

# Acumulación de capacidades tecnológicas en subsidiarias de empresas globales en México

El caso de la industria maquiladora de exportación

Gabriela Dutrénit  
Alexandre O. Vera-Cruz • Aryenis Arias  
José Luis Sampedro • Alma Urióstegui



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Casa Abierta al tiempo

UNIDAD XOCHIMILCO División de Ciencias Sociales y Humanidades



# Acumulación de capacidades tecnológicas en subsidiarias de empresas globales en México

El caso de la industria maquiladora de exportación



Centro abierto al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

José Lema Labadie  
*Rector general*

Javier Melgoza Valdivia  
*Secretario general*

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA-XOCHIMILCO

Cauhtémoc V. Pérez Llanas  
*Rector*

Hilda Rosario Dávila Ibáñez  
*Secretaria*

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

Arturo Anguiano Orozco  
*Director*

Gabriela Contreras Pérez  
*Secretaria académica*

Gerardo Vázquez Hernández  
*Jefe de publicaciones*

COMITÉ EDITORIAL

Cisela Espinosa Damián

Jaime Aboites Aguilar / Gerardo Ávalos Tenorio

Nicolás Cárdenas García / Luciano Concheiro Bórquez

Sofía de la Mora Campos / Arturo Gálvez Medrano

Salvador García de León C. / José Manuel Juárez Núñez

Elsie Mc Phail Fanger / Maricela Adriana Soto Martínez

Ana Ma. Amuchástegui Herrera



Publicaciones

# Acumulación de capacidades tecnológicas en subsidiarias de empresas globales en México

El caso de la industria maquiladora de exportación

**Gabriela Dutrénit**

**Alexandre O. Vera-Cruz • Aryenis Arias**

**José Luis Sampedro • Alma Urióstegui**



**CONOCER  
PARA DECIDIR**  
EN APOYO A LA  
INVESTIGACIÓN  
ACADÉMICA



Casa abierta al tiempo

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA**  
UNIDAD XOCHIMILCO División de Ciencias Sociales y Humanidades

Miguel Ángel  
**Porrúa**

MÉXICO • 2006

Esta investigación, arbitrada por pares académicos,  
se privilegia con el aval de la institución coeditora.

La H. CÁMARA DE DIPUTADOS, LIX LEGISLATURA,  
participa en la coedición de esta obra al incorporarla  
a su serie CONOCER PARA DECIDIR

Coeditores de la presente edición

H. CÁMARA DE DIPUTADOS, LIX LEGISLATURA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
UNIDAD XOCHIMILCO  
MIGUEL ÁNGEL PORRÚA, librero-editor

Primera edición, julio del año 2006

© 2006 D.R.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
UNIDAD XOCHIMILCO  
Calzada del Hueso 1100, Col. Villa Quietud  
Deleg. Coyoacán, C.P. 04960 México, D.F.

© 2006 D.R.

Por características tipográficas y de diseño editorial  
MIGUEL ÁNGEL PORRÚA, librero-editor

Derechos reservados conforme a la ley  
ISBN 970-701-744-9

Queda prohibida la reproducción parcial o total, directa o indirecta  
del contenido de la presente obra, sin contar previamente con la  
autorización por escrito de los legítimos propietarios quienes conser-  
van para sí los correspondientes derechos: Universidad Autónoma  
Metropolitana; Miguel Ángel Porrúa, librero-editor. Lo anterior en  
los términos de la Ley Federal del Derecho de Autor y, en su caso, de  
los tratados internacionales aplicables.

IMPRESO EN MÉXICO



PRINTED IN MEXICO

WWW.IMPRESOENMEXICO.COM.MX  
Amargura 4, San Ángel, Álvaro Obregón, 01000 México, D.F.

En el ámbito internacional existe un cierto consenso de que la inversión extranjera directa (IED), por medio de las empresas multinacionales (MNC) y de las empresas globales (EG), puede ser un canal de difusión internacional de conocimiento y tecnología y, en el caso de los países en desarrollo donde se instalan, puede contribuir a acelerar los procesos de desarrollo económico, a partir de los efectos de derrama tecnológica. La evidencia sugiere que conforme las subsidiarias de estas empresas realizan actividades innovativas, se vinculan con agentes locales (empresas proveedoras e instituciones) y así se arraigan en las localidades, por tanto su presencia genera más derramas tecnológicas.

En México hay una presencia importante de EG bajo el régimen de la industria maquiladora de exportación (IME) en la industria manufacturera. Inicialmente eran básicamente MNC, pero en la actualidad, dada la forma de operar de estas empresas, ya no son MNC sino EG, es decir empresas con una definición global de sus negocios, sus políticas y su estrategia de desarrollo. Las subsidiarias de estas empresas llevan a cabo mayormente actividades de ensamble y manufactura en México.

A mediados de los sesenta, el gobierno mexicano estableció el Programa de Industrialización Fronteriza con la finalidad de abatir los altos índices de desempleo existente en la frontera norte del país. Este programa tenía la finalidad de atraer inversión extranjera, principalmente estadounidense, para establecerse en una franja de 10 millas desde la frontera norte. En este marco, un conjunto de MNC comenzó a relocalizar sus plantas de ensamble en la frontera norte de México, estas plantas fueron denominadas maquilas o maquiladoras.<sup>1</sup> Como consecuencia de las con-

<sup>1</sup>Véanse Lowe y Kenney (1999), Buitelaar (2000), Barajas *et al.* (2002).

diciones y restricciones bajo las cuales se establecieron estas plantas, y también de la poca apertura de las maquilas para vincularse a diferentes organizaciones empresariales y gubernamentales mexicanas, se fue consolidando el estereotipo de que eran establecimientos tecnológicamente pobres, donde los trabajadores estaban sometidos a procesos repetitivos e inhumanos de explotación.

Durante la década de los noventa la IME consolidó su rol como generadora de empleos en la industria manufacturera. Entre 1990 y 2002 generó empleos a una tasa promedio anual superior al 10 por ciento. En 2002, los 1'087,487 trabajadores empleados en las 3,251 plantas de la IME representaban el 30 por ciento del personal ocupado de la industria manufacturera.

Sin embargo, la evolución de la IME no se limitó al crecimiento del número de establecimientos y de empleados. Fruto de procesos de aprendizaje internos y de cambios en las estrategias de las matrices, varias subsidiarias (maquiladoras) instaladas en México han tenido cambios cualitativos importantes. Si bien no existen datos precisos para evaluar la profundidad y amplitud de dicha transformación, estudios recientes permiten constatar que durante los años noventa se observó un cambio en la naturaleza de las actividades productivas y tecnológicas de un conjunto de maquiladoras hacia productos más complejos y actividades de mayor contenido tecnológico.<sup>2</sup> Esta evolución podría contribuir a cambiar la naturaleza productiva de México.

El objetivo de este trabajo es analizar el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas de tres maquiladoras en México, evaluar los niveles de acumulación alcanzados y discutir algunos hechos estilizados del proceso de acumulación en esta industria, en particular los principales disparadores de la acumulación local.

El marco analítico propuesto se basa en la taxonomía de capacidades tecnológicas propuesta por Bell y Pavitt (1995) para la industria manufacturera de países en desarrollo, y en las adaptaciones introducidas por Figueiredo (2001), Ariffin y Figueiredo (2003) y Dutrénit, Vera-Cruz y Arias (2003). Este trabajo construye sobre dicha taxonomía y presenta una nueva versión adaptada a las particularidades de la IME en México, con particular énfasis en el sector electrónico (de consumo y para autopartes). La nueva matriz

<sup>2</sup>Carrillo y Hualde (1997), Lara (2000), Dutrénit y Vera-Cruz (2002), Hualde (2003).

adiciona funciones técnicas relevantes para la IME y redefine actividades correspondientes a varios niveles de acumulación. Adicionalmente, se presenta una valoración cualitativa de los niveles de acumulación que permite medir y comparar los resultados de este proceso en las tres maquilas.

El marco analítico se centra en los procesos de acumulación intrafirma; en este libro se aplica ese marco analítico para explorar el caso de las subsidiarias de las EG que operan bajo el régimen de la IME en México.<sup>3</sup> De esta forma, el análisis revela las trayectorias, los procesos y las estrategias de acumulación local. Pero, este libro no pretende establecer parámetros de referencia respecto a la acumulación de las EG al nivel internacional. Adicionalmente, al centrarse en los procesos intrafirma, sólo brinda algunos elementos para explicar los vínculos entre los procesos internos y el contexto externo. Pero, es importante tomar en consideración que los senderos evolutivos de las empresas dependen de factores internos y externos. Entre los factores internos se destacan las particularidades de la fundación de las empresas, su cultura organizacional y tecnológica, y las estrategias de negocios y tecnológicas. Estos factores inciden en la construcción de rutinas organizacionales que van pautando el sendero de construcción de capacidades tecnológicas. Los factores externos más relevantes están asociados con el ambiente económico y social en el cual operan las empresas, y con las características del sistema local y nacional de innovación.

El análisis de los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas de las maquilas en México se inserta en un ambiente nacional que se ha caracterizado por una marcada inestabilidad macroeconómica durante los ochenta y principios de los noventa y distorsiones macroeconómicas a lo largo de todo el periodo. Asimismo, existe un sistema nacional de innovación inmaduro, con una frágil estructura de vinculaciones entre los diferentes agentes. Adicionalmente las maquilas se insertaron inicialmente en localidades de la frontera norte con poca tradición manufacturera, un sistema educativo joven, centros de investigación y desarrollo (I+D) inexistentes inicialmente, y una estructura institucional local inmadura, entre otras características. En estas localidades no se podía hablar de un

<sup>3</sup>Desde una perspectiva teórica diferente, hay un debate internacional sobre la evolución de las MNC y EG, que discute las actividades tecnológicas en los países en desarrollo y la transferencia de tecnología al interior de las mismas. Véanse por ejemplo Ronstadt (1977), Kogut y Zander (1993), Birkinshaw y Hood (1998), Tolentino (2000) y Birkinshaw (2001).



sistema local-regional de innovación, apenas se estaba conformando un sistema productivo local. Esto ha afectado tanto la acumulación de las maquilas como el desarrollo de proveedores locales. Este ambiente local ha ido evolucionando lentamente dado que las maquilas han establecido pocos vínculos externos. De hecho el ambiente local se ha ido transformando en un ambiente regional binacional, lo que incrementa el número de actores y abre espacios para mayores vinculaciones.

Este trabajo se basa en una metodología de estudio de caso. Los casos son líneas de negocios de tres maquilas instaladas en Ciudad Juárez: Delphi Corp, Thomson Multimedia y Philips Corp. La primera se especializa en productos electrónicos para la industria de autopartes y las dos últimas corresponden a la industria electrónica de consumo. Ciudad Juárez es un caso representativo de la IME pues concentra aproximadamente 8 por ciento de las plantas y 20 por ciento del empleo. La evidencia fue recolectada entre abril del 2001 y octubre de 2002 en Ciudad Juárez. La fuente de información principal se basa en entrevistas conducidas con personal de diferentes posiciones jerárquicas dentro de cada maquila.

Este libro está organizado en ocho capítulos. Después de esta introducción, en el capítulo 1 se presentan algunas características de la IME y su evolución, y en el capítulo 2 se presentan los principales temas investigados por diferentes autores en relación con la IME en México. En el capítulo 3 se discute el marco analítico utilizado en este libro para analizar el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en la IME. El capítulo 4 contiene la metodología utilizada en este estudio. En los capítulos 5, 6 y 7 se presenta la evidencia empírica sobre la acumulación de capacidades tecnológicas en la IME, es decir, los casos de Delphi, Philips y Thomson. El capítulo 8 contiene el análisis comparativo de los tres casos, lo cual permite identificar los disparadores de la acumulación local y algunos hechos estilizados. Finalmente se presentan las conclusiones principales y algunas implicaciones para la política.

En este libro se presentan un conjunto de resultados del proyecto de investigación "Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: Generación de capacidades de innovación en la industria maquiladora de México". Este proyecto fue financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), en el marco del fondo de ciencia básica SEP-Conacyt, con el núm. 35947-s.

Deseamos agradecer a las empresas que abrieron sus puertas a nuestra investigación. En particular estamos en deuda con muchos ejecutivos, ingenieros y operadores que nos brindaron su tiempo en múltiples horas de entrevistas. Cualquier imprecisión o error en la información presentada es de nuestra entera responsabilidad.

## Evolución de la presencia de empresas globales bajo el régimen de la IME

---

En este capítulo se presentan algunas características de la IME, tales como el marco regulatorio específico y los factores de atracción. También se analizan sus principales contribuciones a las exportaciones y al empleo a nivel nacional y en la localidad de Ciudad Juárez, donde se localizan los tres casos analizados.

Un primer aspecto a precisar es el tipo de empresas que operan bajo el régimen de la IME. Si bien en sus inicios eran MNC, en la última década muchas de ellas han evolucionado hacia EG. Dicken (1998) define globalización como un conjunto complejo de procesos que operan muy irregularmente tanto en tiempo como en espacio. En esta visión, la globalización es diferente de la internacionalización, ya que aquella va más allá de una simple extensión de actividades económicas a través de las fronteras nacionales, hacia una integración funcional de actividades dispersas internacionalmente. En este contexto, también ha habido una evolución en las características de las empresas que operan a nivel internacional. Las MNC, según Birkinshaw y Hood (1998), son empresas que controlan sus activos de producción en más de tres países. Según Aleé (1995), otra característica es que están orientadas al mercado de exportación, pero siguen teniendo un ancla en su país de origen y cuentan con subsidiarias en el exterior que son consideradas como parientes pobres. La estrategia de estas empresas es adaptarse a las necesidades locales de los países en los que ofrecen sus productos, existiendo por tanto una baja estandarización. Según Sáez Vacas *et al.* (2003), esta estrategia precisa de un fuerte grado de descentralización y delegación en la toma de decisiones de manera que se consiga la mejor adaptación posible al mercado local.

En el marco de la globalización, han emergido las EG, las cuales ven al mundo como un solo mercado, y por lo tanto, producen, venden,

investigan, se financian y compran materias primas en el país que les resulte más conveniente. Lo que caracteriza a una EG es haber hecho el ejercicio de buscar economías en la globalización y haber tomado la decisión de explotarla. La estrategia de estas empresas es obtener ventajas en costos mediante la estandarización de los productos, lo que permite una reducción de los costos de producción, y por tanto, la posibilidad de ofrecer productos con precios más reducidos a los de la competencia. Según Sáez Vacas *et al.* (2003), la estrategia se basa en un control más centralizado de las actividades de diseño, marketing, producción e I+D.

En la actualidad, muchas de las empresas que operan bajo el régimen de la IME en México se definen a sí mismas como EG. Por este motivo, en este libro nos referimos a EG. En el apartado de la página 50 se analizan con más detalle las características de las EG.

## **PROGRAMA DE MAQUILA DE EXPORTACIÓN**

### **El programa de maquila de exportación**

es un instrumento mediante el cual se permite a los productores de mercancías destinadas a la exportación, importar temporalmente los bienes necesarios para ser utilizados en la transformación, elaboración y/o reparación de productos de exportación, sin cubrir el pago de los impuestos de importación (a excepción de la maquinaria), del impuesto al valor agregado y, en su caso, de las cuotas compensatorias. Asimismo, para realizar aquellas actividades de servicio que tengan como finalidad la exportación o apoyar a ésta.<sup>4</sup>

En otros términos, este programa

...constituye un régimen fiscal por medio del cual las empresas registradas bajo la figura de *maquila* pueden ingresar al país, exentos de impuestos de importación, todas las materias primas, partes, componentes, así como maquinaria y equipo que requieran para sus procesos de ensamble y/o transformación de productos terminados y/o partes y componentes. De la misma forma, una vez concluida la transformación y/o el ensamble de dichos bienes, éstos salen del país como exportaciones exentas de graváme-

<sup>4</sup>Secretaría de Economía, Programa de Maquila de Exportación.

nes... En cuanto al pago del impuesto sobre la renta, la planta maquiladora sólo factura a la matriz por el costo de producción, más un 2 o 3 por ciento de utilidad, y sobre este porcentaje se paga el 35 por ciento del Impuesto Sobre la Renta.<sup>5</sup>

Originalmente la IME en México estuvo basada en empresas extranjeras de capital estadounidense, y en algunas pequeñas plantas mexicanas. En relación con el número de establecimientos, este patrón cambió a lo largo del tiempo. Para finales de los años noventa las empresas con capital extranjero representaban sólo el 60 por ciento del total de los establecimientos y las empresas con capital nacional el 40 por ciento restante. El 60 por ciento representado por las empresas extranjeras se componía de un 50 por ciento de capital estadounidense y un poco más del 10 por ciento de capital de diversos países, sobresaliendo los capitales japonés y alemán. Por el contrario, el empleo y el valor agregado se mantienen fuertemente concentrado en empresas extranjeras.

El Programa de Maquila tiene cuatro modalidades, regidas por lo previsto en el Decreto para el Fomento y Operación de la IME y sus Reformas:

1. *Operaciones de maquila cien por ciento para la exportación*: Es la empresa o persona moral que le sea aprobado un Programa de Operación de Maquila y exporte la totalidad de su producción.
2. *Operaciones por capacidad ociosa*: Es la persona moral, que establecida y orientada a la producción para el mercado nacional le sea aprobado un programa de maquila para la exportación.
3. *Operaciones de servicios*: Es la persona moral a la cual le sea aprobado un programa de operación de maquila, y cuya actividad sea la de realizar servicios que tengan como finalidad la exportación o apoyar a ésta respecto de empresas maquiladoras.
4. *Operaciones con programas de albergue*: Es la persona moral a la cual le sea aprobado un proyecto de exportación, y a la cual las empresas extranjeras le facilitan la tecnología y el material productivo, sin que estas últimas operen directamente dichos proyectos.

<sup>5</sup>Barajas *et al.* (2002).

Además, también están considerados los procesos complementarios industriales o de servicio, realizados por personas distintas al titular del programa de maquila que se denominan submaquila.

Los bienes que las maquilas pueden importar temporalmente se agrupan en cuatro categorías:<sup>6</sup>

1. Materias primas, partes, componentes, materiales auxiliares, envases, material de empaque, combustibles y lubricantes que se utilicen en el proceso de producción de las mercancías de exportación.
2. Contenedores y cajas de trailer.
3. Herramienta, equipos y accesorios de investigación, de seguridad industrial y productos necesarios para la higiene, asepsia, y para la prevención y control de la contaminación ambiental de la planta productiva, manuales de trabajo y planos industriales, así como equipo de telecomunicación y cómputo.
4. Maquinaria, instrumentos y refacciones para el proceso productivo, aparatos, equipo de laboratorio, de medición y de prueba de sus productos y los requeridos para el control de calidad, para capacitación de su personal, así como equipo para el desarrollo administrativo de la empresa, este último cuando se trate de instalación de nuevas plantas industriales.

El marco jurídico del Programa de Maquila de Exportación desde sus inicios ha incluido los ordenamientos y disposiciones legales y fiscales siguientes:

- Decreto para el Fomento y Operación de la IME.
- Ley Aduanera y su reglamento.
- Resolución Miscelánea de Comercio Exterior y sus reformas.
- Ley del Impuesto al Valor Agregado (IVA) y su reglamento.
- Ley del Impuesto sobre la Renta y sus reformas.
- Código Fiscal de la Federación y sus reformas.

A partir de 1999, como resultado de las negociaciones del TLCAN, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público anunció que a partir de enero de 2000 las matrices de las maquiladoras establecidas en México serían incluidas como posibles sujetos para funcionar bajo el esquema

<sup>6</sup>La permanencia en el país es de acuerdo con los plazos establecidos en la Ley Aduanera o lo previsto en la Ley del Impuesto sobre la Renta para su depreciación cuando sea el caso.

de *establecimiento permanente*.<sup>7</sup> Esta modificación derivada de la Ley del Impuesto Sobre la Renta causó gran inquietud ya que se consideró que las medidas de este tipo afectaban la competitividad de la IME en el país. En el 2000 a la IME se le permitió vender hasta el 85 por ciento del valor total de sus exportaciones anuales del año anterior al mercado nacional. En este mismo año se publicó en el *Diario Oficial de la Federación (DOF)*, el acuerdo sobre los Programas de Promoción Sectorial (Prosec).<sup>8</sup> A partir del 2001 se definió que las ventas de las maquiladoras al mercado doméstico no estarían sujetas a ningún límite, por lo que podrían destinar la totalidad de su producción al mercado nacional.

El 13 de junio de 2001, se publicó en el *DOF* el acuerdo por el que se establecían requisitos específicos para la importación temporal de mercancías, el cual fue reformado el 27 de agosto y 23 de octubre de 2001, y el 28 de marzo de 2002. Este acuerdo tenía como objetivo brindar certeza económica y jurídica a las empresas que, bajo un programa de maquila o del Programa de Importación Temporal para producir artículos de Exportación (Pitex), realizarían importaciones de algunas mercancías consideradas como sensibles para la industria nacional. Asimismo, se definió que continuarían bajo el régimen de importación temporal aquellos insumos y componentes incorporados físicamente al producto de exportación, libre de los impuestos de importación y al valor agregado, cuando, provinieran y se destinaran a países del Tratado de Libre Comercio de América del Norte. Es decir, que el origen del insumo y el destino del producto terminado estuviera vinculado con Estados Unidos o Canadá.

El 7 de agosto de 2002 la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) prorrogó el plazo para considerar a la IME como establecimiento permanente hasta el año 2007. Esta resolución se estableció después de un acuerdo de salvaguarda (*safe harbor*), para que las empresas pudieran evitar la condición de establecimientos permanentes y en su lugar pagaran 6.9

<sup>7</sup>Esto implicaba mayores obligaciones fiscales para las empresas maquiladoras, como el pago del impuesto sobre la renta (ISR) o doble tributación. Además, deberían pagar impuesto por la parte de su ingreso derivado de México más 1.8 por ciento del impuesto al activo (sobre la maquinaria, equipo e inventarios).

<sup>8</sup>Estos programas fueron establecidos por decreto, y sirven como instrumento a las empresas para importar con arancel preferencial diversos bienes para ser utilizados en la elaboración de productos específicos, independientemente de si éstos se destinan a la exportación o al mercado interno.

por ciento de impuesto sobre los activos empleados en México o 6.5 por ciento sobre los costos de producción en la operación de la maquila.

El 23 de octubre de 2002 la Secretaría de Economía publicó en el *DOF* un nuevo acuerdo en el que se establecen requisitos más específicos para la importación temporal de mercancías, en sustitución del vigente. A partir del 1o. de mayo de 2003 se dio a conocer el Programa para la Competitividad de la IME, que posteriormente fue publicado en el *DOF*. Con la publicación de este programa, el cual rige la actividad maquiladora en México, el gobierno mexicano buscó dar mayor certeza en los aspectos que afectan significativamente a la industria e incentivar a nuevos inversionistas.

En este programa se incluye una nueva figura jurídica que se denomina Maquiladora Controladora de Empresas. Este tipo de maquila integra en un solo programa las operaciones de maquila que realizan diversas empresas que conforman un grupo de interés económico, simplificando el proceso de logística de importación y exportación, lo cual en primera instancia le permite reducir costos operativos. La maquiladora controladora responde a la evolución de la internacionalización de la producción a nivel internacional y pretende potenciar el establecimiento de grandes centros de manufactura en México.<sup>9</sup>

Otro de los programas que se han diseñado para fomentar esquemas semejantes a la IME es el Pitex.

El programa brinda la posibilidad de importar temporalmente diversas mercancías o bienes para ser utilizados en la elaboración de productos de exportación directa o indirecta, lo que otorga el libre pago de aranceles, del IVA y en cada caso de las cuotas compensatorias. Estas cuotas son aplicables a las importaciones definitivas y el impuesto general de importación en: mercancías originarias de los países del Tratado de Libre Comercio de América del Norte [y] mercancías incorporadas a bienes exportados a países diferentes de Estados Unidos y Canadá. También brinda la posibilidad de disminuir el monto a pagar del impuesto general de importación en México por los insumos utilizados en la elaboración de un bien exportado a Estados Unidos o Canadá, el monto de arancel es pagado en Estados Unidos o Canadá. En este caso deberá pagarse el arancel correspondiente en un plazo máximo de 60 días naturales.

<sup>9</sup>CNIME, página web (2003).



Los beneficiarios del programa Pitex son: las personas morales productoras de bienes no petroleros establecidas en el país que exporten directa o indirectamente, y las empresas de comercio (Ecex), con registro vigente expedido por la Secretaría de Economía, las cuales podrán suscribir un programa Pitex en la modalidad de proyecto específico de exportación. Los beneficiarios del registro Pitex se comprometen a cumplir los siguientes requisitos:

- Exportar al menos 10 por ciento de las ventas totales anuales o 500,000 dólares, o su equivalente en otras divisas, o bien facturar productos de exportación cuando menos por el 10 por ciento de sus ventas totales anuales en caso de solicitar importaciones temporales correspondientes a los bienes en las categorías 1 y 2.
- Exportar al menos 30 por ciento de las ventas totales anuales en caso de solicitar importaciones temporales de los bienes incluidos en las categorías 3 y 4.

Aunado a lo anterior, se establecieron por decreto los programas de promoción sectorial (Prosec), para que las empresas pudieran importar con arancel preferencial diversos bienes para ser utilizados en la elaboración de productos específicos, independientemente de si éstos se destinan a la exportación o al mercado interno.

