en las nuevas tecnologías?
- h. Ha habido desarrollos que den alguna ventaja competitiva o existen esfuerzos por desarrollos de tecnologías locales propios
- i. Instalaciones actuales, con qué equipo se cuenta, salas de entrenamiento, software especializado, capacidades de fabricación de prototipos
- j. ¿Cuál es el proceso de decisión para la compra de infraestructura "tecnológica nueva"?
- k. Capacidades con que cuentas utilizando proveedores regionales (fabricación de prototipos...)
- l. ¿Existen desarrollos con "socios", es decir, proveedores u otras compañías?

5) Características de la región (infraestructura, recursos...)

- a. ¿Qué tan fácil es encontrar ingenieros calificados para sus puestos?
- b. ¿Qué apoyos recibieron del gobierno o algún organismo de gobierno?
- c. Ha habido algún acercamiento con las universidades o de las universidades
- d. Es la infraestructura de la región adecuada para las necesidades del negocio

- 6) Empresas (Pymes y Transnacionales) que conozca en la región que tengan actividades similares
 - a. Opinión sobre si son muchas o pocas
 - b. ¿Por qué considera que hay muchas o pocas?
 - c. Si son pocas, ¿qué habría que hacer para que hubiera más?
 - d. Se han acercado a algunas en caso de que sí ¿para qué?
- 7) ¿Cuál es el papel que juegan o deberían jugar para apoyar el desarrollo de capacidades tecnológicas en empresas similares?:
 - a. El gobierno y cámaras
 - b. Las universidades
 - c. Los empresarios
- 8) ¿Es importante tomar un papel activo en el desarrollo de este tipo de empresas? ¿Por qué?
- 9) ¿Cree que el desarrollo que ha habido en este tipo de empresas en la región es adecuado, ha sido rápido, lento? ¿Si tuviera 3 deseos para cambiar la situación de las empresas de este tipo en la región que pediría?
- 10) ¿Qué estudios o actividades conoce que se hayan realizado para mejorar la situación actual de la industria?
- 11) ¿Qué actividades piensa realizar en el futuro en su negocio para continuar el crecimiento? ¿Cuáles son los retos principales?
 - a. ¿Cuáles son las capacidades a desarrollar en el futuro?
 - b. ¿Dónde se deben buscar clientes?
 - c. ¿Dónde se deben buscar socios?
 - d. ¿Dónde se debe buscar “tecnologías, conocimiento, equipo”?

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ASCI: Empresa dedicada a dar servicio de diseño y pruebas de productos de la industria electrónica.

ATR: Uno de los casos estudiados, empresa dedicada al desarrollo de sinfonolas digitales.

BEA: Empresa estudiada dedicada al desarrollo de tecnología para el transporte urbano.

BUNKER: Compañía dedicada al diseño, fabricación y comercialización de equipos de audio y video.

CADELEC: Cadena Productiva de la Electrónica.

CANIETI: Cámara Nacional de la Industria Electrónica, de Telecomunicaciones y Tecnologías.

CINVESTAV: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

CONACYT: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

DSP Projects: Empresa dedicada al diseño de sistemas de procesamiento digital de señales y uno de los casos estudiados.

HP: Hewlett Packard

IBM: International Business Machines

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

INTEL: Empresa mundial líder en la industria de semiconductores, cuyo centro de diseño en la ZMG surge a partir de la adquisición de TDCOM.

ITESO: Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente

CTS: Centro de Tecnología de Semiconductores.

SIEM: Sistema de Información Empresarial de México

SNI: Sistema Nacional de Innovación.

SONET: Synchronous Optical Networking (protocolo de comunicación utilizado para transportar grandes cantidades de voz y datos en los sistemas de telecomunicaciones).

TDCOM: Empresa fundada en la ZMG que hacía diseños para sistemas de telecomunicaciones.

ZMG: Zona Metropolitana de Guadalajara.