## **FACTORES DE ATRACCIÓN**

El éxito del Programa de Maquila de Exportación, en términos de la instalación de un número significativo de plantas pertenecientes a empresas de diferentes países, estuvo asociado a un conjunto de factores de atracción, tales como el costo de la mano de obra, la cercanía al mercado y las exenciones fiscales. Sin embargo, las condiciones de competitividad en el mercado internacional han cambiado, particularmente con las nuevas condiciones impuestas por la presencia creciente de China. La tabla 1 destaca los principales factores de atracción originales señalados por diversos especialistas entrevistados, así como los nuevos factores que han emergido.<sup>10</sup>

<sup>10</sup>Un análisis más detallado se encuentra en Sampedro y Arias (2003).

Tabla 1  
Factores de atracción de la IME

<i>Factor de atracción</i>	<i>Importancia original</i>	<i>Tendencia</i>	<i>Importancia en 2002/2003</i>
Costo de la mano de obra	***	↓	*
Cercanía a los mercados	***	=	***
Cercanía a la matriz	***	=	**
Esquema de establecimiento no permanente y exenciones fiscales	***	=	***
Reglas de origen, Prosec y regla octava		↑	**
Propiedad intelectual	*	↑	***
Estímulos estatales	*	↑	**
Infraestructura física	*	↑	**
Existencia de mano de obra calificada		↑	**
Acuerdos comerciales con otros países		↑	**
Tipo de cambio	**	↓	*

Fuente: Entrevistas con personal de diversas maquilas, Secretaría de Economía y bufetes de notarios.

La mano de obra barata ha sido uno de los factores clave de atracción de las maquiladoras a lo largo del tiempo, pero su importancia relativa ha cambiado. En las primeras décadas la IME requería trabajadores poco calificados para líneas de ensamble simple.<sup>11</sup> Conforme el personal de las plantas fue adquiriendo experiencia, se puso en evidencia que en México no sólo había mano de obra poco calificada y de bajo costo, sino que los técnicos e ingenieros mexicanos poseían habilidades y actitudes que le permitían a las empresas localizar nuevos procesos y productos cada vez más complejos y sofisticados.<sup>12</sup> Asimismo, muchas maquilas capacitaron a su personal y comenzaron a demandar personal con más calificación. Junto a esto se han ido incrementando los bonos que se pagan a los trabajadores. Todo esto ha presionado a aumentar los salarios. Adicionalmente,

<sup>11</sup>Ensamble simple se refiere a aquel proceso de conversión para la manufactura que involucra la unión de partes o componentes, sin modificación alguna de sus propiedades físicas. Las actividades de calidad y entrenamiento son mínimas. Las herramientas usadas para el ensamble también son simples y manuales. Es una actividad mecánica, intensiva en mano de obra, que no utiliza equipo automatizado. El producto, componente o ensamble final, contiene un número pequeño de componentes. Si el resultado de un proceso de ensamble es un componente, éste puede ser integrado como un subensamble de un proceso subsiguiente.

<sup>12</sup>Carrillo (1989); De la O. (2000); y entrevistas en Delphi, Thomson, Phillips.

en el caso mexicano, si bien el salario monetario era de 1.90 dólares por hora-empleado, los bonos, otras prestaciones y cargos indirectos incrementan el total del salario hasta 8.0 dólares por hora-empleado, mientras que en China eran en total de 1.95 dólares por hora-empleado, y en Centroamérica de cuatro dólares. Esto ha hecho que México se haya convertido en un país costoso para cierto tipo de maquilas que requieren de mano de obra barata y poco especializada, pero con salarios de ingenieros y técnicos aún competitivos frente a los países centrales. La sobrevaluación del peso también contribuye a explicar ese incremento de los salarios en dólares y la pérdida de competitividad asociada a ese factor.

La existencia de salarios relativamente altos en México se ha convertido en un mecanismo de negociación con el gobierno que fortalece la posición de la IME. Por un lado, la IME esgrime ante el gobierno que juega un papel importante en el desarrollo, sobre todo en el norte del país, al generar una derrama económica para los trabajadores. Por otro, presiona al gobierno amenazando que se trasladará a China si no se resuelven favorablemente sus demandas, lo cual generaría desempleo en las localidades donde se ubica.

Con relación al factor cercanía, la empresa Ernst & Young señala que “México es el único país que puede ofrecer a Estados Unidos entregas *just-in-time*”. China necesita 14 días en barco y México sólo un par de horas para entregar productos al otro lado de la frontera. Asimismo, desde el punto de vista productivo esta cercanía repercute en el tiempo de reacción que se tiene para solucionar los problemas. Es importante poder reaccionar rápido para el cliente y obviamente para el mercado. En particular, la cercanía con el mercado de Estados Unidos y la cada vez mayor concentración de la producción en unos cuantos sectores manufactureros indican que factores distintos al salario explican la localización de la IME. Además, la vocación exportadora del país, que se refleja en ser de los países con más acuerdos de libre comercio ha hecho que México sea visto por empresas como Forrester Research como un país clave en las cadenas globales.<sup>13</sup>

La cercanía geográfica con Estados Unidos y la experiencia productiva local continúan siendo factores de peso en el comportamiento futuro de las maquiladoras. En efecto, algunas empresas han ampliado sus líneas

<sup>13</sup>Ángeles (2002).

de producción e inauguraron nuevas plantas durante los últimos años, por ejemplo Toyota en cajuelas para pick-up, Nokia, en teléfonos móviles, LG Electronics en electrónica de consumo, Delphi en autopartes y equipo para autos, y Flextronics<sup>14</sup> en contratos de manufactura específica.

En relación con la tributación, hay dos factores de atracción de la IME.<sup>15</sup> Por un lado, las maquiladoras debían pagar el impuesto sobre la renta generada en el país y el impuesto al activo, pero dado que las utilidades se determinan a partir de las compras y ventas de insumos y productos a precios de transferencia determinados por el corporativo ubicado en el exterior, es común que se subvalúe el valor agregado generado internamente y así los impuestos a pagar. Por otro, inicialmente las maquilas formalizaban sus actividades en un esquema de establecimiento no permanente, con lo cual han tenido un conjunto de exenciones fiscales. En este marco se le han otorgado facilidades administrativas para la importación temporal de maquinaria, equipo y componentes exentos del pago de derechos de importación, que son propiedad de la matriz, por lo cual se mantienen en la contabilidad de la casa matriz u otro establecimiento en el extranjero, lo cual reduce el pago del impuesto al activo.

En 1998, el gobierno mexicano anunció que a partir de enero de 2000, las maquiladoras de Estados Unidos serían tratadas como si fueran un “establecimiento permanente” en México, lo cual suponía que comenzarían a pagar en México los impuestos sobre la renta de sus ingresos generados en el país, además de un impuesto al activo del 1.8 por ciento sobre su maquinaria, equipo e inventarios.<sup>16</sup> El Consejo Nacional de la Industria Maquiladora (CNIME) se opuso a las reglas relativas a los establecimientos permanentes, porque existe una alta incertidumbre en relación con la forma de determinar la proporción de los ingresos derivada de las operaciones en México, y porque la falta de un crédito fiscal en Estados Unidos creaba una situación de doble tributación. Es decir, las empresas pagarían impuestos sobre los ingresos derivados de sus operaciones mexicanas, y después tendrían una obligación fiscal por los mis-

<sup>14</sup>“Fuimos a contracorriente de la industria”, dice Héctor Kejner, vicepresidente de operaciones de Flextronics México, la cual tienen un campus de 140 acres en las afueras de Guadalajara.

<sup>15</sup>Schattan (2002) analiza las características de la imposición a la IME y destaca en este sector las ventajas fiscales que ha gozado el sector.

<sup>16</sup>Este cambio en la figura fiscal se había incluido en el TLC.

mos ingresos en Estados Unidos.<sup>17</sup> El CNIME comenzó las negociaciones antes de la puesta en vigencia de esa cláusula del TLC. Después de varias negociaciones lograron que la SHCP prorrogara el plazo para considerar a la IME como establecimiento permanente hasta 2007.

En respuesta a la cuestión de la doble tributación, el Sistema de Administración Tributaria (SAT) de México y el Servicio de Ingresos Internos (IRS) de Estados Unidos llegaron a un acuerdo denominado *safe harbor* o puerto seguro. De acuerdo con los términos del convenio *safe harbor*, las empresas pueden evitar ser designadas como establecimiento permanente y pagar los impuestos correspondientes si aceptan pagar el que resulte mayor de dos impuestos: el 6.9 por ciento sobre el activo utilizado en México y el 6.5 por ciento sobre los costos de producción de las operaciones de la maquiladora. Si la utilidad es menor que cualquiera de estos dos montos, las compañías tienen la opción de firmar un *advanced pricing agreement* (“resolución de precios de transferencia” [RPT]) ante el gobierno mexicano, el cual describe escuetamente la metodología empleada para calcular los costos de producción y el valor de los activos. En teoría, la RPT permite a las empresas pagar impuestos más bajos, si reúnen los requisitos para el programa.

Otro incentivo que ha favorecido principalmente a las empresas norteamericanas se relaciona con las reglas de origen o pago de arancel preferencial. Las reglas de origen se definen como normas, regulaciones y prácticas administrativas aplicadas con el fin de adscribir un país de origen a productos que se hallan en el comercio internacional. Estas reglas de origen conforman prerequisites técnicos para acceder a preferencias y desgravaciones arancelarias.<sup>18</sup>

La definición y utilización de las reglas de origen puede dividirse en dos fases sucesivas que representan a su vez dos diferentes enfoques de política industrial: 1. años sesenta-ochenta, las reglas de origen fueron

<sup>17</sup>Tomado de [www.us-mex.org](http://www.us-mex.org), Borderlines, marzo de 2001.

<sup>18</sup>A través de los acuerdos bilaterales, multilaterales y en sistemas que han dispuesto varias formas de tratamiento preferencial, ha sido común que los países definan ciertas condiciones que deben cumplir los productos –o sus procesos de manufactura– para ser considerados como originarios del respectivo país que pretenda acreditarse el correspondiente beneficio selectivo. Sin embargo, esta definición sobre el origen de un producto sirve no sólo para distinguir a qué país se le otorga un trato preferencial (mediante el otorgamiento unilateral o recíproco de concesiones arancelarias), sino también para la adopción de medidas proteccionistas como las prohibiciones, restricciones cuantitativas, medidas de represalia o medidas contra la importación de mercancías a precios arbitrarios (*dumping*) (Witker, 2002).

utilizadas por los países en desarrollo para acelerar su proceso de industrialización dentro de un marco de medidas de atracción-reglamentación de la IED y una estrategia de carácter defensivo a favor de la industria joven; y 2. a partir de los años ochenta, las reglas de origen, entendidas como de “contenido local”, son utilizadas también por los países industrializados como una “traba selectiva” para impedir la entrada de inversión extranjera multinacional. Éstas, por lo tanto, funcionan como parte de un “proteccionismo ampliado” por parte de las empresas locales en contra de la competencia global.<sup>19</sup>

En la primera etapa la IED fue alentada para que produjera *in situ* con la finalidad de que llevara a cabo procesos de “transformación substancial”, que implicaran la determinación del contenido local. En este caso, el objetivo al aplicar la regla de origen apuntaba a la reducción de las actividades de ensamblaje y en caso de que existieran, acotarlas bajo reglamentos que impedían su comercialización en el país; la IME en México, en una primera etapa jugó ese papel.<sup>20</sup>

El TLC incluyó entre sus principales capítulos uno titulado Reglas de Origen. En éste se especifica que a partir de cierta fecha sólo se podrían ensamblar en maquiladoras ubicadas en México “insumos domésticos”, libres de aranceles. Por domésticos se entendía aquellos producidos en Estados Unidos, Canadá o México. Las plantas maquiladoras podrían utilizar otros insumos (por ejemplo: los provenientes de Japón o Europa), siempre y cuando pagaran elevadas tarifas de importación. El TLC simplemente se proponía sacar a Japón y Europa del área, negándoles la posibilidad de utilizar la misma mano de obra explotada por las empresas norteamericanas para exportar productos a Estados Unidos. Como dijera Kissinger con referencia al TLC, “se trata de un arma para combatir a nuestros contrincantes”. A partir del 2002 comenzaron a regir las reglas de origen, lo cual fue uno de los motivos de la salida precipitada de numerosas plantas maquiladoras no norteamericanas de la zona y contribuyó a la contracción del empleo en la región.<sup>21</sup>

En síntesis, las reglas de origen en la actualidad obligan a que todo bien exportado contenga un porcentaje determinado de valor agrega-

<sup>19</sup>Gutiérrez-Haces (1998).

<sup>20</sup>*Idem.*

<sup>21</sup>Fernández (2003).

do local, lo cual significa que incorpore un cierto número de insumos nacionales o regionales a la producción y que el costo de fabricación sea realizado en el país o en la región. En ciertos acuerdos comerciales se menciona la necesidad de que exista un proceso de transformación sustancial; y en otros también se recurre al método de salto arancelario para determinar su contenido nacional o regional.

Como en el sexenio anterior (1994-2000) no se avanzó en la integración de cadenas productivas, las restricciones que entraron en vigor significaron un grave riesgo para la viabilidad de las maquiladoras. Por lo tanto era necesario contrarrestar el impacto de la entrada en vigor de las restricciones para las importaciones que hacía Estados Unidos de productos manufacturados en México, con partes e insumos provenientes de economías extrarregionales que hubieran ingresado a México sin pagar aranceles por estar dentro del programa de maquiladoras.<sup>22</sup> En respuesta, el gobierno de México puso en marcha los programas sectoriales (Prosec), que en realidad generalizaban la eliminación de aranceles para los insumos que estaban involucrados en actividades de maquila. Esta medida permitió a la IME seguir operando, pero significó trámites y costos administrativos.

Para el caso de los insumos importados que no estaban registrados en un Prosec y debían pagar aranceles, se estableció la Regla Octava, como un permiso que se le otorga a una empresa maquiladora por un año. Esta regla le da el derecho a importar los insumos, que no existen en México, libres de impuestos o con un arancel bajo. Las reglas se dan de acuerdo a la cantidad de material o producto que se vaya a importar. La regla octava se negocia cada año con la Secretaría de Economía y con la cámara o institución correspondiente al insumo o producto a importar.

En cuanto a los derechos de propiedad intelectual, México cuenta actualmente con reglamentación que le permite una mejor protección del conocimiento que en el pasado. Si bien es cierto que la tecnología se estandariza en poco tiempo y se vuelve conocida por todos, la protección del conocimiento, el *know how* y en general de la propiedad intelectual, es una variable clave para las decisiones de las EG de localización de ciertos productos, particularmente aquéllos basados en nuevas tecnolo-

<sup>22</sup>Esta situación estaba considerada en el TLC, artículo 303, a partir del 2001, año en que las maquiladoras debían pagar los impuestos vigentes.

gías, que están en la primera etapa del ciclo de vida, y en los cuales estas empresas están aún en la fase de apropiación de rentas tecnológicas. Sin embargo, uno de los problemas presentados surge de la relación con los proveedores. Por ejemplo, para ser proveedor en Estados Unidos, la EG exige firmar un contrato de confidencialidad para proteger su tecnología. En México no hay una cultura de protección de la propiedad intelectual, y los proveedores locales son reacios a firmar ese tipo de contratos. Esto desestimula a las maquiladoras con un mayor nivel tecnológico a que busquen una mayor integración con la industria nacional. En este sentido, es necesario cambiar la cultura de protección de la propiedad intelectual en las empresas mexicanas. Sin embargo, a pesar de estos problemas existentes en México, muchas maquiladoras consideran que hay una mayor protección de la propiedad intelectual en México que en China, lo cual constituye un factor de atracción en los segmentos más modernos.

Como se ha señalado, el régimen tributario que ha regido a las maquiladoras en México ha sufrido varios cambios en años recientes. En conformidad con el TLC, la exención de derechos de importación que se había otorgado históricamente a la IME debía eliminarse a más tardar para enero de 2001. Esto introdujo un elemento significativo de incertidumbre en la planeación tributaria de las maquiladoras, en parte porque el gobierno mexicano demoró en especificar un nuevo régimen de impuestos de importación que se apegara al TLC. Esto generó desconfianza y ocasionó la salida de algunas maquilas y la ausencia de inversión de nuevos capitales en el país. En este contexto el gobierno mexicano ha tratado de amoldarse a las circunstancias y ha terminado cediendo a los requerimientos de las maquilas, creando las condiciones necesarias para su continuidad en el país.

En cuanto a la infraestructura regional de la frontera norte, hoy en día las carreteras, aeropuertos, agua, energía, telecomunicaciones, vivienda, escuelas y atención médica se están empleando más allá de su capacidad. Lo anterior hace que la ventaja de la cercanía geográfica que tiene México con el mercado norteamericano se esté diluyendo por la falta de infraestructura moderna. A esto se agrega que el transporte de mercancías se ha vuelto caro. De hecho, las economías de escala del transporte están diluyendo la cercanía geográfica como ventaja competitiva.

En este sentido, vale la pena mencionar lo expresado por uno de los consultores entrevistados: “el detonador de una mayor intensidad



tecnológica está dado por factores internos, más que externos, esto es: infraestructura eficiente interna (logística) como puertos, carreteras, aeropuertos, costo de energéticos, marco legal (leyes de IED), reformas estructurales, etcétera". Desafortunadamente el gobierno mexicano no ha prestado mucha atención a estos temas, los cuales cobran cada vez mayor importancia para la instalación de nuevas maquiladoras o la continuidad de las que ya están localizadas en el país.

En resumen, ha habido un cambio en la importancia relativa de los diferentes factores de atracción que debe ser considerado para el diseño de políticas de atracción de la IED. Se ha incrementado la importancia de un conjunto de factores: la propiedad intelectual, la existencia de mano de obra calificada, las reglas de origen, y la existencia de acuerdos comerciales con otros países, mientras que el costo de mano de obra ha reducido su importancia.

## CONTRIBUCIONES AL CRECIMIENTO<sup>23</sup>

Como se señaló anteriormente, la literatura destaca que una de las contribuciones de la IED es ser motor del crecimiento de las exportaciones, del empleo y de la productividad. En esta sección se presenta evidencia estadística del desempeño de la IME en un conjunto de variables que denotan su contribución en esta dirección.<sup>24</sup>

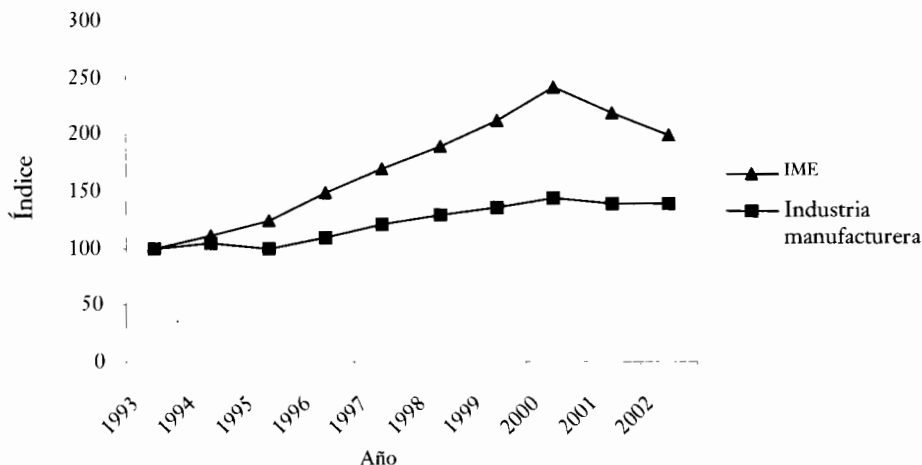
### *Crecimiento del volumen físico*

En los noventa la IME ha presentado un crecimiento significativo de su producción en términos reales. Como se puede observar en la gráfica 1, el crecimiento del volumen físico entre 1993 y el 2002 ha sido superior al observado en la industria manufacturera, de hecho la IME duplicó el volumen de su producción. En el 2001 y 2002 hubo una contracción importante asociada a la crisis de Estados Unidos, que afectó más fuertemente a la IME dado que su producción se destina a ese mercado.

<sup>23</sup>Se agradece la colaboración de Gerardo Durand, de INEGI, para la obtención de información estadística sobre la IME.

<sup>24</sup>Para un análisis amplio de los efectos de la IED en México véase Dussel, Galindo y Loria (2003).

Gráfica 1  
 Índice de volumen físico de la producción manufacturera:  
 IME e industria manufacturera  
 (Base 1993=100)



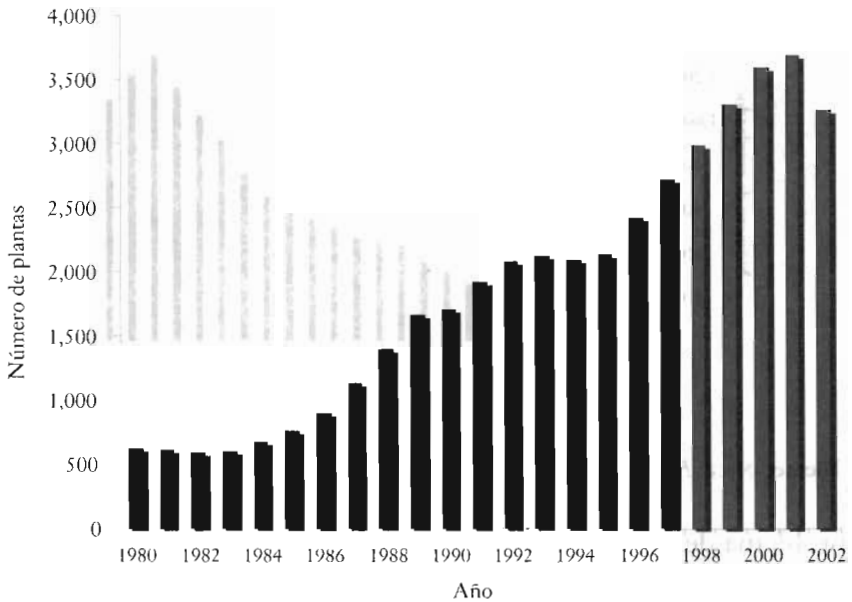
Fuente: INEGI, *Sistema de Cuentas Nacionales de México*.

### ***Crecimiento del número de establecimientos y del empleo***

El crecimiento del volumen físico se asocia tanto a una ampliación de los volúmenes de producción de las plantas ya establecidas como a la instalación de nuevas plantas. Como se muestra en la gráfica 2, desde 1980 hasta el 2001 ha habido un crecimiento continuo del número de establecimientos-plantas instaladas en el país.<sup>25</sup> En 1980 había 680 plantas y en el 2001 llegó a haber 3,684 plantas operando. Fruto de la crisis y del traslado de algunas plantas a China, en el 2002 el número de plantas se redujo a 3,251. En el primer semestre del 2003 hubo una reducción adicional a 3,242 plantas, pero posteriormente hubo una recuperación. Si bien no se han alcanzado los valores anteriores, el periodo no es aún suficiente para definir una tendencia.

<sup>25</sup>Para la *Estadística mensual de la industria maquiladora de exportación*, la unidad de observación es el establecimiento, al que se define como la unidad económica que en una sola ubicación física, asentada en un lugar permanente y delimitada por construcciones e instalaciones fijas, y bajo un solo propietario o control, realiza por cuenta ajena procesos industriales o de servicios destinados a la transformación, ensamble o reparación de mercancías importadas temporalmente que deriven en la producción de bienes y servicios para su posterior exportación y/o venta al mercado nacional (INEGI, 2001).

Gráfica 2  
Plantas de la IME instaladas



Fuente: INEGI, *Estadística de la industria maquiladora de exportación*.

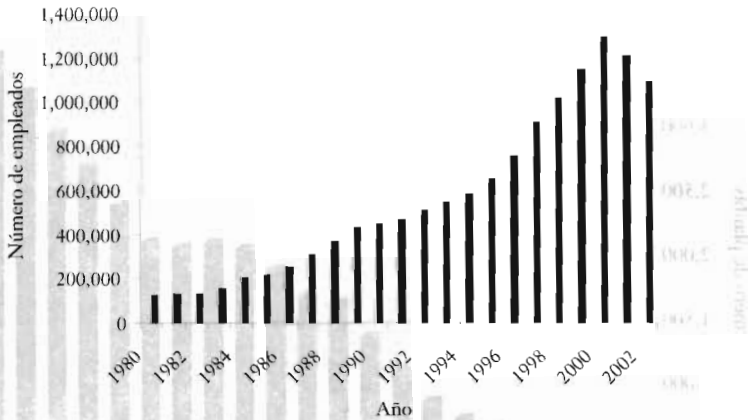
En la gráfica 3 se presenta el crecimiento en el número de empleos generados por la IME entre 1980 y el 2002. En 1980 la IME ocupaba a 119,546 trabajadores, en el 2000 llegó a 1'291,232 trabajadores y en el 2002 ocupaba 1'087,487. De esta forma la IME se convirtió en una industria generadora de empleo en la economía mexicana, de hecho la tercera parte de los trabajadores de la industria manufacturera son empleados por la IME. La declinación de la economía americana y el traslado de algunas plantas a China también condujo a una contracción del empleo desde 2001.

Adicionalmente, por cada empleo directo que crea la maquiladora, se generan tres empleos indirectos en la misma industria.<sup>26</sup>

Si bien el empleo ha crecido significativamente hasta el 2000, la debilidad de las vinculaciones con el resto de la economía hace que su aporte directo al mercado de trabajo se sitúe apenas en el 3.3 por ciento. Este es

<sup>26</sup>Entrevistas en Secretaría de Economía y CNIME (2003).

Gráfica 3  
Empleos generados por la IME



Fuente: INEGI, *Estadística de la industria maquiladora de exportación*.

un problema de índole general ya que el conjunto del sector exportador apenas explica el 6.5 por ciento del empleo nacional.<sup>27</sup>

### *Crecimiento de las exportaciones*

En términos de su contribución a las exportaciones totales, en 1980 las exportaciones de la IME representaban el 14 por ciento de las exportaciones totales. Entre 1980 y el 2002 las exportaciones totales crecieron 142,651 millones de dólares, la IME contribuyó con el 52.9 por ciento de ese monto, como se puede observar en la tabla 2. En 1993 la IME contribuía ya con el 42.2 por ciento de las exportaciones totales, y en el 2002 aportó el 48.6 por ciento. En este periodo las exportaciones totales se duplicaron, y la IME contribuyó con el 51.6 por ciento de ese crecimiento.

Si consideramos también las exportaciones realizadas bajo esquemas arancelarias semejantes a los de la IME, como es el caso de las empresas bajo el programa Pitex, vemos que en el periodo 1993-2002 las empresas vinculadas a cadenas globales contribuyeron con el 86.8 por ciento del crecimiento de las exportaciones totales mexicanas. Asimismo, en el 2002 el 81 por ciento de las exportaciones totales fueron generadas

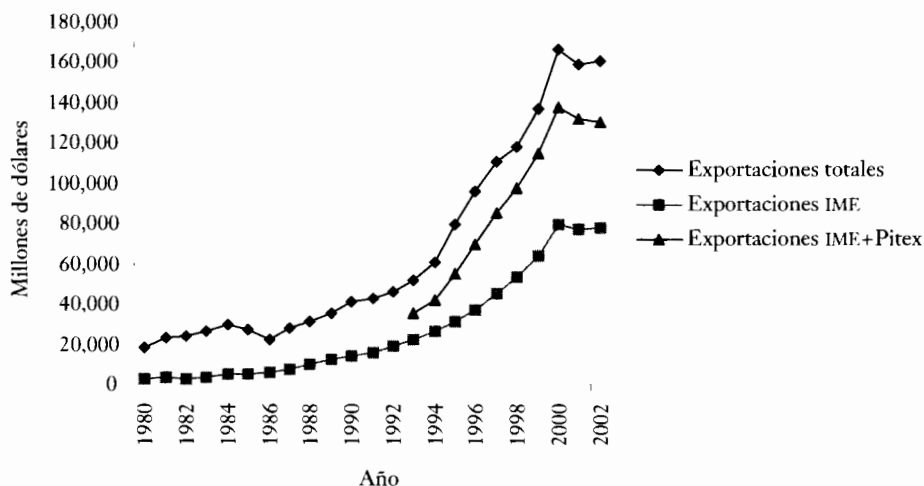
<sup>27</sup>Véase Mattar, Moreno-Brid y Peres (2002).

**Tabla 2**  
**Incremento de la importancia**  
**de las exportaciones asociadas a cadenas globales**  
**(Millones de dólares y porcentaje)**

	<i>Crecimiento de exportaciones totales</i>	<i>Crecimiento de exportaciones IME</i>	<i>Crecimiento de exportaciones IME+Pitex</i>	<i>Porcentaje IME en crecimiento de exportaciones totales</i>	<i>Porcentaje IME+Pitex en crecimiento de exportaciones totales</i>
1980-2002	142,651	75,522		52.9	
1993-2002	108,850	56,188	94,529	51.6	86.8

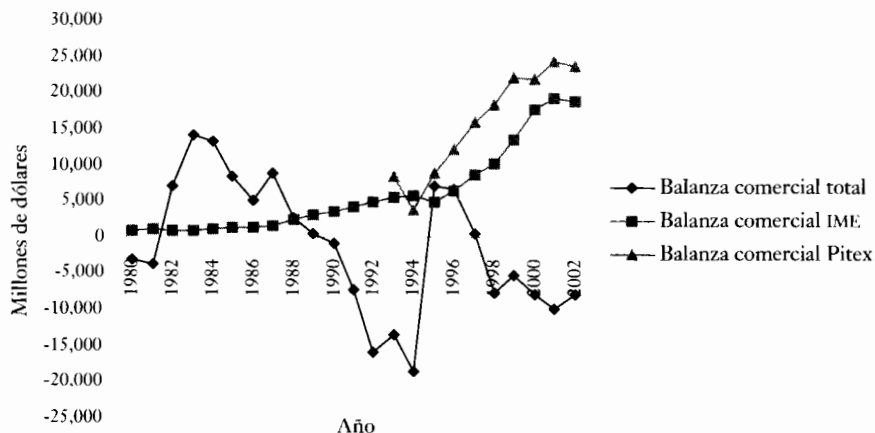
Fuente: 1980-1992: Grupo de Trabajo: SHCP, Banco de México, Secretaría de Economía e INEGI; 1993-2002: World Trade Atlas, *Estadísticas de Comercio Exterior*.

**Gráfica 4**  
**Exportaciones de la IME, Pitex y total nacional**



Fuente: 1980-1992: Grupo de Trabajo: SHCP, Banco de México, Secretaría de Economía e INEGI; 1993-2002: World Trade Atlas, *Estadísticas de Comercio Exterior*.

Gráfica 5  
Balanza comercial de la IME, Pitex y total nacional



Fuente: 1980-1992: Grupo de Trabajo: SHCP, Banco de México, Secretaría de Economía e INEGI; 1993-2002: World Trade Atlas, *Estadísticas de Comercio Exterior*.

por estas empresas.<sup>28</sup> La gráfica 4 presenta la evolución de las exportaciones totales, de la IME y de la IME más empresas bajo esquemas Pitex.

Si bien la IME ha tenido una contribución significativa al crecimiento de las exportaciones, por su naturaleza es una industria altamente importadora. Sin embargo, como se observa en la gráfica 5, la balanza comercial de la IME ha tenido un saldo superavitario creciente, lo que ha contribuido a mejorar el saldo deficitario de la balanza comercial total en México. El mismo comportamiento se puede observar en el caso de las Pitex. Nuevamente, la desaceleración de la economía americana frenó el crecimiento del superávit desde el 2001.

### Concentración geográfica

Aunque la IME se ha diversificado a lo largo del país, existe aún una alta concentración en la frontera norte de México. El 77 por ciento de las maquiladoras se encuentra en los estados fronterizos de Baja California, Chihuahua, Tamaulipas, Sonora y Nuevo León. Por ello las regiones

<sup>28</sup>Un análisis detallado sobre el comercio exterior de empresas integradas a cadenas globales se encuentra en Capdevielle (2005).

del norte del país se han convertido en un gran polo de atracción para los mexicanos que buscan empleo. La actividad de la IME inició con 12 establecimientos y empleó a 3,107 trabajadores en las ciudades fronterizas. En 1970 el número de establecimientos creció a 120 y el empleo a 20,327 trabajadores.<sup>29</sup> El crecimiento en términos de establecimientos y empleo ha sido continuo, en 1995, el 67.9 por ciento de los 2,130 establecimientos se concentró en los municipios fronterizos,<sup>30</sup> el resto en el interior del país. Para el año 2000, la concentración de municipios fronterizos disminuyó a 59.8 por ciento,<sup>31</sup> lo que refleja que se está dando una relocalización de las plantas, en el sentido de que al abrirse nuevas plantas la opción de otras regiones del país ha cobrado importancia. Hoy la presencia e impacto de la IME ya no sólo es evidente en la frontera norte, sino que se pueden encontrar plantas maquiladoras diseminadas en los diferentes estados del país, demostrando así su importancia e influencia en toda la economía mexicana. Pero, más allá del proceso de relocalización, la frontera norte de México continua siendo la región más importante para la IME.

### *Contenido nacional*

Sin duda una de las contribuciones menos exitosas de la IME se refiere al contenido nacional de los insumos, como se puede observar en la gráfica 6. La evidencia permite afirmar que las maquiladoras se encuentran desvinculadas del resto de la economía nacional. Si bien entre el año 1991 y el 2002 el porcentaje de insumos nacionales en el total de los insumos creció del 1.8 al 3.7 por ciento, este porcentaje es aún poco significativo.

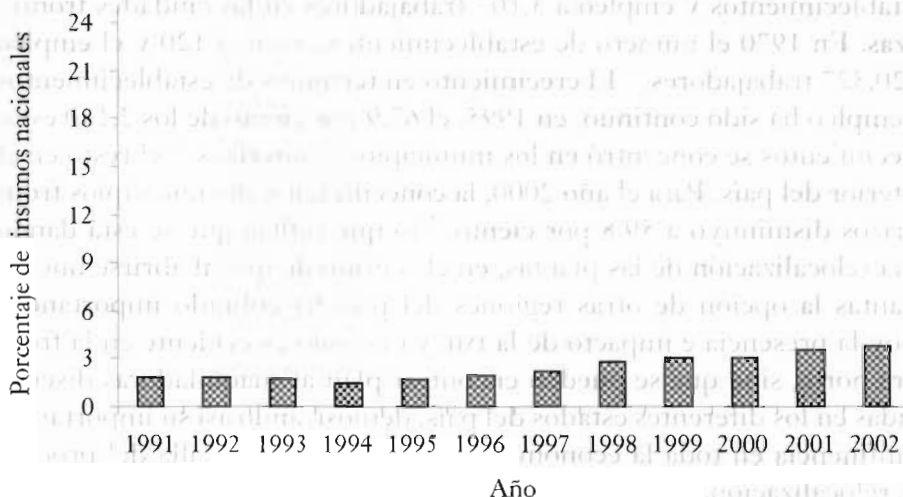
Entre los principales insumos nacionales utilizados por la IME se encuentran los empaques de cartón, cables y maquinados. En general se compran en México lo que se denomina materiales indirectos, o sea cualquier material o servicio que no entra directamente en el producto. Los componentes clave, o sea el material directo, son importados.

<sup>29</sup>Pérez Llanas y Cámara (2000).

<sup>30</sup>Los principales municipios fronterizos son Tijuana, Ciudad Juárez, Mexicali, Matamoros, Nogales y Reynosa.

<sup>31</sup>INEGI (2001).

Gráfica 6  
Evolución del contenido nacional de los insumos



Fuente: INEGI, *Estadística de la industria maquiladora de exportación*.

## LA IME EN CIUDAD JUÁREZ<sup>32</sup>

Ciudad Juárez es la parte sustancial del municipio de Juárez, por lo cual nos referiremos generalmente a Ciudad Juárez, aunque la información oficial se refiere al municipio de Juárez.

En 1966, con el inicio del programa de la IME, había cinco plantas en Ciudad Juárez. Pero el número de plantas maquiladoras ha crecido rápidamente. Como se puede observar en la gráfica 7, en 1975 había ya 86, en los ochenta hubo en promedio 176 plantas operando, en la primera mitad de los noventa creció a 249, en la segunda mitad a 276, y en el primer semestre de 2003 había 303 plantas maquiladoras operando.<sup>33</sup>

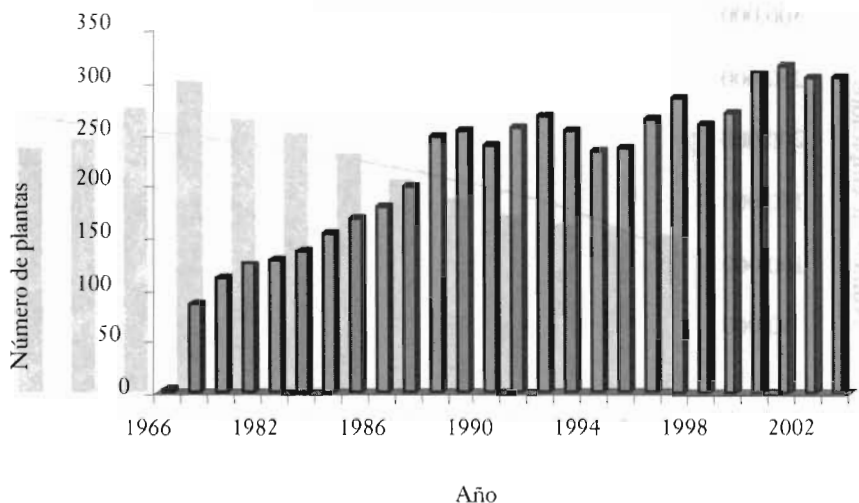
La tabla 3 presenta la estructura porcentual del número de establecimientos por grupos de productos. Como se puede observar, la industria de autopartes y la electrónica ocupan un lugar importante en la localidad, y su importancia se ha mantenido a lo largo de la década de los noventa.

<sup>32</sup>Se agradece la colaboración de Gerardo Durand, de INEGI, para la obtención de información estadística sobre la IME.

<sup>33</sup>En el 2001 se alcanzó a tener 314 plantas operando.



Gráfica 7  
Número de plantas de la IME en el municipio de Juárez



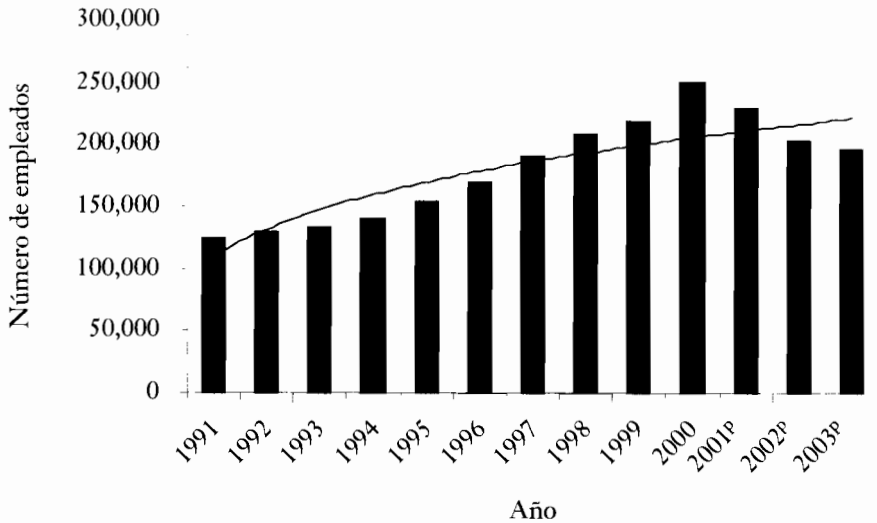
Fuente: INEGI, *Estadística de la industria maquiladora de exportación*.

Tabla 3  
Estructura porcentual del número de establecimientos de la IME en el municipio de Juárez por grupos de productos

Grupo de productos maquilados	1991	2002
Ensamble de prendas de vestir y otros productos confeccionados con textiles y otros materiales	11.0	7.2
Construcción, reconstrucción y ensamble de equipo de transporte y sus accesorios	11.2	13.9
Ensamble de maquinaria, equipo, aparatos y artículos eléctricos y electrónicos	8.3	9.2
Materiales y accesorios eléctricos y electrónicos	29.6	28.8
Resto	40.0	40.9
Total	100.0	100.0

Fuente: INEGI, *Estadística mensual de la IME*.

Gráfica 8  
Empleo de la IME en Ciudad Juárez



<sup>P</sup>Cifras preliminares.

Nota: Los datos del 2003 corresponden al primer semestre.

Fuente: INEGI, *Estadística mensual de la IME*.

Ciudad Juárez se destaca por la producción de arneses automotrices y televisores. Varias de las grandes productoras de autopartes –por ejemplo, Lear Corp. y Delphi Corp.– tienen un conjunto de plantas arneseras. Asimismo, actualmente se ensamblan alrededor de 10 millones de televisiones por año, se destacan Thomson Consumer Electronics y Royal Philips.

La IME ha sido un fuerte generador de empleo en Ciudad Juárez. En 1980 ocupaba a 39,402 trabajadores y en 1990 a 122,231, la tasa de crecimiento promedio del empleo en la década de los ochenta fue de 14 por ciento. En la década de los noventa el empleo creció al 7.5 por ciento anual, de tal forma que en el 2000 llegó a tener 249,380 trabajadores. Al igual que en el conjunto de la IME, en los primeros años de la década de 2000 hubo una contracción del empleo, de tal forma que en el primer semestre de 2003 daba empleo directo a 194,606 personas.

Como se señaló anteriormente, la IME utiliza básicamente insumos importados. En 1991 Ciudad Juárez tenía un porcentaje inferior al total de la IME; sólo el 0.8 por ciento de los insumos eran nacionales. Como

se puede observar en la tabla 4, en el 2002 el porcentaje crece a 3.6 por ciento, ubicándose por encima del total de la IME que es de 3.4 por ciento. Si bien los porcentajes son aún bajos, se observa una tendencia leve a la sustitución, la cual es más acentuada en el caso de Ciudad Juárez, particularmente en los sectores de autopartes y electrónico.

Algunas EG que operan en Ciudad Juárez son: Delphi Corp., Royal Philips Electronics, Thomson Consumer Electronics, Siemens Energy & Auto Inc., Johnson Controls, Inc., Scientific Atlanta, Lear Corp., Honeywell Corp., entre otras.

Este capítulo ha evidenciado la importante contribución que ha tenido la IME al crecimiento de las exportaciones y del empleo, su importancia particular en algunas localidades como Ciudad Juárez, pero su débil articulación con proveedores domésticos de insumos. También ha destacado algunos cambios en marcha sobre los factores de atracción de las maquilas, que es necesario atender si se busca que la IME continúe jugando un rol central en la generación de empleo, y más aún si se pretende que contribuya a la generación de capacidades de innovación en el país. En los siguientes capítulos se presenta evidencia de algunos cambios cualitativos internos que están ocurriendo en esta dirección en las maquilas.

Tabla 4  
Insumos nacionales consumidos en el total  
de insumos de la IME en el municipio de Juárez  
(Porcentaje)

<i>Grupo de productos maquilados</i>	1991	2002 <sup>p</sup>
Ensamble de prendas de vestir y otros productos confeccionados con textiles y otros materiales	0.0	0.5
Construcción, reconstrucción y ensamble de equipo de transporte y sus accesorios	0.8	5.2
Ensamble de maquinaria, equipo, aparatos y artículos eléctricos y electrónicos	0.4	1.0
Materiales y accesorios eléctricos y electrónicos	0.5	3.4
Resto	1.6	3.2
Total Juárez	0.8	3.6
Total nacional	1.8	3.4

<sup>p</sup>Cifras preliminares.

Fuente: INEGI, *Estadística Mensual de la IME*.

## Los estudios sobre la IME en México

---

Como se ha analizado en el capítulo 1, la IME en México ha tenido desde sus inicios un fuerte impacto en la actividad exportadora y en la generación de empleo al nivel nacional y local, lo cual ha motivado el estudio de diferentes aspectos de su operación, impacto y evolución. En este capítulo se presentan los principales temas investigados por diferentes autores.

En sus orígenes, la IME se caracterizaba por ser una industria intensiva en mano de obra poco calificada, dedicada a tareas de ensamble simple de componentes, con fuerte incorporación de fuerza de trabajo femenina, con escasas inversiones en capital y tecnología y con baja productividad, lo cual motivó la realización de estudios sobre estas características (Sassen, 1986; Anderson, 1990; Godínez y Mercado, 1994; Ampudia, 2000).

En esta primera etapa, una parte sustancial de las plantas operaba como empresas subcontratadas por pequeñas y medianas empresas de origen norteamericano, quienes recurrieron a la subcontratación para tomar ventaja del régimen fiscal. La subcontratación les permitía también segmentar su proceso de producción y transferir a México los procesos de trabajo intensivos en mano de obra. Un conjunto de trabajos se orientó al estudio de estos fenómenos (Grunwald, 1986 y 1987; Clement, 1987; Ganster, 1987; Barajas, 1989 y Carrillo, 1990).

Desde finales de los ochenta la IME ha sufrido cambios de orden cuantitativo y cualitativo. Entre los primeros se destaca el crecimiento en el número y tamaño de las plantas, el aumento del empleo y las divisas, así como la localización de plantas maquiladoras en ciudades fuera de la frontera norte (González-Aréchiga y Ramírez, 1989; Stoddar, 1990; Wilson, 1991; Pérez Llanas y Cámara, 2000).

En cuanto a los cambios de orden cualitativo, se destacan la incorporación de procesos de manufactura, una mayor especialización productiva, un desarrollo organizacional, la incorporación de sistemas de producción flexible, la utilización de sistemas de control computarizado en procesos productivos, la incorporación de procesos de ensamble complejos de productos tecnológicamente más sofisticados, entre otros (González-Aréchiga, 1989; Barajas, 1989; Carrillo, 1990; Carrillo y Ramírez, 1993; Lara, 1995; Barajas, 2001; Sampedro, 2003; Urióstegui, 2002).

La concentración territorial inicial de la industria en la frontera norte tuvo un impacto importante en el sistema educativo. En estrecha relación con los cambios en el sistema productivo, las instituciones educativas locales lograron tejer una red de relaciones formales e informales que denotan una articulación en diferentes niveles (Hualde, 1995 y 1999; Vargas, 1998).

Desde los ochenta se ha observado una renovación e incremento de las habilidades técnicas en los trabajadores y la formación de un número creciente de ingenieros. Si bien hubo también un proceso de incremento del proceso de flexibilización de los puestos de trabajo y de las actividades laborales en varias maquiladoras, la incorporación de mano de obra altamente calificada siguió siendo relativamente reducida. A pesar de ello, los jóvenes ingenieros mexicanos encontraban en la IME un sector donde acumular conocimientos y realizar carreras profesionales que comenzaban a consolidarse (Hualde, 1994 y 2001).

Con el tiempo se ha observado una modificación gradual en la proporción de personal mexicano que ocupa cargos técnicos y de dirección en las maquiladoras, hoy en día la proporción de mexicanos ha aumentado considerablemente. Algunas investigaciones realizadas durante la segunda mitad de los años noventa han contribuido a una mejor comprensión del escalamiento de las funciones gerenciales, al incursionar en el estudio de las lógicas de organización industrial en ramas específicas, examinando en detalle el papel de las maquiladoras en las cadenas de producción (Gereffi y Korzeniewicz, 1996), o al abordar aspectos como la transferencia de funciones de investigación y desarrollo a las plantas locales (Carrillo y Hualde, 1997; Lara, 2000; Dutrénit y Vera-Cruz, 2002; Arias, 2004; Dutrénit *et al.*, 2003). Otros estudios se han ocupado específicamente de los temas del aprendizaje industrial (Hualde, 1998; Lara, 1998; Contreras, 2000).

En el contexto de la transferencia de tecnología de la IME a su entorno,<sup>34</sup> Buitelaar, Padilla y Urrutia (1999) muestran evidencia de cómo la tecnología adquirida por empresas subsidiarias ha mejorado los procesos de ensamble y la calidad del producto y ha permitido la reducción de costos, asimismo señala que la transferencia de tecnología ha resultado en un aprendizaje logrado por técnicos e ingenieros de plantas maquiladoras a través del proceso de ensamble y manufactura<sup>35</sup> del producto (uso de la maquinaria, manejo de procesos, control de calidad) y de la utilización de los sistemas de organización de la empresa y del trabajo. Estudios más recientes confirman sus hallazgos (Arias, 2004; Urióstegui, 2002; Sampedro, 2003).

En contraste con la evolución señalada, la contratación de proveedores locales ha tenido un avance limitado. En la primera etapa –desde 1965 hasta inicios de los ochenta– los proveedores eran todos extranjeros y estaban localizados fuera de México. En la segunda etapa –desde mediados de los ochenta hasta principios de los noventa– comenzaron a establecerse proveedores extranjeros de diferentes insumos en la localidad y se desarrollaron unos pocos proveedores locales mexicanos básicamente de materiales indirectos –maquinados, empaques, servicios auxiliares, etcétera. Se comienza así a tejer una red local de vínculos entre maquiladoras y empresas locales. En la tercera etapa –desde mediados de los noventa– no se observan cambios significativos en las relaciones de proveeduría con PYME locales.<sup>36</sup> En términos cuantitativos, si bien el

<sup>34</sup>La transferencia de tecnología no significa solamente comprar tecnología (equipos, maquinaria, procesos, etcétera, sino también involucra aspectos cualitativos. Por un lado, la empresa requiere de un grado mínimo de capacidades tecnológicas para poder operar el equipo y maquinaria nueva, así como rediseñar los procesos en las líneas de producción. Por otro, la transferencia no se remite a aspectos solamente técnicos sino que reviste otras dimensiones tales como los modos de organización de la producción y el trabajo.

<sup>35</sup>El proceso de manufactura se refiere a aquel proceso de conversión que involucra alguna modificación de las características físicas de los insumos para la elaboración de un producto. En función de su complejidad puede requerir actividades de control de calidad y capacitación de los operarios, ser automatizado e intensivo en capital. Es importante aclarar que la manufactura o sistema de producción utilizado para crear bienes finales involucra materia prima y partes adquiridas, que son transformadas en bienes terminados a través de un proceso de conversión o proceso de manufactura. En una maquiladora el sistema de producción (proveedores, insumos, procesos de conversión, producto, cliente y administradores) como tal está fragmentado.

<sup>36</sup>Urióstegui (2002), Sampedro (2003), Carrillo (2001) y Dutrénit (2003) presentan evidencia de estos vínculos.

porcentaje de insumos nacionales en el total de insumos de la IME creció del 1.8 por ciento en 1991 al 3.4 por ciento en el 2002, este porcentaje es aún poco significativo (Carrillo, 2001; Dutrénit, 2003; Gil, 2002).

A pesar del hecho de que la IME ha tenido un impacto limitado en el desarrollo de proveedores locales, existe evidencia de que su presencia ha generado algunos efectos de derrama. Algunos autores han documentado y discutido la existencia de derramas de capital humano, asociadas con el entrenamiento continuo de empleados y la movilidad de los mismos hacia PYME locales. En particular, se ha documentado cómo algunos ex empleados de la IME han creado sus propias empresas para convertirse en proveedores (Contreras y Kenney, 2002; Contreras y Hualde, 2004; Vera-Cruz y Dutrénit, 2004 y 2005).<sup>37</sup> Se han investigado otro tipo de derramas tecnológicas, tales como los encadenamientos hacia atrás con proveedores locales (Vera-Cruz, Dutrénit y Gil, 2005), así como las debilidades de la capacidad de absorción de las PYME para beneficiarse de tales derramas tecnológicas (Martínez, 2004; Dutrénit y Martínez, 2004). Otros autores se han enfocado a analizar la naturaleza de las relaciones que se establecen con los proveedores (Lara, Arellano y García, 2005).

La evolución de la IME ha llevado a identificar generaciones de maquiladoras. Estas generaciones dan cuenta de la existencia de empresas con diferentes niveles de tecnología, calificación del trabajo, formas de uso de la mano de obra, grado de complejidad de los procesos, entre otras características. Así estudios, como los de Mertens (1987), Mertens y Palomares (1988), Domínguez y Brown (1989), Barajas y Rodríguez (1989) y Wilson (1991), entre otros, constatan la existencia de varios tipos de maquiladoras, que van desde las ensambladoras tradicionales hasta las de alta tecnología. A su vez, en un gran número de empresas se advierte una dualidad tecnológica, ya que se observan procesos de ensamble simple junto a otros de ensamble complejo que utilizan tecnología más moderna.<sup>38</sup>

<sup>37</sup>Contreras y Kenney (2002), y Contreras y Hualde (2004) analizan las trayectorias laborales de los gerentes y técnicos de las MNC, algunos de los cuales crearon sus propias empresas.

<sup>38</sup>El ensamble complejo corresponde a aquel proceso de conversión que involucra la unión de partes o componentes, sin modificación alguna de sus propiedades físicas, pero que requiere actividades de supervisión, control de calidad y capacitación especializada del operario. Este tipo de ensamble es una actividad que incorpora tanto actividades manuales mecánicas como automatizadas, es menos intensiva en mano de obra y utiliza equipo electromecánico.

En este contexto, Gereffi (1991) propuso una tipología para México basada en las formas de integración de las industrias locales en la economía globalizada, a partir del reconocimiento de que existían “nuevas” maquiladoras que constituían un fenómeno industrial cualitativamente distinto (plantas intensivas en tecnología, que producían componentes o bienes finales para las industrias automotriz, de computación, de televisores y de maquinaria).<sup>39</sup> En esta misma línea, Carrillo y Hualde (1997) introducen la idea de la existencia de tres generaciones de maquilas clasificadas de acuerdo con la fuente de las ventajas competitivas y las formas de organización del trabajo. Las maquilas de primera generación se asocian con la intensificación del trabajo manual, las maquilas de segunda generación están basadas en la racionalización del trabajo, y las maquilas de tercera generación son intensivas en conocimiento.

Si bien esta tipología se formuló con poca evidencia empírica, “la existencia de compañías como Delphi-Juárez o el complejo de Samsung en Tijuana, permitieron formular la hipótesis de la emergencia de una tercera generación de maquiladoras orientada sobre todo a I+D. En ellas la dependencia tecnológica de las casas matrices prácticamente desaparece y el trabajo lo llevan a cabo principalmente técnicos e ingenieros” (Hualde, 2004).

Debido a las múltiples críticas que se hicieron a esta tipología, Hualde (2004) presenta un análisis crítico en el cual argumenta que “las generaciones tienen un valor de modelo didáctico orientador del espectro de posibilidades organizativas, productivas y laborales que presentan las maquiladoras. Es otra forma de presentar una realidad que, como se ha analizado, puede asimismo conceptualizarse con base en modelos productivos (que tampoco están libres de interpretaciones polémicas)”.

Dutrénit y Vera-Cruz (2002) enriquecieron la descripción de las generaciones, a partir de enfatizar dimensiones asociadas con la evolución de las capacidades tecnológicas, la localización de la toma de decisiones, la nacionalidad de los gerentes y el tipo de proveedores. La tabla 5 resume las características de la IME en diferentes etapas históricas y da cuenta de la evolución de las maquiladoras más dinámicas. Si bien no hay datos sobre la cantidad de maquiladoras que hay en cada etapa de evolución, la evidencia empírica existente hasta el momento sugiere que pocas maqui-

<sup>39</sup>Otras tipologías fueron propuestas por Domínguez y Brown (1990), Wilson (1992) y Lara (2000).



ladoras han evolucionado hacia la tercera etapa (entre ellas destacan Delphi Corp., Thomson Consumer Electronics, Sony, Scientific Atlanta y Panasonic), algunas ya nacen en las etapas más avanzadas, y muchas de ellas siguen ancladas entre la primera y la segunda etapa de evolución. Como señalan diferentes autores, en cada periodo de tiempo hay una heterogeneidad de modelos fabriles y esquemas de operación.

Tabla 5  
Características evolutivas de la IME

<i>Dimensiones</i>	<i>1965-mediados ochenta</i>	<i>Mediados ochenta- mediados noventa</i>	<i>Desde mediados noventa-</i>
Actividad productiva	Ensamble simple de componentes electrónicos de bajo contenido tecnológico	–Ensamble simple y complejo de bienes finales –Procesos de manufactura	–Ensamble simple y complejo de bienes finales de alto contenido tecnológico –Procesos de manufactura
Capacidades tecnológicas de procesos y productos	Ingeniería básica de procesos de ensamble de componentes	–Diseño y/o rediseño de procesos de ensamble y/o manufactura –Rediseño de productos de acuerdo con el mercado	–Diseño de nuevos productos y procesos e I+D
Vínculo actividades productivas y tecnológicas	Escasa	Acercamiento entre producción y tecnología	Interacción entre producción y tecnología
Modernidad del equipo	Equipos poco automatizados, alto contenido manual	Equipos más automatizados, aún alto contenido manual	Mayor automatización de los equipos (equipos de alta tecnología)
Toma de decisiones	Casa matriz	–Casa matriz: compras, diseño de nuevos productos –Localmente: procesos de ensamble	–Casa matriz: compras material directo y diseño básico de nuevos productos –Localmente: compras de material indirecto y parte del diseño de nuevos productos

<i>Dimensiones</i>	<i>1965-mediados ochenta</i>	<i>Mediados ochenta- mediados noventa</i>	<i>Desde mediados noventa-</i>
Nacionalidad de los gerentes	Gerentes extranjeros	-Gerentes de planta mayormente extranjeros -Desarrollo capacidades de supervisión en mexicanos	-Desarrollo capacidades gerenciales en mexicanos -Transferencia de varias gerencias a mexicanos
Tipo de proveedores	Extranjeros (materiales directo e indirecto)	-Extranjeros: componentes (material directo) -Nacionales: materiales indirectos	-Extranjeros: componentes (material directo) -Nacionales: materiales indirectos

Fuente: Dutrénit y Vera-Cruz (2002), elaborado a partir de Carrillo y Hualde (1997).

Otro de los cambios que se han observado con el tiempo es la modificación gradual en la proporción de personal mexicano que ocupa cargos técnicos y de dirección en las maquiladoras y un acelerado crecimiento y renovación de las habilidades técnicas en los trabajadores y en la formación de los ingenieros. Algunas investigaciones realizadas durante la segunda mitad de los años noventa han contribuido a una mejor comprensión del escalamiento de las funciones gerenciales, al incursionar en el estudio de las lógicas de organización industrial en ramas específicas, examinando en detalle el papel de las maquiladoras en las cadenas de producción a escala mundial (Gereffi y Korzeniewicz, 1996). Otros estudios se han ocupado específicamente de los temas del aprendizaje industrial y de la articulación entre los sistemas educativo y productivo en la región fronteriza (Hualde, 2001; Vargas, 1998; Lara, 1998; Contreras, 2000).

Trabajos recientes, basados en el caso de Delphi, discuten el nacimiento de una cuarta generación, caracterizada por la construcción de capacidades de coordinación de múltiples actividades (Carrillo y Lara, 2005). Más allá de los avances observados, es importante destacar que la evolución de la IME ha sido lenta.

Sin embargo, todavía se conoce poco sobre estos procesos que han modificado de manera significativa el comportamiento de la IME en México. De ahí la importancia que ha surgido en los últimos años de

estudiar estos nuevos procesos que involucran la creación de capacidades tecnológicas y contribuyen a la acumulación tecnológica en diferentes áreas del conocimiento. En este sentido, el trabajo realizado por Dutrénit, Vera-Cruz, Arias, Avendaño, Gil, Sampedro, Urióstegui (2002) para desarrollar un marco analítico para el análisis de los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas en la IME<sup>40</sup> ha servido de base para trabajos recientes relacionados con este tema de las maquiladoras en la frontera norte de México.<sup>41</sup>

En el contexto institucional relacionado con las empresas maquiladoras se puede decir que ha habido una evolución en el tipo de vínculos establecidos por la IME con instituciones públicas y privadas, empresas, organismos, entre otros, en las localidades donde se ubican. Las experiencias de vinculación son limitadas y han tenido que sortear obstáculos económicos, fiscales, políticos, entre otros. En este sentido, los trabajos de Villavicencio y Casalet (2005) y Casalet (2003) buscan reconocer la naturaleza de los vínculos, o incluso la ausencia de éstos entre empresas maquiladoras e instituciones, así como identificar la manera en que estos vínculos favorecen directa e indirectamente la difusión del conocimiento y la construcción de capacidades tecnológicas en las empresas maquiladoras y en su entorno. También se han realizado estudios en los cuales se analizan casos exitosos de PYME que se han integrado a las redes de proveedores de maquiladoras de la industria automotriz y los factores claves que explican este éxito (Dutrénit, 2003).

El reto de estos estudios sobre vinculación, desde el punto de vista metodológico, consiste no sólo en conocer el tipo y naturaleza de los agentes,<sup>42</sup> sino también en identificar las formas de interacción de estos agentes con las empresas maquiladoras. Estas formas de interacción con los agentes pueden variar según la naturaleza de los mismos. Es así como algunos de los vínculos entre estos agentes con las empresas maquila-

<sup>40</sup>Este trabajo se desarrolló en el marco del proyecto de investigación "Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: generación de capacidades de innovación en la industria maquiladora de México", Colef/Flasco/UAM (Proyecto Conacyt núm. 35947-s).

<sup>41</sup>En los trabajos de Urióstegui (2002), Sampedro (2003), Sampedro y Vera-Cruz (2003), Arias y Dutrénit (2003), Arias (2004), y Dutrénit y Vera-Cruz (2005) se discuten los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas en Phillips, Thompson y Delphi, respectivamente.

<sup>42</sup>Los agentes se definen como instituciones públicas y privadas, organismos gubernamentales, empresas de proveeduría, entre otros.

doras propician de manera determinante el aprendizaje tecnológico y organizacional, como se mencionó anteriormente.

Este libro se inserta en el análisis sobre la IME y busca brindar evidencia detallada sobre los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas de tres maquiladoras, destacar los disparadores que aceleran la evolución de una etapa a otra superior, y extraer algunas implicaciones de política para estimular estos procesos.

## Marco analítico para analizar los procesos de acumulación en las maquilas

---

El proceso de construcción de capacidades tecnológicas ha estado en el centro de atención de la literatura sobre aprendizaje y acumulación tecnológica en los países en desarrollo en los últimos 20 años. Desde comienzos de los años ochenta un conjunto de autores ha contribuido a la elaboración de un marco analítico para analizar estos procesos.<sup>43</sup> La idea básica es que las capacidades tecnológicas son habilidades para hacer cosas y reflejan el dominio de actividades tecnológicas. A partir de trabajo empírico al nivel de empresa, esta literatura ha elaborado taxonomías que buscan describir los procesos graduales de acumulación, desde una etapa que refleja niveles mínimos de conocimiento (necesarios para la operación) hasta la etapa de capacidades innovadoras avanzadas.<sup>44</sup>

En este capítulo se discuten los principales aportes de la literatura sobre los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas, se describe la taxonomía de capacidades tecnológicas de Bell y Pavitt (1995),<sup>45</sup> la cual sintetiza los principales desarrollos de la literatura, y se propone una adaptación de esta taxonomía al caso de la IME en México.

Este capítulo presenta primero una discusión sobre los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas, posteriormente discute la taxonomía de Bell y Pavitt (1995) y presenta la propuesta de la matriz de capacidades tecnológicas adaptada al caso de la IME. Finalmente se discute el tipo de empresa que se analiza en la IME, particularmente se analizan los conceptos de MNC y EG.

<sup>43</sup>Dahlman y Westphal (1982), Katz (1984), Dahlman, Ross-Larson y Westphal (1987), Lall (1987 y 1992).

<sup>44</sup>Véanse las taxonomías de Dahlman y Westphal (1982), Lall (1992), y Bell y Pavitt (1995).

<sup>45</sup>Una descripción crítica de esta taxonomía se presenta en Dutrénit, Vera-Cruz y Arias (2003).

## CONCEPTUALIZACIÓN DEL PROCESO DE ACUMULACIÓN DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS

A partir de la evidencia empírica se ha desarrollado gradualmente un marco analítico robusto para analizar los procesos de acumulación. El objetivo de este apartado es discutir los principales aportes de la literatura.

La capacidad tecnológica fue definida a principios de los ochenta por Westphal, Kim y Dahlman (1985) 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". Este concepto se empleó indistintamente con otros conceptos que se referían a la misma idea, tales como el esfuerzo tecnológico y la habilidad tecnológica.<sup>46</sup> Posteriormente, se ha generalizado el uso del concepto de capacidad tecnológica.<sup>47</sup>

Desde un principio el concepto de capacidad tecnológica se ha referido a dos dimensiones: un acervo de conocimiento, y el uso de ese conocimiento. Esta última dimensión organizacional-institucional ha cobrado importancia en los noventa y 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 tecnologías usadas en la producción, estas capacidades están ampliamente basadas en recursos especializados...". Este enfoque sobre las capacidades tecnológicas para generar y administrar el cambio técnico surge en el contexto de la necesidad de las empresas de mantener competitividad en mercados con un alto dinamismo tecnológico.

Recientemente el concepto ha evolucionado para considerar más abiertamente el rol del ambiente económico y político. En este sentido, Kim (1997) define a 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...".

<sup>46</sup>Dahlman y Westphal (1982) y Lall (1987) se refieren al esfuerzo tecnológico y Bell (1984), Scoff-Kemmis y Bell (1985) a la habilidad tecnológica (*technological capacity*).

<sup>47</sup>En inglés se han usado dos conceptos diferentes: *capacity* y *capability*, este último generalizado en los noventa.

Las empresas construyen capacidades tecnológicas a través de procesos de aprendizaje, así el aprendizaje tecnológico se refiere al proceso dinámico de adquisición de capacidades tecnológicas. Las empresas aprenden a lo largo del tiempo, acumulan conocimiento tecnológico, pueden emprender progresivamente nuevas actividades, y de esta forma son capaces de adquirir nuevas capacidades.

La evolución del marco analítico sobre la construcción de capacidades tecnológicas en la literatura sobre los países en desarrollo está pautada por los resultados de dos grandes proyectos. Un primer proyecto fue dirigido por Jorge Katz y se tituló “Programa de Investigación en Ciencia y Tecnología”, financiado por IDB/ECLA, el cual se basó en una investigación comparativa al nivel de empresa de la industria metalmeccánica de seis países latinoamericanos.<sup>48</sup> El segundo proyecto fue dirigido por Carl Dahlman y Larry Westphal y financiado por el Banco Mundial, y se tituló “La adquisición de capacidades tecnológicas”. Este proyecto incluyó un conjunto de estudios al nivel de empresa de cuatro países en desarrollo: India, Corea del Sur, Brasil y México.<sup>49</sup>

En los estudios sobre los países latinoamericanos, Katz (1986) destaca que se encontraron diferencias por tipo de empresa, naturaleza del proceso de producción y estructura de mercado, sin embargo, la investigación se concentró en demostrar que las empresas no eran receptores pasivos de tecnología, habían aprendido y construido ciertas capacidades tecnológicas. Se buscó mostrar que las empresas fueron capaces de asimilar la tecnología transferida desde los países centrales, adaptar y mejorar dicha tecnología, e incluso en unos pocos casos exportar tecnología.

Estos estudios generaron una tradición de estudiar los procesos de aprendizaje al interior de las empresas latinoamericanas. A partir de entonces se abrió una importante línea de investigación basada en metodologías de estudios de caso y de encuestas que ha buscado identificar las características clave de los procesos de aprendizaje y de los procesos de transferencia de tecnología, así como los factores que estimulan y limitan las innovaciones.<sup>50</sup>

<sup>48</sup>Los principales resultados se presentan en Katz (1986 y 1987).

<sup>49</sup>Los principales resultados se presentan en Westphal, Kim y Dahlman (1985) y Lall (1987).

<sup>50</sup>Véanse, por ejemplo, Unger (1985); Villavicencio (1990); Dutrénit y Capdevielle (1993); Pirela *et al.* (1993); Lara (1998); Gonsen (1998); Brown y Domínguez (1999); Vera-Cruz (2004); Dutrénit (2000 y 2004); Corona y Hernández (2000); Figueiredo (2001).

En general, el foco de atención se ha orientado a documentar los procesos de aprendizaje en las empresas para establecer una base de conocimiento tecnológico que no existía previamente. Los autores han hecho esfuerzos analíticos para explicar cómo las empresas se han movido de tener las habilidades mínimas para operar las plantas a ser capaces de emprender actividades innovadoras.

Sobre la base de la evidencia empírica obtenida, algunos autores han analizado el patrón de construcción de capacidades tecnológicas y han realizado esfuerzos por identificar diferentes niveles de acumulación. Esto ha contribuido gradualmente a construir un marco analítico.

## LA TAXONOMÍA DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS

Bell y Pavitt (1995) presentan una taxonomía de capacidades tecnológicas que incluye las capacidades más importantes que tiene una empresa por función técnica. Las funciones técnicas abarcan las principales actividades tecnológicas. La taxonomía presenta diferentes grados-niveles de madurez de esas capacidades tecnológicas en cuanto a la actividad innovativa, que se asocian al tipo de actividad emprendida por la empresa en cada función técnica. La taxonomía se presenta en la forma de una matriz.

Por filas, la matriz distingue las principales capacidades tecnológicas de acuerdo al grado de innovatividad. Una primera distinción es entre el tipo de conocimiento y habilidades tecnológicas requeridas para operar sistemas de producción dados –las capacidades tecnológicas básicas de producción–<sup>51</sup> y el tipo de conocimiento requerido para cambiarlos –las capacidades tecnológicas innovadoras. La matriz incluye cuatro niveles de acumulación: un nivel de capacidades tecnológicas de producción rutinaria, y tres niveles de capacidades tecnológicas innovadoras –básicas, intermedias y avanzadas. Las capacidades tecnológicas de producción rutinarias son aquellas capacidades para usar y operar la tecnología existente. Las innovadoras son capacidades para generar y administrar el cambio técnico. Un nivel básico de capacidades innovadoras permite sólo una contribución al cambio relativamente pequeño e incremental; pero en los niveles intermedios y avanzados, las capacidades tecnológicas

<sup>51</sup>La literatura frecuentemente se refiere a las capacidades tecnológicas básicas como capacidades de producción.



pueden tener una contribución al cambio más sustancial, novedoso y ambicioso.

Por columnas, la matriz distingue entre seis funciones técnicas, en las cuales las empresas pueden desarrollar capacidades tecnológicas: 1. toma de decisiones y control de grandes proyectos de inversión, 2. preparación y ejecución de grandes proyectos de inversión, 3. centradas en los procesos y organización de la producción, 4. centradas en el producto, 5. vinculación externa y 6. producción de bienes de capital. Las funciones de inversión, 1 y 2, se refieren a la generación de cambio técnico y la administración de su implementación durante grandes proyectos de inversión. Las funciones de producción, 3 y 4, se refieren a la generación y administración de cambio técnico en los procesos y la organización de la producción, y en los productos. Las funciones de inversión y de producción son denominadas funciones técnicas primarias. Las dos últimas funciones técnicas, 5 y 6, son consideradas de soporte. Consisten en el desarrollo de vínculos e interacciones con otras empresas e instituciones, y en la producción de bienes de capital que involucren tecnología nueva creada localmente.<sup>52</sup> En el largo plazo, las capacidades que se originan de estas actividades ayudan a fortalecer la secuencia de acumulación de capacidades tecnológicas y crean la base para la diversificación de nuevos productos e industrias.

Recientemente algunos trabajos han contribuido a enriquecer la discusión a partir de analizar críticamente el marco analítico y brindar evidencia empírica sobre los procesos en diferentes industrias y con diferentes ambientes.<sup>53</sup>

## **LA MATRIZ DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS DE LA IME**

La construcción de la matriz de capacidades tecnológicas para la IME partió del marco analítico propuesto por Bell y Pavitt (1995) y de las adaptaciones realizadas por Dutrénit, Vera-Cruz y Arias (2002), Ariffin y Figueiredo (2001 y 2003) y Figueiredo (2001). Se recoge la filosofía de la taxonomía pero, a partir de la evidencia sobre las características de los

<sup>52</sup>Las empresas no necesariamente internalizan la función técnica de producción de bienes de capital.

<sup>53</sup>Véase por ejemplo Radosevic (1999), Dutrénit (2000), Vera-Cruz (2004), Figueiredo (2001); Ariffin y Figueiredo (2001 y 2003).

Tabla 6  
Matriz de capacidades tecnológicas para la IME

Nivel de capacidades	<i>Función técnica de inversión</i>		<i>Función técnica de producción</i>		<i>Función técnica de soporte</i>		
	<i>Toma de decisiones y control</i>	<i>Preparación y ejecución del proyecto</i>	<i>Centradas en procesos y organización de la producción</i>	<i>Centradas en el producto</i>	<i>Vinculación externa</i>	<i>Vinculación interna</i>	<i>Modificación de equipo</i>
Capacidades operativas básicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimación de desembolsos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planeación y preparación del protocolo</li> <li>• Acondicionamiento del terreno</li> <li>• Construcción obra civil básica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réplica especificaciones del proceso</li> <li>• Operación rutinaria de proceso ensamble simple y/o mayor complejidad</li> <li>• Mejoras en estaciones de trabajo basados en sistemas de supervisión y/o control de calidad</li> <li>• Ingeniería básica de procesos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réplica de especificaciones del producto</li> <li>• Control de calidad rutinario basado en procesos de control calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relación con proveedores, clientes e instituciones a través de la casa matriz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relación con la matriz para recibir autorizaciones sobre insumos, especificaciones técnicas de productos y procesos, y proyectos de inversión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento rutinario sin programación (incluye reemplazo de partes originales)</li> <li>• Réplica simple de especificaciones de planta y partes simples de maquinaria</li> </ul>
Capacidades innovativas básicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoreo activo y control de: estudios de factibilidad, selección de tecnología/proveedores, programación de actividades</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudios de factibilidad</li> <li>• Búsqueda de equipo estándar</li> <li>• Ingeniería básica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptaciones menores al proceso ensamble basados en estudios de tiempos y movimientos</li> <li>• Metodología Shainin, Taguchi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptaciones menores al producto de acuerdo con necesidades del cliente</li> <li>• Mejoras incrementales en la calidad del producto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relación con clientes a través de las especificaciones del producto</li> <li>• Búsqueda y negociación con proveedores de material indirecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecimiento de grupos de trabajo para establecer vinculación entre plantas, centros de diseño, divisiones y la casa matriz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Copia y adaptaciones menores de especificaciones de equipo de prueba existentes</li> <li>• Reconstrucción de equipo pequeño sin asistencia técnica</li> </ul>

Capacidades innovativas intermedias	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Búsqueda, evaluación y selección de tecnología/proveedores</li> <li>• Negociación con proveedores</li> <li>• Administración del proyecto completo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniería de detalle</li> <li>• Adquisición equipo</li> <li>• Estudios de medio ambiente</li> <li>• Administración y seguimiento del proyecto</li> <li>• Designación del grupo de trabajo</li> <li>• Capacitación y reclutamiento</li> <li>• Puesta en marcha</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rediseño y/o diseño de partes del proceso ensamble y/o manufactura</li> <li>• Validación de procesos de acuerdo con el producto</li> <li>• Estiramiento de las capacidades de producción basado en el balanceo de línea</li> <li>• Manufactura esbelta, sistemas de calidad y mejora continua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño incremental del producto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transferencia de tecnología a proveedores locales para incrementar eficiencia, calidad y abastecimiento local</li> <li>• Atracción de proveedores de material directo a la región</li> <li>• Proyectos conjuntos con universidades para formación profesional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Delegación por parte de la matriz en la toma de algunas decisiones sobre diseños, clientes, proveedores e instituciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptaciones a grandes equipos</li> <li>• Ingeniería en reversa</li> <li>• Ingeniería y construcción de equipo de prueba</li> <li>• Mantenimiento preventivo</li> </ul>
Capacidades innovativas avanzadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de nuevos sistemas de producción y componentes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de procesos y desarrollo de la I+D relacionada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Innovaciones en procesos y actividades de I+D relacionadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de características básicas de nuevos productos</li> <li>• Innovaciones de productos y actividades de I+D relacionada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vinculación con universidades y centros de I+D para desarrollos tecnológicos</li> <li>• Colaboración en desarrollos tecnológicos con proveedores, clientes y socios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autonomía en la toma de decisiones respecto a producción, abastecimiento de material directo e indirecto, nuevos productos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño y construcción de equipo</li> <li>• I+D asociada</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia a partir de Bell y Pavitt (1995).

procesos de acumulación de capacidades tecnológicas en la IME, se adaptan las actividades que corresponden a cada nivel de acumulación.

La matriz adaptada para el caso de la IME parte de las siguientes consideraciones:

1. La matriz se define para las actividades tecnológicas que llevan a cabo las maquilas en México, es decir muestra la acumulación local de capacidades tecnológicas de empresas globales en México.
2. Se definieron tres funciones técnicas de soporte: vinculación interna, vinculación externa y modificación de equipos. La distinción entre actividades de vinculación interna y externa se debió a que reflejan dos aspectos relevantes de las relaciones de las maquilas: vínculos intraempresa y vínculos con el entorno. Estas dimensiones han evolucionado de forma diferente.
3. Los principales cambios se realizaron en las funciones de producción y soporte. Las funciones de inversión prácticamente no sufrieron cambios.

La tabla 6 presenta la matriz de capacidades tecnológicas para la IME. En cada nivel de acumulación de cada función técnica se listan las actividades más características, no obstante, en cada maquila la acumulación presenta ciertas particularidades, por lo cual una actividad que corresponde a un nivel puede presentarse en el anterior o posterior.

## **EMPRESAS MULTINACIONALES Y GLOBALES**

En este apartado se retoma la discusión sobre el tipo de empresa que caracteriza a la IME y se revisa la literatura relacionada con la definición y el comportamiento general de las MNC y las EG. El objetivo es clarificar los conceptos, ya que existe una gran diversidad de denominaciones, aplicadas por distintos autores, para definir a las empresas que a través de la IED se instalan en otros países. Entre las denominaciones más utilizadas para este tipo de empresas y que originan alguna confusión se tienen: multinacionales, transnacionales, plurinacionales, supranacionales, internacionales, globales, cosmopolitas, y grandes unidades interterritoriales. A veces se trata de sinónimos, pero en muchos casos los distintos términos responden a teorías diferentes.

Vale la pena mencionar que el término transnacional corresponde a la denominación oficialmente aceptada por Naciones Unidas, y que para

algunos estudiosos es la más comúnmente utilizada en América Latina. La empresa transnacional se define como

una empresa (o grupo de empresas), constituida por una sociedad matriz de conformidad con la legislación de un país que, a partir de su sede o centro de decisión, implanta en el extranjero sus subsidiarias mediante inversiones directas (fusión, privatización y adquisiciones), con una estrategia concebida a escala mundial, encaminada a barrer todo obstáculo a la expansión y al libre movimiento de los poderosos consorcios y monopolios transnacionales (Trajtenberg, 1999).<sup>54</sup>

En esta investigación interesa la diferenciación entre MNC y EG. Para Birkinshaw y Hood (1998) una MNC puede ser definida simplemente como “una empresa que controla sus activos de producción en más de tres países”. El universo de estas empresas es grande y variado, y comprende diferentes tipos de organizaciones que operan en distintas clases de sectores. Porter (1999) destaca que la MNC, sea cual sea su nacionalidad, trata de controlar sus puntos de apalancamiento ejerciendo un control sobre sus competidores.<sup>55</sup> Su principal objetivo consiste en mejorar la eficiencia a la vez que erosiona la de sus competidores. La definición de MNC adoptada por Naciones Unidas se asigna exclusivamente a empresas de propiedad conjunta entre varios estados. Estas empresas son producto de acuerdos entre gobiernos y operan, naturalmente, por lo menos en los países copropietarios (Trajtenberg, 1999).

Para Dicken (1997) las MNC son, en primer lugar, empresas gigantescas con activos y ventas superiores al PNB<sup>56</sup> de muchos países. En segundo lugar, su naturaleza multilocalizacional, con operaciones que se llevan a cabo en numerosos países, las hace insensibles a las necesidades de cualquier país en particular. Estas empresas pueden modificar sus operaciones una y otra vez, con suma rapidez, de un país a otro, en respuesta a las circunstancias cambiantes y, por lo tanto, disminuyen el poder de los gobiernos nacionales para implantar sus propias políticas económicas. Si a una

<sup>54</sup>Esta definición fue realizada por el estudio del Centro de las Naciones Unidas sobre las Corporaciones Transnacionales en 1994.

<sup>55</sup>Por ejemplo, pueden emprender acciones poco convencionales, como la reducción de los precios de un producto importante o en un mercado esencial, consiguiendo que al competidor le resulte más costoso y difícil reaccionar.

<sup>56</sup>Producto nacional bruto.

MNC no le agrada la actuación de un gobierno, de un sindicato o cualquier otra situación, le basta con trasladarse a otro país (o al menos amenazar con trasladarse). Así, este autor sostiene que “frente a un poder tan enorme y ante tamaña flexibilidad geográfica, el tradicional Estado-nación, atrapado en sus fronteras territoriales fijas, no tiene capacidad de respuesta”.<sup>57</sup>

Este tipo de MNC se concentra en sectores que operan en diferentes países, en los cuales funcionan con base en estrategias distintas en cada uno de sus mercados, y al mismo tiempo considera el desafío competitivo de cada mercado independientemente de los demás. Cada subsidiaria extranjera es estratégicamente independiente y tiene un funcionamiento básicamente autónomo. La sede central de la MNC coordina los controles financieros y las políticas de *marketing* (incluidas las marcas) en todo el mundo y posiblemente concentra parte de la I+D y de la producción de componentes (Porter, 1999).

Según Dicken (1997) las MNC modernas surgieron en la segunda mitad del siglo XIX y, más específicamente, después de 1870. La expansión de la actividad de estas empresas constituyó una parte esencial del notable aumento de la actividad económica internacional entre 1870 y la Primera Guerra Mundial. Durante este periodo, se hicieron evidentes las dos principales motivaciones para que las empresas ampliaran sus operaciones más allá de sus fronteras nacionales: 1. buscar nuevos mercados y 2. adquirir recursos productivos. A pesar de que las operaciones de las empresas multinacionales actualmente son infinitamente más complejas que en el siglo XIX y comienzos del siglo XX, estas dos motivaciones básicas siguen vigentes. Sin embargo, se manifiestan a través de redes organizacionales cada vez más complejas, tanto en términos internos como externos a las empresas. Estas redes organizacionales complejas dieron origen al fenómeno de las EG. Este fenómeno es relativamente reciente, ya que este tipo de empresas ha tomado auge desde finales de la década de los ochenta, con la consolidación de la globalización de la economía mundial (Mattelart, 1997).

En este contexto, es importante tomar en consideración la preocupación de algunos autores por diferenciar a las MNC de las EG. Para Aleé

<sup>57</sup>Las empresas multinacionales, especialmente las más grandes, tienen una flexibilidad considerable. En la medida en que éstas controlan una “parte” de las economías nacionales individuales a través de sus filiales, pueden, en efecto, generar ciertos obstáculos a la autonomía económica nacional (Dicken, 1997).

(1995), las MNC son aquellas empresas que han llegado a hacer negocios alrededor del mundo, o que están orientadas al mercado de exportación, pero siguen teniendo un ancla en su país de origen y cuentan con subsidiarias en el exterior que son consideradas como parientes pobres. En contraste, las EG ven al mundo como un solo mercado y, por lo tanto, producen, venden, investigan, se financian y compran materias primas en el país que les resulte más conveniente. Aleé (1995) considera que para estas empresas, las fronteras y peculiaridades de cada país en el mundo (tributarias, culturales, legales, etcétera.) son equivalentes a las restricciones en un modelo de optimización; son elementos a tomar en cuenta para llegar a la mejor solución factible, pero no definen *per se* la solución.

Según Aleé (1995), hay una relación entre esta decisión de las empresas de ser globales y la demanda. La teoría de demanda expresa que en una primera etapa, cuando una empresa comienza a ver decrecer su tasa de crecimiento por saturación del mercado nacional, tiende a vender sus productos en otros países donde el mercado esté menos saturado, y por lo tanto, resulte más fácil seguir creciendo. Esto lleva a las empresas a convertirse en multinacionales. En esta etapa, las empresas enfrentan nuevos problemas, como por ejemplo, cómo controlar las operaciones y cómo lograr una buena comunicación entre las subsidiarias y el corporativo, y entre las personas de distintos países. En una segunda etapa, cuando se desarrolla una competencia dentro de una misma industria entre las MNC, éstas comienzan a buscar eficiencias que les den ventajas competitivas. Las ventajas de costo (economías de escala, beneficios tributarios, mano de obra barata, financiamiento, I+D, mercadotecnia, recursos humanos calificados, etcétera) hacen que estas MNC comiencen a trasladar sus plantas de producción al país o países que resulten más convenientes. Lo anterior implica crear operaciones regionales para maximizar eficiencias por regiones, y se dan los primeros pasos hacia una globalización real y cultural. Lo anterior, está condicionado al hecho de que ser global no tiene ventajas si no se encuentran claras ventajas o economías de escala en la producción, mercadotecnia, financiamiento, I+D, o cualquier área del negocio al mirar el mundo como un todo.

Para Dunning (1988) la primera condición para que una empresa decida internacionalizar su producción es contar con ciertas ventajas de

propiedad que le permitan posicionarse mejor que otros inversores en el mercado receptor. Las ventajas de propiedad de una empresa pueden derivar de la posesión de ciertos activos “intangibles” (patentes, marcas, capacidades tecnológicas y de administración, habilidad para competir con base en la diferenciación de productos, etcétera), muchas veces vinculados al carácter no codificable de los conocimientos tecnológicos y al desarrollo de procesos internos de aprendizaje, y/o de las ventajas que surgen del *common governance* de actividades diversas pero complementarias, incluyendo las que específicamente derivan de la propia multinacionalidad de la empresa. La segunda condición es que debe ser más rentable aprovechar esas ventajas a través de la incorporación y organización de una nueva unidad productiva dentro de la red de activos de la empresa, que hacerlo vía exportación desde el país de origen o a través de la concesión de licencias de producción de dichos bienes y servicios a otras empresas. En otras palabras, deben estar presentes lo que la literatura denomina “ventajas de internalización”.

Las MNC y las EG aprovecharán sus ventajas de propiedad de forma internalizada en un determinado mercado, si el país elegido posee alguna ventaja de localización que justifique una inversión en dicho país en lugar de abastecerlo vía exportaciones. Entre las ventajas de localización más importantes se encuentran la posesión, costo y calidad de los recursos naturales y “creados” (recursos humanos calificados, *know how* tecnológico, infraestructura, instituciones, etcetera), el tamaño y características del mercado, el grado de estabilidad política y económica, la disponibilidad y costo de la infraestructura, los costos de transporte, el nivel del tipo de cambio, el esquema de política económica (grado de apertura al capital extranjero), la política comercial, los regímenes de incentivos, la política fiscal, entre otros (Chudnoski y López, 1999; Stal, 2002). Así las casas matrices o los centros decisionales pueden estar en cualquier parte, no necesariamente en el país de origen, y al final son los que toman las decisiones que definen el comportamiento de la empresa a escala global.

Aleé (1995) destaca que según el tipo de industria, la globalización puede darse en sólo una parte del negocio. Por ejemplo una empresa puede ser global en la producción y aun mantener un enfoque no global en otros aspectos como la I+D, mercadotecnia, toma de decisiones, etcétera, por no existir ventajas económicas de globalizar en estas áreas. De hecho lo



que define una EG es haber hecho el ejercicio de buscar economías en la globalización y haber definido llevarla a cabo en áreas en que se justifique. Para Porter (1999) en una EG la estrategia está centralizada y las diversas actividades están descentralizadas o centralizadas según resulte conveniente por razones de economía o de eficacia.<sup>58</sup>

En la actualidad, muchas de las empresas que operan bajo el régimen de la IME en México se definen a sí mismas como EG. Por este motivo, en este libro nos referimos a EG.

<sup>58</sup>Para un análisis más detallado de las estrategias de las MNC y de las EG véase Arias (2004).

Esta investigación se basa en una metodología cualitativa. En este capítulo se describe la estrategia utilizada, y se presenta la forma de construir la valoración cualitativa de los niveles de capacidades tecnológicas de las maquilas.

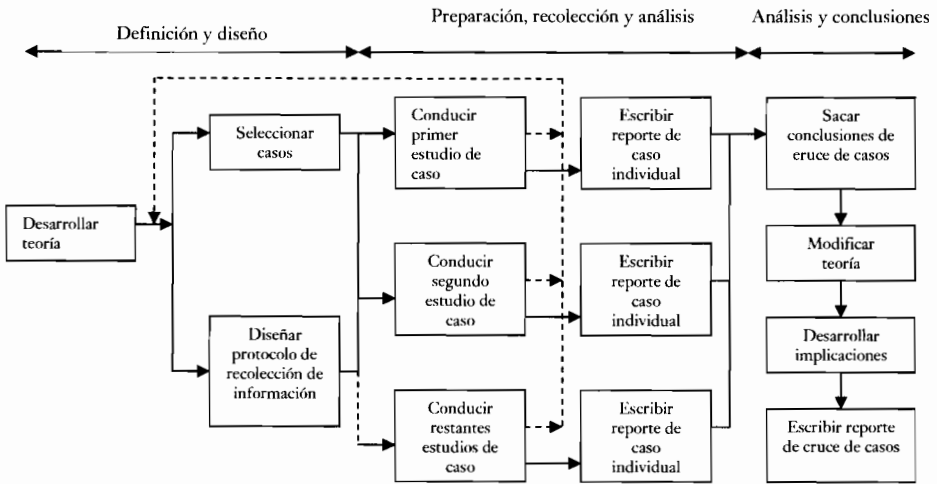
### **ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN**

El objetivo es analizar el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas de subsidiarias de EG que operan bajo el régimen de la IME en México. Las preguntas que han guiado este trabajo son: ¿cómo ha sido el proceso de acumulación en las maquilas?, ¿qué patrones de acumulación han emergido?, ¿en qué funciones técnicas han acumulado más rápidamente?, ¿por qué algunas maquilas han acumulado más rápido que otras?, ¿qué factores contribuyeron a los patrones de acumulación observados? Este tipo de preguntas de investigación, el limitado control sobre eventos asociados al comportamiento de los agentes, y el foco sobre eventos contemporáneos sugiere la necesidad de usar una estrategia de estudios de caso. Adicionalmente, las preguntas de investigación del tipo “qué”, “por qué” y “cómo” tienen un enfoque exploratorio (Yin, 2003).

Se usó un diseño de investigación de estudio de caso múltiple. Este diseño se utiliza cuando éste contiene más de un caso simple. Cada caso debe servir a un propósito específico dentro del alcance total de la investigación. La lógica que se sigue es la de réplica. Hay dos opciones para seleccionar los casos individuales: 1. para predecir similares resultados (una réplica literal), o 2. para generar resultados contrastantes, pero por razones predecibles (réplica teórica) (Yin, 2003; Eisenhardt, 1989).

Cada estudio de caso individual consistió en uno completo, con un conjunto específico de evidencia y conclusiones. Al final se realiza el aná-

Diagrama 1  
Diseño del estudio de caso múltiple



Fuente: Yin (2003), basado en Cosmos Corporation.

lisis comparativo y se extraen las conclusiones. El diagrama 1 sirve para explicar el método de estudio de caso múltiple.

En esta investigación se siguió una lógica de réplica literal. Es decir, se seleccionaron casos similares, que tuvieran resultados ejemplares. Dado que la IME en las primeras décadas de existencia sólo realizaba actividades de ensamble, y las maquilas adquirieron capacidades tecnológicas de producción rutinarias, innovativas básicas para apoyar los procesos de ensamble, un resultado ejemplar era que llevaran a cabo actividades de innovación, tales como diseño de nuevos productos o procesos.

Los tres casos son similares en el sentido de que avanzaron en la acumulación de capacidades tecnológicas y llevan a cabo actividades de innovación. Pero se diferencian en el nivel de capacidades tecnológicas adquirido (intermedias o avanzadas). Al ser similares y llegar a resultados ejemplares de diferente magnitud (grado de innovatividad), es posible identificar los factores que explican estas diferencias. Estos fueron denominados disparadores de la acumulación y se analizan en el capítulo 8.

Los estudios de caso no son estadísticamente representativos de poblaciones completas, por lo cual no se pueden hacer generalizaciones

estadísticas de los resultados y predecir el comportamiento de la población. En contraste, los casos son útiles para hacer generalizaciones analíticas a partir de los resultados, y describir nuevas dimensiones de una teoría. En este sentido, los estudios de caso juegan un papel semejante al de los experimentos usados por las ciencias naturales para la construcción teórica (Yin, 2003).

Este libro sigue este enfoque, a partir del estudio de tres casos similares con resultados ejemplares, se analizan aspectos teóricos sobre el proceso de aprendizaje y la acumulación de capacidades tecnológicas en empresas, y se discuten nuevos elementos sobre las particularidades y los factores que aceleran la acumulación en subsidiarias de EG. En este sentido, se realiza una generalización analítica sobre la acumulación de capacidades tecnológicas en este tipo de empresas. Esto permite extraer recomendaciones normativas sobre como impulsar la difusión de este tipo de resultados ejemplares.

Un conjunto de entrevistas abiertas con expertos de la IME permitió identificar casos con esos resultados ejemplares. En particular se realizaron entrevistas en Ciudad Juárez con: el presidente y el director de Canacintra, el director general y el director técnico de Cenaltec,<sup>59</sup> el director de calidad para América Latina de Thomson, el vicepresidente de Philips Border Zone, el Gerente de Productos de Avanzada de sensores y actuadores de Delphi, un abogado de la Notaría número 1 dedicado a la negociación con el gobierno como representante de la maquila, y el gerente de compras de Honeywell.

Los principales tópicos de las entrevistas fueron los siguientes:

- Historia de la maquila en México, particularmente en Ciudad Juárez.
- Factores de atracción de las maquiladoras a la localidad.
- Evolución de las actividades técnicas desarrolladas en la localidad, particularmente de diseño de procesos y productos.
- Ejemplos de maquiladoras que desarrollan actividades de innovación y que han creado centros técnicos.
- Problemática de la relación entre las maquiladoras y las instituciones locales.
- Problemática de la relación entre las maquiladoras y los proveedores locales.

<sup>59</sup>Cenaltec es el Centro de Entrenamiento en Alta Tecnología de Ciudad Juárez.

Estas entrevistas revelaron que existe un conjunto de maquiladoras que han evolucionado de la realización de actividades de ensamble simple hacia la realización de actividades de innovación, particularmente asociadas al diseño de productos y procesos. En específico, las entrevistas permitieron identificar un conjunto de maquiladoras con estos resultados ejemplares: Delphi, Philips, Thomson, Lear, Johnson & Controls, Científica Atlanta, ADC, Bosh & Siemens, y Honeywell.<sup>60</sup>

A partir de la lógica de réplica literal, se seleccionaron tres casos para esta investigación de acuerdo con criterios de accesibilidad, importancia en la localidad, variedad de nacionalidades de la EG, y principal sector de actividad (electrónica de consumo y autopartes). Los casos seleccionados fueron: Delphi, Philips y Thomson. Adicionalmente, siguiendo a Patton (1990 y 1999), la selección de los casos tomó en consideración la riqueza de información que podían proveer y la oportunidad que ofrecían para aprender sobre los temas investigados. Esta investigación se centró en analizar cómo y por qué esos resultados ejemplares fueron alcanzados, en otras palabras, cómo fue el proceso de acumulación, y por qué algunas maquiladoras acumularon más rápido que otras.

El siguiente paso de la investigación fue realizar un estudio de caso piloto (Delphi), el cual brindó observaciones empíricas y sugerencias sobre los temas principales que se pretendían abordar. A partir del piloto, se mejoró el diseño de investigación original, en particular se refinaron los planes para la recolección de la información.

Posteriormente, se condujo el primer estudio de caso (Delphi), luego el segundo (Philips) y finalmente el tercero (Thomson). Se escribieron reportes después de cada caso individual, y finalmente se elaboró el reporte comparativo.

Sobre la base de las preguntas de investigación, y a partir del hecho de que se observan diferentes lógicas de acumulación por línea de negocio, se definió como unidad de análisis el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en una línea de negocios.

Se usaron cuatro fuentes de evidencia: entrevistas abiertas-cerradas y focalizadas; encuentros casuales, conversaciones informales y asistencia a reuniones; documentación; y observación directa. Las entrevistas fueron

<sup>60</sup>A partir del desarrollo del estudio se tuvo referencia a otro conjunto de maquiladoras con este resultado ejemplar.

la fuente de información más importante. Varias entrevistas fueron grabadas y transcritas. Estas transcripciones alimentaron las bases de datos de los estudios de caso. El acceso a archivos históricos de las maquiladoras fue limitado.

Se entrevistó a personal que ocupa diferentes posiciones jerárquicas en cada maquiladora. En particular se entrevistó a gerentes de planta, de nuevos productos, y de calidad; líderes de ingeniería de procesos, de servicios de ingeniería y de mantenimiento. Se llevaron a cabo algunas entrevistas con gerentes al nivel divisional, que ocupaban puestos en productos de avanzada, compras y calidad. Se entrevistó también personas que ocupaban un amplio rango de puestos en las áreas de ingeniería y diseño de nuevos productos. En cada caso se incluyó a entrevistados que tuvieran muchos años trabajando en la maquiladora, para obtener información sobre los cambios que han ocurrido a lo largo del tiempo. En conjunto, se entrevistaron 35 personas en Delphi, 14 en Thomson y 14 en Philips. Adicionalmente se realizaron otras ocho entrevistas con proveedores, gerentes de asociaciones industriales, y gerentes de diseño de nuevos productos de otras maquiladoras.

Las entrevistas variaron en términos de su duración desde una hasta tres horas cada una. Algunas personas fueron entrevistadas varias veces. Los tres casos incluyeron visitas a las plantas, específicamente a las líneas de ensamble. Los principales tópicos de las entrevistas fueron los siguientes:

- Información general de la maquila, líneas de producto, clientes, proveedores.
- Organigrama.
- Historia de la maquila en México.
- Evolución de los productos a lo largo del tiempo.
- Evolución de las actividades técnicas desarrolladas, particularmente de diseño de procesos y productos.
- Proyectos de cambio técnico.
- Relación entre plantas, divisiones y corporativo.
- Relaciones con centros técnicos y de I+D.
- Relaciones con el entorno.

A varios de los entrevistados se les solicitó que relataran la historia detallada de proyectos específicos de introducción y/o desarrollo de

nuevos productos, procesos o equipo. La selección de los proyectos a analizar incluyó proyectos llevados a cabo en los setenta, los ochenta y los noventa.

Se siguieron las tácticas recomendadas por la literatura para probar el diseño de la investigación y asegurar su calidad. La validez de la construcción es una prueba problemática en investigaciones basadas en una metodología de estudio de caso. Para evitar la subjetividad del investigador se tomaron en cuenta las recomendaciones de Yin (2003): 1. usar múltiples fuentes de evidencia, 2. establecer cadenas de evidencia, y 3. elaborar un reporte del estudio de caso para ser revisado por informantes clave en cada caso individual. Se usó también la estrategia de triangulación de la información para integrar las diferentes fuentes de evidencia, y en varias ocasiones se llevaron a cabo una segunda ronda de entrevistas enfocadas a clarificar inconsistencias en la información obtenida de diferentes fuentes.

La lógica de réplica usada en el diseño de un estudio de caso múltiple contribuyó a probar la validez externa del diseño de la investigación, y a hacer más robusta la generalización analítica asociada con este estudio de caso. El uso de un protocolo del estudio de caso y la elaboración de un reporte detallado de cada caso individual estuvieron orientados a incrementar la confiabilidad del diseño de la investigación.

En relación con el análisis de la evidencia, se siguió la estrategia analítica general de basarse en proposiciones teóricas y a partir de ellas analizar la evidencia empírica. Estas proposiciones teóricas se basaron en la literatura sobre los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas, y también tomaron en cuenta la literatura sobre la evolución de las subsidiarias de las EG. Estas proposiciones ayudaron a centrar la recolección de la información.

Se utilizaron dos técnicas analíticas para organizar y sistematizar la evidencia empírica: 1. análisis de series de tiempo basado en cronologías, el cual se usó en los casos individuales para entender la secuencia de los eventos, y 2. síntesis entre los casos, la cual se basó en organizar la evidencia en varias matrices de procesos o factores y resultados para encontrar similitudes y diferencias entre los casos (Yin, 2003; Miles y Huberman, 1984).

## VALORACIÓN CUALITATIVA DE LAS CAPACIDADES TECNOLÓGICAS

Para operacionalizar la taxonomía presentada en la tabla 6 se siguieron dos pasos: 1. se consultó a especialistas de la industria de autopartes y electrónica de consumo para adaptar la taxonomía a la IME, y 2. se usaron las fuentes de información, particularmente las entrevistas, para identificar las actividades tecnológicas llevadas a cabo por cada maquila en cada función técnica en diferentes periodos de su presencia en México.

Con el fin de evaluar y comparar los niveles de acumulación en diferentes periodos se diseñó una valoración cualitativa la cual refleja el nivel de capacidades tecnológicas que adquirió y acumuló una determinada línea de negocio en un periodo definido.

Se toma como base la matriz adaptada para la IME y se califica cada nivel con un valor que va de uno a cuatro dependiendo de la profundidad alcanzada en cada función técnica por la línea de negocio estudiada. Así, se puede tener un nivel de valoración para cada evaluación de la matriz de capacidades tecnológicas en diferentes momentos del tiempo. Esta valoración cualitativa en diferentes periodos permite observar la evolución de la línea de negocio que se esté estudiando. Los valores 1, 2, 3 y 4 que se asignan a cada nivel de profundidad, son el resultado de sumar las ponderaciones individuales de acumulación asignadas a cada función técnica de acuerdo con su importancia, que le fue asignada, en la generación de capacidades tecnológicas en la línea de negocio instalada en México.

La tabla 7 presenta las ponderaciones asignadas a cada función técnica en cada uno de sus niveles de acumulación.

Las ponderaciones fueron asignadas de acuerdo con tres criterios. Primero, las funciones técnicas de inversión y de producción tienen valores más elevados que la función técnica de soporte. Dado que es una valoración cualitativa se decidió darle mayor importancia a las funciones técnicas relacionadas más directamente con la actividad innovadora. Segundo, las funciones de producción juegan un papel muy importante en la actividad innovadora, por lo cual tienen un valor de 0.20 cada una, mientras que las funciones de inversión son menos significativas y tienen un valor de 0.15. Tercero, a las funciones de soporte, que apoyan la actividad innovadora, se les asignó un valor de 0.10 a cada una.



Tabla 7  
Valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas

Niveles de capacidades	<i>Función técnica de inversión</i>		<i>Función técnica de producción</i>		<i>Función técnica de soporte</i>			<i>Total por nivel acumulado</i>
	<i>Toma de decisiones y control</i>	<i>Preparación y ejecución del proyecto</i>	<i>Centradas en procesos y organización y producción</i>	<i>Centradas en el producto</i>	<i>Vinculación interna</i>	<i>Vinculación externa</i>	<i>Modificación de equipo</i>	
Capacidades operativas básicas	0.15	0.15	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	1
Capacidades innovativas básicas	0.30	0.30	0.40	0.40	0.20	0.20	0.20	2
Capacidades innovativas intermedias	0.45	0.45	0.60	0.60	0.30	0.30	0.30	3
Capacidades innovativas avanzadas	0.60	0.60	0.80	0.80	0.40	0.40	0.40	4

A partir de las actividades desarrolladas, en cada función técnica se determina el nivel de acumulación que tiene la maquiladora y se le asigna el valor correspondiente de acuerdo con la tabla 2. El máximo valor es 4, que corresponde a la situación en la que la línea de negocio en estudio tiene capacidades tecnológicas innovadoras avanzadas en todas las funciones técnicas. El resultado de la valoración cualitativa puede reflejar: 1. que la acumulación de capacidades en las diferentes funciones técnicas es uniforme, o sea que todas las funciones tienen el mismo nivel de acumulación; o 2. que la acumulación es muy desigual, o sea que al mismo tiempo se presentaron funciones técnicas en las cuales se alcanzaron capacidades tecnológicas operativas básicas y en otras innovadoras avanzadas.

## Delphi Corporation: línea de negocio de sensores y actuadores

---

### **DELPHI CORP. EN MÉXICO**

#### *Perfil de la empresa*

Delphi Corp. tiene sus orígenes en un conjunto de empresas de autopartes que, por muchos años, estuvieron integradas a General Motors Corp. (GM). Así, en 1991, se integran varias empresas pequeñas adquiridas por GM a lo largo del siglo XX en una sola unidad con el nombre de Automotive Components Group Worldwide. Esta unidad se estableció como una división separada pero dependiente de GM, con el objetivo de mejorar su competitividad, así como incrementar la participación de la empresa en nuevos mercados. En 1995 esta unidad toma el nombre Delphi Automotive y en mayo de 1999 se separa de GM para convertirse en una compañía independiente productora de partes para el mercado automotriz y toma el nombre de Delphi Automotive Systems Corp.

Desde el año 2001, esta EG conforma una unidad de “nuevos mercados”, para ampliar sus ventas más allá del sector automotriz. Con esta nueva estrategia corporativa, Delphi se define como una empresa que ya no sólo está ubicada en el sector automotriz, sino que está interesada en explorar nuevos mercados. Por lo tanto, a partir de abril de 2002 Delphi Automotive Systems Corp. cambió su nombre a Delphi Corp. e incluyó en sus negocios, productos como: aparatos y recursos electrónicos para otros sectores distintos al automotriz, aparatos de consumo, equipo para el sector agrícola y fibra óptica para la telefonía móvil. Asimismo, se buscó multiplicar los clientes, ampliar la extensión geográfica de sus negocios, obtener nuevos mercados y consolidar los existentes, además de

reducir su dependencia con respecto a GM que al 2002 representaba aún el 65.1 por ciento de las ventas totales.<sup>61</sup>

El corporativo se encuentra en Troy, Michigan, Estados Unidos. Este Corporativo define las políticas y las estrategias de negocio, y toma las decisiones más relevantes a escala mundial. Tiene también mucha injerencia con las áreas sociales: el área de personal, recreación, bienestar, etcétera. Por ser una EG, Delphi se ha establecido de manera estratégica en varios países del mundo, uno de ellos es México.

Debido a la importancia que Delphi ha alcanzado en México, a continuación se hace un breve análisis de su presencia en este país y del proceso de acumulación de capacidades tecnológicas logradas por su línea de negocio de sensores y actuadores.

Delphi Corp. se instala en México en 1978, siendo aún parte de GM, con la división de Packard Electric. La presencia de esta empresa en México se dio principalmente a través de la instalación de plantas para ensamble y manufactura de sus productos por parte de sus diferentes divisiones, conforme a las necesidades y a las estrategias de la EG. En 1979 se instala en México la división Delco Remy,<sup>62</sup> y construye en Ciudad Juárez la planta Sistemas Eléctricos y Conmutadores (SEC) o también conocida como planta 35. Esta planta, con el tiempo, se convirtió en una de las principales productoras de sensores y actuadores de Delphi.<sup>63</sup> En la actualidad las seis divisiones de la EG tienen plantas distribuidas en varios estados del país. La división de Packard Electric es la que tiene mayor número de plantas en México.

El auge de la relocalización de procesos con alto contenido de mano de obra a finales de los años setenta desde Estados Unidos, estuvo muy relacionado con el hecho de que GM, a través de sus divisiones, trasladara parte de sus negocios a México. Lo anterior, con el fin de beneficiarse de las ventajas que otorgaba la frontera mexicana en términos económicos, a través del régimen de la IME. Además de los beneficios económicos, estaba la ventaja de la cercanía, situación muy significativa para los ingenieros norteamericanos, ya que podían estar cerca de su país y trabajar en las plantas que estaban junto a la frontera de Estados Unidos y México,

<sup>61</sup>Hart, Delphi Corp., reporte anual (2002).

<sup>62</sup>En este año Delco Remy era una división de GM.

<sup>63</sup>Entrevistas con el gerente subplanta ABS y la directora de operaciones de Chihuahua.

lo que les permitía cruzar todos los días hacia sus casas, sus familias y sus costumbres. Asimismo, otro atractivo para GM y otras empresas que se instalaron bajo el régimen de la IME, fue la mano de obra barata, como se señala en el capítulo 1.

Durante muchos años se hicieron los ensambles finales<sup>64</sup> en Estados Unidos, mientras que en México se hacían todos los subensambles, con el fin de reducir los costos, para posteriormente ser llevados a Estados Unidos. Pero desde hace unos años se han trasladado a México procesos de ensamble cada vez más complejos.<sup>65</sup> De ahí que en 1995 se instale un Centro Técnico en México con el fin de apoyar los productos (que se estaban ensamblando y manufacturando), los procesos y la tecnología de las plantas en México.

Con la instalación del MTC se reforzó la idea de trasladar más productos intermedios, o sea productos intensivos en mano de obra pero que requerían de algún tipo de inversión en capital y tecnología. Asimismo, el MTC fue un incentivo para que el corporativo decidiera localizar en México algunos productos con tecnologías avanzadas en lo que se refiere a la industria automotriz y que estratégicamente convenían a sus intereses económicos. Fruto de todo este proceso, en el 2002 Delphi contaba con 72,000 empleados en las seis divisiones establecidas en México, 57 plantas en 14 estados, ocho Joint Ventures (18 plantas con 5,700 empleados), tres licencias y un centro técnico en Ciudad Juárez, Chihuahua.<sup>66</sup>

### *La creación del Centro Técnico en México (MTC)*

El Centro Técnico en México es denominado MTC por sus siglas en inglés (*Mexican Technical Center*). Se creó con una inversión inicial de 150 millones de dólares (un poco menos de la mitad en equipo), e inició actividades el 2 julio de 1995. Se estableció con 564 empleados que provinieron de las plantas de Delphi en México, de otras plantas de Delphi en Estados

<sup>64</sup>Se refiere al ensamble de los sistemas que componen los automóviles, por ejemplo: el sistema de frenos.

<sup>65</sup>El ensamble complejo es aquel proceso de conversión que involucra la unión de partes o componentes, sin modificación alguna de sus propiedades físicas, pero que requiere actividades de supervisión, control de calidad y capacitación especializada del operario. Este tipo de ensamble es una actividad que incorpora tanto actividades manuales como automatizadas, es menos intensiva en mano de obra y utiliza equipo electromecánico.

<sup>66</sup>Página web intranet MTC-Delphi (2002).

Unidos y de la contratación de personal en México y Estados Unidos.<sup>67</sup> Es el centro de desarrollo de componentes (Component Engineering Center) más grande de Delphi Corp., y el único que incorpora a seis divisiones de esta empresa global.

En 1995, con el establecimiento del MTC, se fueron trasladando paulatinamente unidades de las seis divisiones de Delphi en Ciudad Juárez, México. Cada división tiene cierta independencia en sus estrategias y líneas de negocios, pero paulatinamente en el MTC se han ido integrando para compartir departamentos (por ejemplo ingeniería de materiales), laboratorios, política de personal y el consejo común *steering council*. La división de Energy fue la primera en instalarse en el MTC, con el fin de ofrecer un fuerte apoyo al área de ingeniería de sensores y actuadores. Esta área incluía ingeniería de diseño (producto, proceso y prueba), laboratorio de ejecución y laboratorio de durabilidad. En 1999, esta área fue incorporada a la nueva división de Energy and Chasis (Delphi E&C).

De 1995 a 1999 el MTC experimentó una demanda creciente de productos y servicios, razón por la cual se expandió en casi el doble del espacio existente. Para 1999 la nave industrial era de 437,948 pies cuadrados (40,500 metros cuadrados) destinados a los laboratorios, oficinas administrativas y de ingeniería. En el 2001 contaba con un área construida de 488,000 pies cuadrados (45,337 metros cuadrados) que se incrementó a 620,000 pies cuadrados (57,600 metros cuadrados), con la incorporación del centro de lanzamiento en octubre de 2001. Asimismo, el MTC ha sufrido un fuerte incremento en el personal, tal como se muestra en la tabla 8.

Tabla 8  
Personal ocupado en el MTC

Año	1995	1997	1999	2000	2001	2002	2003
Número de empleados	564	1,000	1,700	1,970	2,000	2,146	2,605

Nota: Estos datos incluyen ingenieros, técnicos y personal de soporte.

Fuente: Página web intranet MTC-Delphi (2002) y director de operaciones de la División E&C (2004).

<sup>67</sup>Entrevista con el gerente de la subplanta ABS (2002).

De los 1,970 empleados que tenía el MTC en el año 2000, el 52 por ciento eran graduados universitarios. Entre el personal dedicado a las áreas de ingeniería (aproximadamente 1,000), el 80 por ciento tenía un grado universitario, mayoritariamente en ingeniería, el 3 por ciento eran maestros y el 1 por ciento doctores. Delphi-E&C y Delphi-P son las divisiones más grandes en el MTC con aproximadamente 360 empleados cada una. La División Saginaw del MTC tenía al 2002, 100 ingenieros<sup>68</sup> y 60 técnicos administrativos.

El MTC tiene clientes internos (las plantas Delphi) y una amplia variedad de clientes externos, entre los que se encuentran las principales ensambladoras de automóviles del mundo. Dentro de sus principales actividades están: diseñar y desarrollar nuevos productos o componentes con nuevas tecnologías, desarrollar nuevas aplicaciones para productos existentes, desarrollos para la producción, ingeniería avanzada, diseño y desarrollo de procesos y de celdas de manufactura a escala mundial, parte de investigación aplicada, desarrollo de algunos equipos para el mismo Centro Técnico (integran los sistemas: hacen el diseño mecánico y el *software*) y para las plantas cuando en el mercado no existen los equipos que se requieren. También tienen capacidades para realizar métodos de prueba y construir prototipos, de ahí que en el año 2000 elaboraran 12,000 prototipos.

El MTC cuenta con laboratorios de electrónica, materiales, ingeniería, construcción de prototipos, vapor de fluidos y con una flotilla de autos de prueba. Estos laboratorios tienen alta tecnología y personal calificado, lo cual constituye elementos vitales para el desarrollo de nuevos productos y para la simulación al nivel de pruebas piloto. Asimismo, en los laboratorios se hacen las pruebas a los prototipos, se verifican los cambios para que no afecten al producto y se simulan procesos, entre otras actividades. Además, el MTC cuenta con videoconferencia, un auditorio, programas de capacitación fuera y dentro del centro. Toda la logística relacionada con I+D en México está en el MTC, las plantas no tienen ninguna área destinada a hacer este tipo de actividades.

Las áreas de especialización del MTC son las siguientes: 1. desarrollo y caracterización de nuevos materiales: magnéticos, magnetostrictivos, y plásticos de alto coeficiente dieléctrico; 2. desarrollo de proceso para uso

<sup>68</sup>El 20 por ciento del personal con maestría y 20-30 por ciento estudiando maestría.

de nuevos materiales; 3. soporte técnico en áreas de: tribología, caracterización de aditivos y comportamiento electroquímico; 4. sistemas micro-maquinados (MEMS); 5. estructuras de elementos sensores; y 6. nuevos métodos de generación de movimiento y fuerza.<sup>69</sup>

A partir de la reestructuración realizada por el corporativo de Delphi en el año 2002, el MTC, así como los otros centros técnicos debían trabajar enfocados principalmente a sus tres sectores de negocio. Esto significa un trabajo más en conjunto, se toman decisiones enfocadas a los sistemas en vez de a las partes o componentes. Se busca integrar los grupos de I+D para realizar los desarrollos de producto y romper los paradigmas que habían creado en términos de trabajar de manera independiente y no como un sistema. Lo anterior permite pensar que Delphi Corp. obedece a un tipo de estrategia denominada “estrategia transnacional”,<sup>70</sup> en la cual el corporativo realiza una labor de coordinación e integración en una red conformada por el corporativo y sus subsidiarias en todo el mundo (centros técnicos y plantas de ensamble y manufactura).<sup>71</sup>

Además de las actividades de diseño y desarrollo de producto el MTC, con la reestructuración, ha asumido la responsabilidad de realizar las compras de insumos para las áreas administrativas tanto de las plantas en México como del mismo MTC. Anteriormente, esta responsabilidad era de las plantas pero ahora esta labor ha sido centralizada en el MTC. Esta actividad se suma a otras que ya tenía esta unidad, como era la compra de materiales indirectos y directos para los negocios, cuya responsabilidad de diseño le pertenece, y que se fabrican en las plantas en México y en otros lugares del mundo. Asimismo, el MTC compra maquinaria y equipos a proveedores de diferentes países como Estados Unidos, Alemania, Italia y otros países de Europa. En este contexto cabe señalar que el MTC ha sufrido un rápido crecimiento tanto en el número de actividades a su cargo, como de personal y en espacio físico, tal como se presentó anteriormente.

<sup>69</sup>Entrevista con el gerente de productos de avanzada en el MTC.

<sup>70</sup>Esta estrategia responde al lema “pensar globalmente y actuar localmente”. La gestión corporativa se encuentra estrechamente acoplada en múltiples áreas del negocio, como fabricación global, desarrollo del producto, coordinación de I+D y mercadotecnia. El corporativo desarrolla funciones de control y de coordinación de las decisiones estratégicas y existen flujos entre las subsidiarias y entre éstas y el corporativo, tanto de materias primas, como de personal, información y tecnología.

<sup>71</sup>Entrevista con el director de operaciones de la división E&C.

## *La línea de negocio de sensores y actuadores*

La línea de sensores y actuadores es uno de los negocios importantes dentro de las 14 líneas de negocio que posee la División de E&C, la cual, pertenece al sector de negocios dinámica y propulsión. La segmentación de mercado para los sensores y actuadores consta de 1,404 nichos, de los cuales esta división participa en 64. Lo anterior, representa en el ámbito internacional un 8.8 por ciento del total.

En este contexto, se puede señalar que Delphi Corp. es uno de los más grandes proveedores de sensores y actuadores para automóviles en el mundo y a partir del año 2002 para otros sectores diferentes al automotriz. La producción de sensores y actuadores se realiza en seis plantas en todo el mundo: tres en México (una en Ciudad Juárez, dos en Chihuahua), una en Brasil, una en Portugal y una en China. Este corporativo cuenta, además, con centros técnicos de ingeniería y manufactura en diversos lugares del mundo que ofrecen un importante soporte en el desarrollo y fabricación de sensores y actuadores, tales son los casos de México, Brasil, Luxemburgo y Japón. Vale la pena mencionar que el MTC de Ciudad Juárez es el centro técnico de componentes más grande del mundo y tiene la responsabilidad del diseño de producto de los sensores y actuadores.

La línea de negocio de sensores y actuadores diseña, desarrolla y produce sensores, los cuales se utilizan para transformar cantidades físicas, químicas o biológicas en una cantidad eléctrica. Los sensores son dispositivos de medición y su función es medir, procesar e interpretar datos, los cuales pueden ser compartidos por diferentes sistemas a través de redes locales para diferentes usos o propósitos. Asimismo, diseña, desarrolla y produce actuadores que son dispositivos dosificadores usados para modificar el comportamiento o desempeño de los sistemas como por ejemplo, el control de presión, flujo, dirección, etcétera. Su función es controlar los flujos de aire o líquido que se requieren para el funcionamiento de los sistemas y subsistemas. Los actuadores son productos para el sistema de transmisiones, en especial los solenoides van en diferentes partes del motor y son válvulas (para aceite, agua, aire, etcétera) que permiten tanto los flujos de aire en los sistemas de combustión como la regulación de la combustión. En promedio un automóvil lleva 40 actuadores y 60 sensores.



La División de E&C y su línea de negocio de sensores y actuadores se instaló en México en 1979, con la planta SEC o planta 35. Fue la primera planta de la división Delco Remy en México. Esta planta ha tenido un proceso de crecimiento y evolución en cuanto a capacidades que le han permitido aumentar de manera significativa la manufactura de distintos productos durante los 23 años anteriores. En 1986 inicia actividades la primera planta en la ciudad de Chihuahua con el nombre de Delphi Sistemas de Energía y en 1990 se inaugura la segunda planta con el nombre de Productos Delco de Chihuahua. Estas plantas además de producir sensores y actuadores, al 2002, tienen otras líneas de producto para distintos sistemas funcionales del automóvil.

A partir de 1995 las actividades de diseño, desarrollo e ingeniería de esta línea de negocio se localizan en el MTC, e incluyen ingeniería de diseño (producto, proceso y prueba), laboratorio de ejecución y laboratorio de durabilidad. Hasta 1997 las actividades en sensores y actuadores estuvieron concentradas en trabajar con tecnologías ya probadas. Para el año 2001 el grupo de ingeniería avanzada realizaba la investigación aplicada e ingeniería avanzada. En el MTC se efectúan las siguientes actividades: 1. parte de la investigación aplicada requerida, 2. toda la ingeniería avanzada (desarrollo avanzado), y 3. la planeación estratégica y tecnológica.<sup>72</sup> Además, para el desarrollo de los proyectos interactuaban con Delphi Technologies Inc. y con universidades del mundo, principalmente norteamericanas, los cuales realizan investigación básica y parte de la investigación aplicada que Delphi necesita. El MTC tiene la responsabilidad de diseñar productos para el mundo que se envían a las plantas de Delphi localizadas en Portugal, Estados Unidos, España y Brasil.

### ***Evolución productiva y acumulación de capacidades tecnológicas en la línea de sensores y actuadores***

En esta sección se realiza la descripción de la línea de negocio de sensores y actuadores y se caracterizan las etapas de acumulación por las que ha evolucionado la línea de negocio, asimismo, se analizan las capacidades tecnológicas alcanzadas en cada etapa y se hace especial énfasis en las capacidades tecnológicas innovadoras avanzadas logradas por la línea de negocio.

<sup>72</sup>Adicionalmente se realiza la planeación de las ventas, mercadotecnia e inversiones (MTC, 2001).

Con el fin de esquematizar la historia productiva y tecnológica y la estructura de sus vinculaciones, así como para facilitar el análisis, se identificaron tres etapas de acumulación en la línea de negocio de sensores y actuadores de la división de E&C de Delphi-México.

La definición del inicio de una nueva etapa está asociada a un salto en el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas, que hace posible la modificación en el comportamiento de la empresa, ya sea en organización, en productividad, en costos, etcétera. Es importante aclarar que este salto en el proceso de acumulación puede tener un lapso mayor al de un año, pero para simplificar el análisis se ha decidido tomar los años más representativos en la historia. Las tres etapas son:

1. Etapa I: Ensamble simple de pocos componentes (1979-1988).
2. Etapa II: Ensamble complejo de productos (1989-1994).
3. Etapa III: Diseño de productos (1995-2002).

En cada etapa se describió de manera general los principales acontecimientos ocurridos en el periodo que comprende y que permitieron la acumulación de capacidades tecnológicas. Se realizó un esfuerzo mayor por acopiar y analizar evidencia de la tercera etapa, la cual refleja el nivel de capacidades tecnológicas innovadoras acumuladas hasta el año 2002. Es importante aclarar que esta sección se centra en analizar el proceso de acumulación en los niveles de capacidades tecnológicas alcanzadas por la línea de negocio de sensores y actuadores en Delphi-México, durante las tres etapas, y no en la acumulación de capacidades tecnológicas de la EG en todo el mundo.

### ***Etapa I. Ensamble simple de pocos componentes (1979-1988)***

Delco Remy, que así se llamaba la división que hoy es E&C, inició operaciones en la planta 35 en México con la línea de sensores y actuadores en noviembre de 1979. Las operaciones se iniciaron con 30 personas el 20 de febrero de 1980 bajo el nombre de Sistemas Eléctricos y Conmutadores (SEC).

En 1980 la planta 35 inicia con una sola línea de producción para un producto que se llamaba Quadrajét. El Quadrajét era un inyector de gaso-

lina y aire que se utilizaba en un tipo de motor muy popular por aquella época. Este producto se ensamblaba en una pequeña línea de producción, en donde trabajaban 10 personas, la mayoría técnicos de mantenimiento y algunas de producción. La planta 35 en sus inicios era una maquiladora típica, con ensambles simples y pequeños, procesos muy manuales, con gran cantidad de operarios para hacer un componente y con mucho inventario tanto de producto como de materia prima. Se producía mucho volumen pero con grandes problemas de calidad, lo que originaba muchas piezas rechazadas. Los ensambles y procesos complejos se hacían en Estados Unidos. Se utilizaba una manufactura convencional basada en un sistema de empuje: producir muchos subensambles o productos para cuando uno de sus clientes los necesitara. Asimismo, se tenía poco control sobre las actividades de la planta, casi no se documentaba, no se tenían sistemas establecidos, había una supervisión al nivel de capataz y los operarios sólo ensamblaban sin involucrarse en la revisión de las condiciones y el mantenimiento de la máquina, ni en los detalles del producto. El supervisor era el que sabía resolver los problemas y los operarios no participaban.

La maquinaria que se utilizaba para producir los sensores consistía en prensas manuales, mecánicas y neumáticas, soldadoras de arco eléctrico que sólo unían dos partes metálicas y embobinadoras de alambre. No se tenían procesos de manufactura y las dimensiones de los productos no eran críticas, por lo tanto, se manejaban especificaciones muy flexibles. A principios de los ochenta, el equipo de prueba era lo más complicado en cuanto a tecnología.<sup>73</sup> Para este equipo de prueba se utilizaban circuitos lógicos y de acuerdo con ellos se diseñaban las tablillas. El diseño de las tablillas se hacían en papel y cada una de ellas hacía una función diferente, luego se fabricaban y se ensamblaban en grandes paneles. Esto se constituía en el control del equipo de prueba. La mano de obra utilizada tenía bajo perfil. Era muy difícil conseguir operadores con un nivel de escolaridad que rebasara la primaria. No se necesitaba gran capacitación técnica, sólo saber algo de electricidad y mantener el equipo, el operario adquiriría el resto del entrenamiento sobre la marcha haciendo su trabajo.

El siguiente producto que se trasladó a la planta fue un solenoide para transmisión. También era un producto cuya fabricación era muy manual, lo más complicado técnicamente en su producción era el manejo

<sup>73</sup>Este tipo de tecnología ya no se utiliza en las plantas.

de la embobinadora (marca Baki). El proceso consistía en embobinar el alambre al carrete, incluso se hacía una soldadura entre el alambre y la terminal para que hubiera la continuidad y se cerrara bien el circuito. La forma de soldar era con un caudín, este proceso de soldadura con calor era totalmente manual, así como el trabajo de ensamble que había que realizar después que los carretes salían de la embobinadora.

Posteriormente se trasladó a la planta un sensor de detonación, el cual se enroscaba en el motor para detectar sus vibraciones. Por ejemplo, si el motor trabajaba bien el movimiento era uniforme, si tenía problemas en la combustión iba a tener alteraciones en el movimiento. El sensor de detonación detectaba este problema y enviaba una señal a la computadora del automóvil para tratar de regular el aire, la gasolina y el tiempo en las bujías. Este sensor tenía un proceso de producción similar al que se tenía en la planta con otros productos: era un carrete al que se le embobinaba un alambre, se ponían dentro algunas partes funcionales, se sellaba y luego se prensaba. Después éste se sustituyó por un sensor un poco más sofisticado, ya en lugar de alambre y metal, se usaba un material piezo-eléctrico.<sup>74</sup>

En la década de los ochenta el diseño de gran parte de los productos de la planta 35 se realizaba en Estados Unidos, especialmente los primeros productos venían de Anderson (Indiana), donde estaba ubicado el centro técnico. De este centro llegaban, además, los equipos, los sistemas de manufactura, los procesos, etcétera. El personal de la planta 35 sólo se dedicaba a hacer uso de los equipos, seguir instrucciones y a fabricar los productos, por lo tanto la comunicación telefónica era muy intensa y los ingenieros de la planta tenían que viajar frecuentemente a Anderson. Asimismo, toda la materia prima, inclusive los paneles donde se enviaba el producto, se importaba de Estados Unidos, en especial de las áreas de Indiana, Illinois, Michigan y otros estados del noreste de Estados Unidos.

Durante los años ochenta se siguieron trasladando a México más productos, muchos de ellos relacionados con la tecnología de sensores para transmisiones, para sistemas de ABS y sensores para el motor. Todos ellos venían con la tecnología del producto y proceso que se manejaba en la

<sup>74</sup>Este consiste en una moneda que con base en la diferencia de potencial genera una corriente que de acuerdo con los movimientos está generando una señal continua de voltaje, si hay un movimiento fuerte se aumenta el voltaje y es la forma como detectaba el movimiento del automóvil.

planta 35: embobinar, soldar, ensamblar y hacer una prueba al final. La diferencia estaba en que se producía lo mismo pero con tecnología mejor y de vanguardia. Por ejemplo, se pasó de hacer una soldadura manual con cautín a soldar con diales de plomo, en donde la máquina automáticamente coloca la soldadura.

A medida que el personal adquirió más experiencia y más conocimiento técnico, los procesos se fueron volviendo más complejos y el personal técnico se involucró más con estos procesos. Un ejemplo de esto ocurrió entre 1985-1986 cuando en el área de prueba, los ingenieros de la planta, eliminaron los “Car laks” y los sustituyeron por los PLC,<sup>75</sup> que actualmente existen y que hacen la misma función de los “Car laks”, pero tienen un nivel de sofisticación más alto.

A mediados de los ochenta empezó un importante ascenso de ingenieros mexicanos al ámbito directivo. Esto permitió el desarrollo de habilidades gerenciales que preparó al personal, para cuando se dio la división de la planta 35 en subplantas en el año 1991. Para 1986 ya se tenían tres gerentes mexicanos que habían logrado consolidarse a través de su capacidad para administrar los procesos y tomar decisiones. Asimismo, el crecimiento de la planta, la posibilidad de crear nuevas plantas en territorio mexicano y el costo de los gerentes estadounidenses incentivó la formación de directivos mexicanos. En este sentido, “la rotación de los ingenieros por diferentes puestos de mando jugó un papel importante para generar una actitud gerencial en la gente”.<sup>76</sup>

A partir de 1986 se inició la implantación de la manufactura sincronizada o de jalón (*pull system*). Esto significaba: “producir sólo lo que el cliente pide”. Lo anterior, fue antecedido por la implantación de las ocho disciplinas de operación y calidad, la primera de ellas y la más importante: “un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”. Con lo anterior, se logró mejorar el trabajo en la planta y educar al personal en la organización de la producción y los puestos de trabajo.

Con base en lo anterior, en la tabla 9 se presenta la valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas alcanzadas en todas las funciones técnicas, por la línea de negocio de sensores y actuadores, durante esta

<sup>75</sup>Estos son sistemas sencillos de programación que se llamaban programación de escalera. Ya no se utilizaban los paneles con tarjetas, ahora se hacía mediante una computadora Casio.

<sup>76</sup>Entrevista con el director de Operaciones de Saginaw-México.

**Tabla 9**  
**Valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas de la línea de negocio de sensores y actuadores de Delphi en la etapa I**

Nivel de capacidades tecnológicas	Función técnica de inversión		Función técnica de producción		Función técnica de soporte			VCCT
	Toma de decisiones y control	Preparación y ejecución del proyecto	Centrada en procesos y organización de la producción	Centrada en el producto	Vinculación externa	Vinculación interna	Modificación de equipo	
Capacidades operativas básicas	0.15	0.15	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	
Total	0.15	0.15	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	1.00

Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla 7.

primera etapa de evolución. La valoración cualitativa permite tener una fotografía, de una etapa del tiempo, del proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en la línea de negocio en estudio.

Si se observa la tabla 9, en la primera etapa, que es de aproximadamente nueve años, la línea de negocio sólo logró acumular capacidades operativas básicas, lo que le permitía cumplir con lo que se requería para establecerse en el mercado. Así, la valoración cualitativa muestra un valor de 1.0, es decir se contaba con lo básico para producir. La dependencia del centro técnico de Anderson en un principio era muy fuerte, ahí se tomaban la mayoría de las decisiones que afectaban a la planta. A pesar de ello, durante este lapso de tiempo se adquirieron capacidades en muchas áreas de las plantas, especialmente en el área administrativa lo que hizo posible que se diera un cambio organizacional. Este cambio se da a finales de los ochenta y les permitió a las plantas tener mayor control y organización en los procesos y los productos, lo que repercutió en la productividad de las mismas. Este cambio consistió básicamente en la instalación de la manufactura sincronizada, la cual les permitió a las plantas tener mayor control y organización en los procesos. Este hecho marca un salto en la acumulación, y se pudo hablar del inicio de la segunda etapa.

## ***Etapa II. Ensemble complejo de productos (1989-1994)***

Para este periodo además de revisar la evolución productiva y tecnológica de la planta 35 se incorpora la revisión de las dos plantas de la ciudad de Chihuahua, ya que fueron instaladas en este periodo. Lo anterior se hizo considerando que estas tres plantas son las encargadas en México de producir los diferentes tipos de sensores y actuadores que se tienen actualmente en el mercado. La decisión de producir ciertos tipos de sensores y actuadores en México obedece a una estrategia corporativa que analiza muchas variables importantes, entre las cuales están los costos, la cercanía con el cliente, la calidad, el cumplimiento, entre otras.

### *Planta 35. Sistemas Eléctricos y Conmutadores (SEC)*

Desde su instalación en México, la planta 35 funcionaba en un solo edificio como una sola planta y tenía una distribución por departamentos grandes y no por líneas de negocio. Estaba organizada en módulos de producción por áreas (sensores, solenoides, inyectores, etcétera). Se tenía un ingeniero de producto, un gerente de calidad, un gerente de personal y un gerente de finanzas para toda la planta. Esto implicaba que estas personas tenían que atender todos los productos y los clientes.

Entre 1986 y 1991 se dio una transición que fue configurando la organización de la planta 35 en subplantas. A principios de los noventa la planta 35 ya contaba con mucho personal (de tener 30 empleados en 1980 se llegaron a tener hasta 4,500 empleados), con muchos productos, lo que hizo que la administración de la planta se saliera de control. Con el fin de poder controlar y administrar más fácilmente la diversidad de productos, la producción y el personal, para 1991 se decidió dividir la planta 35 en tres subplantas: Controles, ABS, y Transmisiones, con un enfoque por tipo de producto. Cada subplanta tenía su propia administración y cierto nivel de independencia. Esta fue la primera división de SEC en subplantas o subdivisiones. Esta división permitió mejorar la relación con el cliente, ya que se contaba con tres grupos especializados. Esto a su vez le dio más confianza al cliente, porque ya se sabía en cuál de las subplantas estaba la responsabilidad de los productos.

Cada subplanta tenía su gerente de planta, su propio *staff*, su grupo de calidad, de ingeniería y de mantenimiento, sus ingenieros de procesos e industriales, etcétera. Esto implicó que ya no se acudiera a un área central

para la solución de problemas, porque la responsabilidad era completa para cada una de las subplantas. Lo anterior ayudó a entender mejor la función de operación y ayudó al desarrollo de personal mexicano en el área gerencial. Es así como esta reestructuración hizo posible que muchos mexicanos asumieran cargos importantes en la jerarquía de la planta 35; las subplantas de Controles y ABS quedaron con la gerencia de mexicanos. Hasta 1997 el gerente de la subplanta de Transmisiones era estadounidense, quien fue reemplazado en ese año por un gerente mexicano.

Durante este periodo la planta trabajó con líneas de productos y enfoque al cliente. Realizaron algunos ajustes a la manufactura sincronizada y se trajeron a la planta procesos más automatizados, como por ejemplo: el moldeo de plástico para piezas no críticas.<sup>77</sup> Asimismo, debido a que tenían que compactar los componentes porque los automóviles cada vez eran más pequeños, más compactos y de mayor potencia, se trasladaron a la planta productos que requerían alambre más delgado (las áreas de embobinadoras utilizaban alambres con calibres grandes). Esto implicó cambiar la tecnología del proceso, dado que las máquinas que tenían no podían hacer ese trabajo, por lo que se cambió el tipo de embobinadora.<sup>78</sup>

Durante la década de los ochenta la planta tenía muchos problemas debido a que se dejaba toda la responsabilidad de la producción a la habilidad de los operarios y esto ocasionaba muchos accidentes. A partir de 1990 se desarrollan dispositivos que permiten detectar errores cuando el operador se distrae o realiza mal la operación. Estos dispositivos se denominan *poka yokes*,<sup>79</sup> y si bien todo no estaba controlado, sí se mejora la calidad de los productos y se disminuyen los accidentes. Asimismo, en esta etapa se empiezan a aplicar técnicas de solución de problemas acompañados de técnicas enfocadas a la mejora en la manufactura.<sup>80</sup>

<sup>77</sup>El moldeo para piezas críticas se hace fuera de México. La industria automotriz maneja tolerancias muy pequeñas para sus componentes.

<sup>78</sup>Las embobinadoras antiguas eran totalmente mecánicas. La tensión del alambre es un aspecto importante en el proceso de embobinado (es más importante mientras más disminuye el calibre del alambre), en un alambre grueso la tensión no es tan crítica, pero en un alambre capilar, si se estira más se rompe o se quita el recubrimiento y puede causar un corto.

<sup>79</sup>Es un término japonés que significa “caza tontos”. Son sistemas a prueba de error, donde se busca que las operaciones no queden sólo en manos del operador, sino que la misma máquina decida cuando hay un error y le impida seguir el proceso.

<sup>80</sup>Entrevista con el gerente de Manufactura de la subplanta Multec.



Asimismo, en este periodo hay una mejora significativa en el proceso de documentación y en la sistematización de los procesos productivos. Algunos de los entrevistados consideraron que “la planta 35 era competitiva porque tenía gente que había demostrado que sabía desempeñar su trabajo de manera eficiente”.

### *Plantas 57 y 58 en Chihuahua*

La primera planta de Delco Remy en Chihuahua inició operaciones el 14 de abril de 1986 con el nombre de Delphi Sistemas de Energía, hoy conocida como DR de Chihuahua o planta 57. Inicialmente comenzó con 40 personas. Esta planta fue instalada en Chihuahua después de analizar varias alternativas en diferentes lugares de México. Para tomar la decisión se consideraron variables como: cercanía con la frontera, personal para ser contratado, infraestructura, entre otras. En un principio los gerentes de operaciones y de ingeniería eran norteamericanos, el resto de los ingenieros eran mexicanos. Estos ingenieros norteamericanos sólo estuvieron un año y medio. Muchos de los ingenieros mexicanos llegaron a la planta 57 con el primer producto que fue trasladado de la planta 35 en Ciudad Juárez.

La planta 57 en sus inicios no tenía la línea de sensores y actuadores, la idea era absorber productos diferentes y dejar la mayor parte de los sensores y actuadores en Ciudad Juárez. El primer producto que se fabricó se llamaba *Turn signals switch*, el cual se encargaba de manejar las luces en el automóvil. Era un arnés diferente a los que ha producido tradicionalmente la División de Packard Electric. El segundo producto se trasladó en febrero de 1987 y era un activador de vacío, el tercero fue el *hardwired ignition & bean change* que se introdujo en mayo de 1987. Posteriormente se trasladaron otros productos de la familia de los *switch* y un alternador que producía la planta 35. En junio de 1991 se empieza a producir el sensor de velocidad y en 1993 los sensores: Knock, GTH y MR. Todos estos productos eran de Delco Remy y muchos de ellos fueron trasladados de la planta 35.<sup>81</sup> Otros productos que llegaron fueron: *stalk switch*, *oil pump drive*, *harness*, *its sensor*, *nsbu switch*, *ignation switch*, etcétera. El personal de la planta 35 apoyó la transferencia de algunos de estos productos hacia la planta 57 y de otros que llegaron posteriormente.

<sup>81</sup>Se trasladaban porque eran considerados productos maduros, ya se sabía su comportamiento y se tenía experiencia en su producción. Así lograban espacio en la planta 35 para nuevos productos.

Las máquinas eran diseñadas en Estados Unidos y estaban adaptadas a la contextura física de los norteamericanos, lo que obligaba al personal de la planta 57 a realizar las adaptaciones. Estas máquinas llegaban con las líneas de productos directamente de los centros técnicos de Estados Unidos y era necesario que los ingenieros de la planta 57 cambiaran la ergonomía y la seguridad para evitar accidentes a los operarios.

El periodo comprendido entre 1986 y 1990 se caracterizó por el desorden, se acumulaba producto en cada línea de producción, hasta 1,000 piezas en toda la línea. Había mucho descontrol con el manejo del modelo de la manufactura sincronizada, no había rotación de puestos, para los operarios no era necesario saber leer y escribir, las instrucciones eran verbales, se fabricaban muchos productos pero la calidad no era un factor muy importante, se trabajaban metas diarias de 1,000 piezas, se tenía mucho retrabajo con altos costos, las inspecciones eran visuales, no habían auditorías en el proceso; y se hacían pruebas funcionales al producto final, lo que hacía que hubiera mucho desperdicio. Se ocupaba mucho espacio con los subensambles en reparación y se demoraba un día para cambiar la línea de un modelo a otro. En este periodo de cuatro años, además, la planta tenía muchos empleados debido a que cada producto tenía un gerente.<sup>82</sup> De cada gerente se desprendía todo un *staff* de personal. En 1993 la planta 57 empieza a trabajar con sensores digitales GTH, los cuales generan una señal de 0 y 1.<sup>83</sup> En un principio se tuvieron muchos problemas que fueron superados con el tiempo y la experiencia de los ingenieros de la planta. Al 2002, se producían 2,000 sensores digitales diarios y el principal cliente era Isuzu.<sup>84</sup>

Durante este periodo varios de los productos antiguos fueron sustituidos por nuevos. Asimismo, desde que fue instalada la planta 57 en Chihuahua llegaron muchos productos que no eran trasladados de la planta 35 de Ciudad Juárez, sino que eran trasladados directamente desde los centros técnicos en Estados Unidos, particularmente de Rochester y de Flint. Un ejemplo de ello fue el *canister*, cuyo traslado no obedeció a ninguna estrategia en particular, sólo se instaló en Chihuahua

<sup>82</sup>Se contaba con ocho gerentes en la mañana y dos en la tarde.

<sup>83</sup>Con esta tecnología digital el sensor detecta tiempo de respuesta y exactitud, información que es enviada a la computadora.

<sup>84</sup>Isuzu compraba el 80 por ciento de la producción, el 20 por ciento restante se le vendía a GM. Con GM se tuvieron problemas de calidad, por esta razón ya no era el principal cliente.

porque en la planta había espacio y capacidades de producción para fabricarlo.

El 16 de octubre de 1990 se inaugura la segunda planta en la ciudad de Chihuahua con el nombre de Productos Delco de Chihuahua, se conoce también como planta 58. Para el año de 1991 esta planta se rentó a la División de Chasis. La División de Chasis la utilizaba para la fabricación de algunos de sus productos que eran diferentes a sensores y actuadores.

Con base en lo anterior, en la tabla 10 se presenta la valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas alcanzadas en todas las funciones técnicas durante la segunda etapa, por la línea de negocio de sensores y actuadores.

Tabla 10  
Valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas de la línea de negocio de sensores y actuadores de Delphi en la etapa II

Nivel de capacidades tecnológicas	Función técnica de inversión		Función técnica de producción		Función técnica de soporte			VCCT
	Toma de decisiones y control	Preparación y ejecución del proyecto	Centradas en procesos y org. de la producción	Centradas en el producto	Vinculación externa	Vinculación interna	Modificación de equipo	
Capacidades operativas básicas						0.10		
Capacidades innovadoras básicas	0.30	0.30		0.40	0.20		0.20	
Capacidades innovadoras intermedias			0.60					
Total	0.30	0.30	0.60	0.40	0.20	0.10	0.20	2.10

Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla 7.

Como se puede observar en la tabla 10, en esta segunda etapa se da un avance gradual en la acumulación de estas capacidades sobre la base de las actividades que ya se llevaban a cabo. Así, en sólo cinco años se construyeron capacidades innovadoras que implicaban cambio técnico y que le imprimieron una dinámica diferente a la competitividad de la línea de sensores y actuadores en México. En términos cuantitativos,

la valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas alcanzó un valor de 2.1, lo que muestra que en la gran mayoría de las funciones técnicas se alcanzaron capacidades innovadoras, pero a diferentes niveles de acumulación, lo que significa que hubo mayor desarrollo en unas funciones más que en otras. Así, durante este periodo coexistieron actividades de ensamble simple y complejo con actividades de manufactura en un mayor número de productos que requirieron de un mayor avance organizacional. Este avance se caracterizó especialmente por el desarrollo de habilidades para mejorar, adaptar y organizar los procesos productivos.

Durante estos años se dieron las condiciones que hicieron posible la instalación del centro técnico en Ciudad Juárez, en 1995. Esta instalación permitió hacer un parteaguas en el proceso de acumulación de la línea de negocio de sensores y actuadores, debido a que el diseño para el mundo de esta línea de negocio es asumido por el MTC. La cercanía del MTC con las plantas facilitó la comunicación y agilizó los procesos de interacción entre uno y otra. De ahí que se defina a este hecho como el salto de la segunda a la tercera etapa.

### *Etapa III. Diseño de productos (1995-2002)*

Como se mencionó anteriormente, la tercera etapa arranca con la instalación del MTC en Ciudad Juárez y durante este periodo se inicia un proceso de consolidación en su relación con las plantas y en la generación de diseños para algunos productos de Delphi a escala mundial.

#### *Planta 35. Sistemas Eléctricos y Conmutadores (SEC)*

Para el año de 1995 la planta 35 llevaba más de 15 años ensamblando y manufacturando diferentes tipos de productos relacionados con las líneas de negocio de Delphi, entre ellas la de sensores y actuadores. Su relación en cuanto al diseño de productos era básicamente con el centro técnico de Anderson como se describió en las etapas primera y segunda.

A partir de 1995, con la instalación del MTC en Ciudad Juárez y con el traslado a la localidad de las actividades de diseño para diferentes productos y procesos, entre ellas para la línea de negocio de sensores y actuadores, se inicia un proceso de interacción entre producción y tecnología. El MTC, en un principio, fue integrado por ingenieros que se trasladaron

de las plantas en México y del centro técnico de Anderson, así como por ingenieros que trabajaban en otras empresas de la región y que tenían experiencia en procesos y productos. Con esto los directivos de Delphi esperaban que la interacción entre el MTC y las plantas fuera más fluida y cercana.

En el año 1998 se da la fusión entre dos divisiones de Delphi: Energy y Chasis. Así, las plantas 35 y 57 y el grupo de ingeniería avanzada para sensores y actuadores del MTC que pertenecían a la división de Energy, así como, el centro técnico de Dayton y la planta 58, que pertenecían a la División Chasis pasaron a ser parte de la nueva división denominada Energy & Chasis. Por lo tanto, las plantas 35, 57 y 58 empezaron a fabricar productos de las que antes eran dos divisiones separadas. De ahí que a partir de 1998, las plantas ya no sólo se relacionaran con el MTC, sino también con centros técnicos en Estados Unidos,<sup>85</sup> a raíz del traslado para fabricación de productos cuyo diseño pertenecía a estos centros técnicos. Un ejemplo de esto es la subplanta de ABS que desde 1998 tiene a su cargo el área del Delphi Break Control (DBC7)<sup>86</sup> y desde 1999 la producción del modulador. Los diseños originales del DBC7 y del modulador eran responsabilidad del centro técnico de Dayton. En el recuadro 1 se presenta el caso del producto DBC7, que pertenecía a la división Chasis y su diseño fue iniciado en 1994 en el centro técnico de Dayton, posteriormente, la responsabilidad del diseño se delegó al grupo de ingeniería avanzada para sensores y actuadores del MTC y se empezó a fabricar en la planta 35 en 1998.

Desde 1997, se han trasladado a la planta 35 procesos mucho más sofisticados que los que se trajeron con anterioridad. Durante mucho tiempo estos procesos fueron muy específicos y sencillos, por lo cual la planta sólo los reproducía. El traslado de nuevas tecnologías en procesos, como por ejemplo, aplicación de rayos láser en procesos de soldadura (año 1998), engravados 2d y 3d que son sistemas de visión para hacer los ensambles de forma correcta (año 2000),<sup>87</sup> entre otros. Esta situación

<sup>85</sup>El centro técnico de Dayton es el responsable del modulador y el centro técnico de Flint es el responsable del *software* para programación de los subsistemas.

<sup>86</sup>Es un conjunto de válvulas que se abren y se cierran controlando el líquido de frenos en los automóviles.

<sup>87</sup>El engrabado 2d y 3d significan que se manejan dos y tres dimensiones. Estos engrabados funciona así: en un cuadrado muy pequeño de una de las partes del componente se coloca el número de parte, número de serie y fecha, a partir de puntitos sobrepuestos (esto se utiliza para hacer control de lotes y de calidad en las áreas de ensamble del DBC7 de la subplanta ABS). Posteriormente, esa parte del componente se junta

### Recuadro 1 El caso del DBC7

El DBC7 es un caso muy interesante porque en dos años el personal de la planta tuvo que asimilar mucho conocimiento tecnológico, relacionado especialmente con el equipo para producirlo y para probarlo. Este producto tiene muchos procesos que son difíciles, y para ellos se cuenta con equipos muy sofisticados en sistemas de visión utilizados principalmente para ensamblar las piezas que componen las válvulas. El DBC7 tiene una combinación entre partes hidráulicas y electrónicas. La parte electrónica controla todo el funcionamiento y la parte hidráulica sirve para ejecutar la función en el producto, por lo tanto, es importante saber cómo probarlo. A este producto se le hacen muchas pruebas y muy complicadas. Como se dijo anteriormente, este producto fue diseñado en el centro técnico de Dayton, pero debido a las necesidades requeridas para su producción y a la complejidad del producto los ingenieros de la subplanta ABS están haciendo mejoras en la manufactura. Así, en el año 2002 estos ingenieros estaban trabajando en programar el circuito para este producto en conjunto con los ingenieros del MTC.

Fuente: Arias (2004), con base en las entrevistas.

obedece a la confianza que los directivos de Delphi han ido consolidando sobre la planta 35 y sobre otras plantas en México. Así, “en Delphi-México ha logrado pasar de competir por mano de obra barata a ser competitivo en mano de obra calificada, con ingenieros dispuestos y capaces de aprender, con lo cual ha logrado niveles de autosuficiencia en procesos tan complejos como el mantenimiento para el equipo de soldadura con rayos láser”.<sup>88</sup>

En el recuadro 2 se presenta el caso del modulador, como un ejemplo de los productos que han llegado a las plantas en México con procesos de mayor sofisticación tecnológica.

Con el incremento en la complejidad de los procesos, la planta 35 ha tenido que ser más rigurosa con la calidad de los productos. En este sentido, en 1998 se contrata un asesor japonés con el fin de implantar la manufactura *lean* o esbelta. Estas técnicas de *lean manufacturing* fueron

---

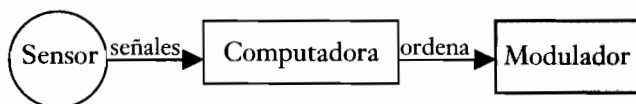
con otra parte, que es el circuito eléctrico, la cual viene identificada con un código de barra normal. Como son varios modelos y es muy importante que se ensamblen de manera correcta, hay un sistema de visión que lee el engrabado y lo compara con el modelo que está corriendo. Luego la máquina lee el código de barras y verifica que las dos partes se llamen igual, de lo contrario no permite hacer el ensamble. Esta tecnología es nueva y se está utilizando en una línea que se montó en el 2001.

<sup>88</sup>Entrevista con el gerente de la subplanta ABS. Para este gerente: “Cuando una planta llega a un nivel de producción como el que tiene la planta 35 al 2002, la evolución hacia productos más complejos es mucho más rápida.”

## Recuadro 2 El modulador

El modulador es un módulo inteligente que hace parte del sistema de frenos antiderrapantes.<sup>89</sup> Su función primordial es hacer más eficiente el sistema regulando el flujo de líquido de frenos con el fin de evitar que el conductor pierda el control del automóvil cuando las llantas se “amarran”.

Los sensores detectan el movimiento de la llanta del automóvil, envían una señal de voltaje a la computadora del automóvil y la computadora acciona el modulador. El modulador mediante una serie de válvulas que se abren y se cierran, permite o interrumpe el flujo de aceite, que es el que frena al automóvil. El sistema de frenos en un automóvil de manera muy esquemática funciona así:



El modulador está compuesto de una base en aluminio que se trae a la planta 35 de Estados Unidos. Al ingresar al proceso de producción se lava y permanece en ambiente controlado. A esta base le instalan las válvulas (*apply, release, traction*) de acuerdo con el modelo que se esté fabricando.<sup>90</sup> Debido a que estas válvulas controlan el líquido de los frenos, ellas también son producidas en ambiente controlado. Todas las partes que las componen son lavadas con agua, jabón y ultrasonido, luego pasan a la línea de ensamble. En esta línea todos los operarios usan gorros, guantes, tapaboca, bata y se tienen todos los mecanismos de limpieza y seguridad necesarios. La soldadura de las válvulas se hace con láser para evitar rebabas y partículas que alteren el funcionamiento del sistema. La limpieza de las válvulas se hace con aire para evitar partículas que obstruyan los orificios capilares.

Después que las válvulas han sido soldadas en la base de aluminio, este conjunto se traslada a la zona de producción que no tiene ambiente controlado. En esta zona se le instala el motor,<sup>91</sup> le incorporan los tapones, el líquido de frenos, los balines y luego pasa por varias inspecciones. Estas inspecciones son visuales y funcionales y cada uno de los operarios que hacen la inspección ponen en el modulador pequeños puntos de colores que significan que pasó la prueba correspondiente. Finalmente es almacenado para posteriormente ser enviado directamente a Estados Unidos para su ensamble en el sistema de frenos. El modulador se puede ensamblar por partes o completo, esto significa que puede llegar directo a la ensambladora o a través de la secuenciadora.

Fuente: Arias (2004), con base en las entrevistas.

<sup>89</sup>Según el gerente de Manufactura de la subplanta de Multec: “El modulador se diseñó para perder dinero como subsistema y para ganar como sistema.”

<sup>90</sup>Actualmente se tienen cuatro modelos.

<sup>91</sup>Este motor es fabricado en la planta 57 que se encuentra en Chihuahua.

posteriormente transferidas a otras plantas de México y el extranjero.<sup>92</sup> Este modelo de manufactura esbelta se enfoca principalmente a reducir desperdicios, movimientos innecesarios, tiempos de espera, exceso de personal, inventarios, etcétera. Permite obtener un mejor aprovechamiento del proceso productivo, eliminando actividades repetitivas y rutinarias, estimulando en el personal sus habilidades e influenciando la cultura organizacional para que las personas se involucren con el nuevo modelo.<sup>93</sup>

En el año de 1997 se crea el departamento de Multec como un apéndice de la subplanta de Transmisiones. Debido al rápido crecimiento de Multec, en 1999 este departamento se independiza de la subplanta de Transmisiones y es considerada como otra subplanta. Al 2002, la planta 35 estaba constituida por cuatro subplantas que tenían su propia estructura orgánica: Transmisiones, Sistemas de Controles (parte del tablero), Frenos ABS y Multec. Se contaba con tres gerentes mexicanos: gerente subplanta ABS, gerente subplanta Multec y un solo gerente que dirigía a las subplantas de Transmisiones y Controles.

La subplanta de Transmisiones produce una especie de carburador, que regula la cantidad de aire combustible para que se dé la combustión en el automóvil. Además, se fabrica un solenoide y sensores que van ensamblados en la transmisión de los automóviles. Estos sensores generan señales para los cambios de velocidad en la transmisión. El sensor registra la velocidad a la que va la transmisión del vehículo, manda la señal a la computadora y ésta envía una señal eléctrica a los actuadores o solenoides para que deje pasar determinada cantidad de fluidos, o lo impida, dependiendo del tipo de solenoide o bobina. Se tienen productos “de servicio” que son para las ferreterías, refaccionarias y agencias. Estos productos son controlados por el área de “Control de producción” y ellos programan lo que se requiere. Las piezas para servicio van en un empaque con el logo de la compañía. La producción que se va en charolas la llevan a ensamblar a las otras plantas.

En la subplanta de Multec la mayoría de los procesos para la producción de sus solenoides son manuales. Estos productos consisten en una bobina y su encapsulado (se utiliza el proceso de moldeo), que se le

<sup>92</sup>Entrevista con ingenieros de la planta 35.

<sup>93</sup>La implantación de la Lean Manufacturing y todos los procesos de mejora continua han estado fuertemente apoyados por el director de Manufactura de Delphi Corp.



incorpora al inyector para gasolina. Los solenoides sirven para controlar (dosificar) la cantidad de gasolina que va al motor a través de un tubo de combustible. Los principales proveedores de esta subplanta son extranjeros, principalmente de Estados Unidos, hasta el año 2002, no había ningún proveedor nacional de componentes para estos solenoides. Sus clientes (plantas de Delphi) están principalmente en Estados Unidos, Alemania y Brasil. La subplanta Multec sufrió un rápido crecimiento, desde 1997 hasta el 2002, que se manifestó en las crecientes ventas de sus productos en el mercado internacional.

### *Plantas 57 y 58 en Chihuahua*

En el año de 1995 la planta 57 contaba con gran variedad de productos que eran trasladados de los centros de ingeniería de Anderson, Rochester y Flint, principalmente. Para esta época la planta ya había alcanzado un avance importante en los procesos productivos y al nivel de calidad, pues ya no sólo recibía productos estandarizados y maduros provenientes de la planta 35, sino productos nuevos que llegaban directamente de los centros técnicos responsables de éstos. La confianza creciente de los directivos de Delphi en esta planta<sup>94</sup> se debió a que desde principios de los noventa se incorporaron diferentes prácticas relacionadas con la calidad, como el mejoramiento continuo, la metodología *Shaining*, el *green belt* y *black belt*, que son técnicas de solución de problemas que antecedieron al 6 sigma, entre otras prácticas. Estas prácticas se aplicaron especialmente a la ingeniería de manufactura y producción.

En 1998 la planta 57 inicia el proceso de cambio de la manufactura sincronizada que tenía implantada. Con la ayuda del asesor japonés que fue contratado para impulsar la implantación de la manufactura esbelta en la planta 35, se llevaron a cabo los talleres de cinco días con una intensidad de 12 horas por día, con el fin de capacitar al personal en el modelo de manufactura esbelta. La implantación de este modelo ha coadyuvado al establecimiento de procesos como: el mantenimiento preventivo total (TPM), la calidad a la primera vez (FTQ), la verificación sucesiva para que la materia prima sea la correcta, y los *dummys*<sup>95</sup> que hacen posible verifi-

<sup>94</sup>Entrevista con la directora de Operaciones Chihuahua, Torreón, Tlaxcala.

<sup>95</sup>Los *dummys* permiten manejar colores en lugar de número de partes, lo que facilita la organización del proceso productivo.

car que se estén corriendo los modelos correctos de cada producto, entre otros. Además, se han incorporado líneas automatizadas que permiten al operador desempeñar varias funciones. En la implantación de este modelo participaron personas de todos los niveles de la organización en cada una de las plantas.<sup>96</sup>

Al 2002 los procesos eran muy flexibles y esto permitía hacer un acondicionamiento rápido para producir más o menos piezas. Las líneas de producción se movían de acuerdo con el *layout* predefinido en el diseño del proceso, lo que hacía que se agilizaran los cambios de un producto a otro sin mucha dificultad. Las plantas cuentan con ingenieros de producto que dan retroalimentación al MTC cuando se requieren cambios de materiales, ahorros en el producto, alguna requisición del cliente o de producción. La mayoría de los cambios organizacionales que se han dado en las plantas se hacen por lineamientos del corporativo.

El MTC es el capacitador interno de Delphi-México, en 1995 los ingenieros del MTC se encargaron de dictar el taller Team Delphi para el personal de las plantas de Chihuahua y en 1996 se realizó la capacitación al nivel ejecutivo, donde el gerente de cada planta se convirtió en el facilitador, así su función era trasladar toda la información recibida en el MTC a las plantas. El MTC se encarga de dar la información, las herramientas y proveer el personal capacitado para dar los talleres. Para el 2002 se estaba dictando el taller Team Delphi 5, mediante el cual se le enseñaba al personal de la planta a aplicar las herramientas de la manufactura esbelta. A ese año se habían dictado siete talleres en las plantas de Chihuahua involucrando ingenieros, personal administrativo, técnico y operativo. Asimismo, las plantas 57 y 58 de Chihuahua cuentan con programas de capacitación que atienden a todo el personal de las plantas. Cuando se hacen estos programas de capacitación se detectan las necesidades que requieren por año, se evalúan todos los niveles y se planean los cursos. Esto incluye cursos para primaria, secundaria, preparatoria, cursos técnicos y las necesidades al nivel de carreras universitarias y posgrados.

Con la fusión de las divisiones de Energy & Chasis, a partir de 1998 se empiezan a trasladar productos de la línea de sensores y actuadores a la planta 58. En esta planta se produce el motor para el DBC7,

<sup>96</sup>Se realizaron talleres que involucraban al personal de las plantas y del MTC.

**Tabla 11**  
**Datos de las plantas 57 y 58 de Chihuahua, año 2002**

Número de empleados	<i>Planta 57</i>	<i>Planta 58</i>
	<i>1,160 personas*</i>	<i>510 personas*</i>
Productos	Módulo 1. Sensores –KS, GTHS, –MRS, –OPD, es la extensión de la bomba de aceite. Módulo 2. Solenoides –CCP –EPP –VR_sensor Módulo 3. Generadores –714 AD –714 WC –Canister, es un reciclador de vapores de gasolina.	–MRA (modulador de gasolina)** –Camphaser (válvula para controlar el tiempo de ignición del motor) <sup>1</sup> –SBA (sistema eléctrico que hace parte del sistema de frenos) <sup>2</sup> –Power brake; Dram y Park (dispositivos para el freno de mano) –ABS, DBC7 (motor para el modulador) –IAMF (módulo de mezcla aire gasolina) <sup>3</sup>

\*Datos entregados por los directores de Personal de las dos plantas de Chihuahua.

\*\*Se producen 12,000-13,000 unidades/semana del MRA y del Camphaser.

<sup>1</sup>El MTC de Juárez es responsable de este producto.

<sup>2</sup>Se producen 20,000 unidades/semana.

<sup>3</sup>Este producto y el Power brake van directo a la ensambladora GM.

Fuente: Arias (2004), con base en entrevistas.

que posteriormente es enviado a la planta 35 en Ciudad Juárez para ensamblarlo en el modulador. En la tabla 11 se presenta la información sobre el número de empleados y los productos de las plantas 57 y 58 de Chihuahua.

#### *Centro Técnico en México (MTC)*

Como se ha mencionado anteriormente, con la instalación del MTC en Ciudad Juárez se inicia una nueva etapa en la evolución tecnológica de las plantas de Delphi en México, especialmente en las encargadas de producir la línea de negocio de sensores y actuadores. Esta nueva etapa estuvo constituida por cambios que afectaron significativamente el funcionamiento normal de las plantas desde diferentes puntos de vista.

En el recuadro 3 se ilustra cómo fue el proceso de integración del MTC al nuevo contexto que se presentaba en 1995, como ha sido la relación con

las plantas en los primeros años de su instalación en México y la evolución en el aprendizaje de sus ingenieros y del mismo MTC.<sup>97</sup>

En 1997 se establece el grupo de ingeniería avanzada. Este grupo trabajó inicialmente en el Proceso de Desarrollo de Producto (PDP) con el producto denominado DBC7, que fue trasladado del centro técnico de Dayton; posteriormente y debido al aprendizaje y experiencia de sus miembros se empezó a trabajar en la etapa del Proceso de Desarrollo Avanzado (ADP) con la siguiente generación del DBC7 que es el DBC9; donde se partió de tecnologías probadas por otros competidores (como Bosh). Cuando el grupo de ingeniería avanzada fue madurando su conocimiento y experiencia se avanzó a la etapa del Proceso de Desarrollo de Tecnología (TDP) con el sensor de aceite; mediante el cual se desarrolló y se introdujo nuevas tecnologías al portafolio de productos de la empresa. Al año 2002, el grupo de ingeniería avanzada de sensores y actuadores en el MTC tenía seis doctores, 16 maestros y 13 ingenieros. Este grupo era el encargado de desarrollar el diseño y la tecnología en la línea de negocios de sensores y actuadores a escala mundial.

Delphi Corp. para algunos productos sigue una estrategia de líder tecnológico. En sensores y actuadores se realiza investigación aplicada y se desarrollan tecnologías nuevas a escala internacional. Estas investigaciones están fuertemente apoyadas por Delphi Technologies Inc., universidades, principalmente norteamericanas, e institutos de I+D a nivel mundial que proveen investigación básica para los proyectos. Si bien en algunos productos y procesos se utiliza conocimiento desarrollado por otros líderes tecnológicos, en algunas áreas se desarrolla nuevo conocimiento. El caso del sensor de aceite es un ejemplo de actividades de I+D para obtener liderazgo a escala internacional. Este sensor fue desarrollado en el MTC y para el año 2002 aún no pasaba a producción, ya que se estaban haciendo pruebas. Las mejoras y desarrollos realizados en sensores y actuadores revelan el proceso de aprendizaje del grupo de avanzada en el MTC.

En este contexto, vale la pena señalar que a partir de febrero de 2002 se llevaron a cabo reformas con el fin de mejorar la competitividad de Delphi Corp. y responder a las necesidades de los clientes. Estas reformas han obedecido a decisiones tomadas desde el corporativo. Entre

<sup>97</sup>Entrevista con el gerente de la subplanta de ABS.

### Recuadro 3

#### La instalación de MTC y su impacto en las plantas

Muchos de los ingenieros que se incorporaron al MTC trabajaban en las plantas, quienes tuvieron que dejarlos ir para que el MTC se consolidara. Estos ingenieros, generalmente, eran los mejores en sus áreas y los que tenían mayor conocimiento, lo cual debilitó en un principio los recursos humanos de las plantas.

Para el MTC también fue difícil, en un principio desarrollar sus actividades de diseño, ya que los ingenieros en Ciudad Juárez estaban acostumbrados al ensamble y a mejorar los procesos pero no se diseñaba ni las piezas, ni los procesos y mucho menos los productos. Este fue uno de los inconvenientes con los cuales se encontraron los directivos del MTC.

Según el gerente de la subplanta de ABS: “No fue cierto que al darle al MTC los mejores ingenieros de las plantas se iba a lograr empezar y desarrollar rápidamente un proyecto de diseño. Estos ingenieros no sabían qué hacer, se aburrían, se sentaban frente a la computadora y decían y ahora qué hago. Por ello, al principio hubo muchos problemas, aunado al hecho de que el entrenamiento no fue bueno, ya que no se trajeron ni a todos, ni a los mejores ingenieros del Centro Técnico de Anderson.”

En este sentido, a las plantas les costó mucho trabajo llevar a producción los primeros diseños que salieron del MTC. Estos primeros diseños fueron muy deficientes en cuanto al diseño del producto y del sistema de manufactura. Por ejemplo, la subplanta de ABS tuvo malas experiencias ya que llegaron dos productos del MTC, los cuales habían sido diseñados en primera instancia en Estados Unidos y su diseño final lo hicieron en el MTC (uno de estos productos al 2002 aun se hace en la subplanta de ABS). Estos productos y los equipos fueron instalados en la subplanta de ABS y no fue posible poner a funcionar los equipos, y cuando lograron funcionar hacían 10 piezas y se descomponían. La compra de equipo fue muy crítica, porque se probaban en el laboratorio equipos que hacían tres piezas muy bien, pero al momento de escalar la producción para hacer 100,000 piezas al día, a las 20 piezas el equipo se descomponía y no trabajaba más. Con estos inconvenientes el gerente tomó la decisión de utilizar el equipo existente en la planta y dejar a un lado el equipo nuevo, así se hizo con cada proceso y se cambiaron todas las líneas a lo que se conocía, a lo tradicional.

A partir del año 2001 el desempeño de los diseños del MTC ha mejorado. El MTC ha avanzado mucho más en cuanto al diseño del proceso, equipo y sistemas de manufactura que en el área del diseño de producto. Esto tiene su lógica, muchos de los ingenieros que están en el MTC, eran gente que venía de las plantas de manufactura y conocen los equipos, entonces ellos son expertos en arreglarlos, no en diseñarlos. De ahí que sea más fácil aprender a diseñar equipos o poner controles de proceso a un sistema de manufactura, que diseñar un producto. En relación con esto, el gerente de ABS dice: “Entonces yo pienso que vamos en un nivel mayor en cuanto a lo que es sistema de manufactura y equipo, pero todavía nos falta bastante para desarrollarnos técnicamente en la cuestión de diseño del producto. Afortunadamente creo que se ha aprendido mucho. Al principio fue muy doloroso y muy difícil, nosotros nos pasábamos día y noche para poder hacer las piezas que quería el cliente y no alcanzábamos, pero una vez que se aprende, los desarrollos son mucho más rápidos. De hecho una de las líneas bonitas y que yo pienso que va a trabajar bien es el sensor digital, porque son procesos muy robustos, es una línea corta, diseñada para manufactura y con sus controles para manejo de piezas malas, para asegurar la calidad del producto en el proceso y del producto final.”

Fuente: Elaboración propia con base en las entrevistas.

estas decisiones estuvo la de crear los Competency Group o grupos de competencia<sup>98</sup> para las líneas de negocio. Para el caso de la línea de sensores y actuadores el grupo de competencia está conformado por 16 ingenieros,<sup>99</sup> tres cuartas partes de sus integrantes son mexicanos.

En el recuadro 4 se presenta el caso del diseño del *Motor Base System*. Este caso ilustra lo acontecido con los productos DBC7 y DBC9, que son ejemplos en el MTC de productos PDP y ADP respectivamente.

#### Recuadro 4 Diseño del Motor Base System

En 1994 Bosh tenía la delantera en el Motor Base System, que es un sistema de frenos. En aquel momento Delphi iba en una dirección de i+d diferente a la que exigía en el mercado, entonces gm llamó la atención sobre este tema y Delphi se vio obligada a redireccionarse, con lo cual quedaron en desventaja frente a sus clientes y respecto a sus competidores, pues estaban atrasados. Esto hizo que se tomara la decisión de llevar del centro técnico de Dayton al mtc y la planta 35 el diseño y parte de la manufactura de este producto.

En 1995 el grupo de diseño del mtc empezó de cero a trabajar en este producto. El grupo estaba conformado por 16 ingenieros, de los cuales dos eran de Estados Unidos y 14 eran mexicanos. Los ingenieros de Dayton hicieron la instrucción al grupo. En ese momento, de lo que se trataba era de ganar el negocio, para lo cual se decidió seguir una estrategia de seguidor tecnológico. Por lo tanto, se realizó benchmarking a Bosh, Continental Teves, Sumimoto, Aisin-Seiki, entre otros. El resultado de este análisis fue que se tenía que trabajar en mejorar el peso, el costo y el tamaño del producto que se producía en ese momento. Otro resultado fue el desarrollo del producto dbc7, que son las válvulas que hacen parte del Motor Base System, el cual es considerado como un ejemplo de desarrollo pdp.

Para 1997 se desarrolla la siguiente generación de válvulas denominadas dbc9, que es un ejemplo de desarrollo adp. Para el desarrollo de este producto se trabajó con Bill of Design (base de datos que sirve para hacer las cosas mejor) + Bill of Product (procesos validados). Para el año 2002 se programó su validación funcional y de diseño. A octubre del 2002 su producción en planta estaba pendiente, debido a que era un producto más costoso que el de la competencia, el mercado era aún pequeño y por aquella época el cliente no estaba dispuesto a pagar lo que valía este producto, a pesar de que lo consideraba como un producto interesante.

Fuente: Arias (2004), con base en las entrevistas.

Con base en lo anterior, en la tabla 12 se presenta la valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas alcanzadas en todas las funciones técnicas durante la tercera etapa por la línea de negocio de sensores y actuadores.

<sup>98</sup>Los grupos de competencia están divididos en grupos de diseño y grupos de producto. Generalmente los ingenieros del grupo de producto siempre cambian los diseños para ajustarlos mejor a la producción.

<sup>99</sup>Entrevista con nueve ingenieros en el área de actuadores y ocho en el área de sensores.

Tabla 12  
 Valoración cualitativa de capacidades tecnológicas de la línea  
 de negocio de sensores y actuadores de Delphi en la etapa III

Nivel de capacidades tecnológicas	Función técnica de inversión		Función técnica de producción		Función técnica de soporte			VCCT
	Toma de decisiones y control	Preparación y ejecución del proyecto	Centradas en procesos y organización de la producción		Vinculación externa	Vinculación interna	Modificación de equipo	
			Centradas en el producto					
Capacidades operativas básicas								
Capacidades innovadoras básicas								
Capacidades innovadoras intermedias	0.45	0.45				0.30	0.30	
Capacidades innovadoras avanzadas			0.80	0.80	0.40			
Total	0.45	0.45	0.80	0.80	0.40	0.30	0.30	3.50

Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla 7.

En la tercera etapa se observa la importancia que ha tenido la instalación del MTC en este proceso de acumulación de capacidades tecnológicas locales. Esta importancia se refleja principalmente en que le ha introducido una dinámica especial a las actividades de diseño e I+D y que ha permitido construir capacidades innovadoras avanzadas. En este sentido, hubo una mayor acumulación de capacidades en las funciones relacionadas con las actividades de diseño e I+D, las cuales pudieron ser construidas sobre las capacidades que se habían acumulado en las etapas anteriores. Durante esta última etapa de análisis, se puede señalar que aún coexistían actividades de ensamble simple y complejo con actividades de manufactura, pero de mayor complejidad.

Asimismo, la instalación del MTC ha permitido identificar un contexto diferente a lo que tradicionalmente se tenía en la IME en México. La incursión en diferentes actividades de mayor responsabilidad, en cuanto a productos y procesos, con tecnologías que requieren de habilidades no

sólo de ensamble sino de diseño, han dado un nuevo giro a los estudios realizados para la IME. Asimismo, se han ido asumiendo actividades que en un principio eran responsabilidad del corporativo y de otras instancias, como la toma de decisiones en cuanto a proveedores, traslado de productos para producción, vinculación con el entorno, entre otras. Es importante destacar que para el 2003 el MTC asumió una mayor responsabilidad al convertirse en la primera maquiladora controladora de México.<sup>100</sup>

Anteriormente se presentó la evolución que ha tenido la línea de negocio de sensores y actuadores de Delphi-México y se muestra el rápido ascenso en el nivel de acumulación de capacidades tecnológicas, especialmente las que se relacionan con las funciones de producción y vinculación externa que han alcanzado un nivel de capacidades tecnológicas innovadoras avanzadas en la última etapa de análisis. En términos cuantitativos, la valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas alcanzó un valor de 3.5, el cual refleja que se ha acumulado de manera importante en este negocio en México, pero los valores por columna permiten identificar que esa acumulación no ha sido homogénea en las funciones técnicas estudiadas. Es así como algunas funciones muestran mayor avance por su vinculación con las actividades de diseño e I+D que desarrolla el MTC.

En este contexto, a continuación se analizan con más detalle las actividades relacionadas con las funciones de producción y vinculación externa, las cuales como se mencionó anteriormente, han alcanzado un nivel de capacidades tecnológicas innovadoras avanzadas en la tercera etapa.

### *Capacidades centradas en el proceso y organización de la producción*

Aunado a las actividades que desarrolla el MTC en cuanto a mejoramiento en el proceso, las plantas de ensamble y manufactura cuentan con diferentes tipos de ingenieros que por su experiencia se encargan de hacer innovaciones en el proceso como rediseños, mejoras y validaciones, aplicando técnicas de calidad y mejora continua entre otras actividades que afectan de manera positiva la organización de la producción así como los

<sup>100</sup>Este tipo de maquiladora integra en un solo programa las operaciones de maquila que realizan diversas empresas que conforman un grupo de interés económico, simplificando el proceso de logística de importación y exportación; esto, en primera instancia, le permite reducir costos operativos. La maquiladora controladora responde a la evolución del esquema maquilador a nivel internacional y pretende potenciar el establecimiento de grandes centros de manufactura en México (CNIME, 2003).



costos. Así, en las plantas de Delphi-México se hace mejora continua, se hacen cambios dentro del proceso, se hacen modificaciones e innovaciones, se trabaja con el *First Time Quality* (FTQ), es decir, se busca que la calidad por primera vez sea al 100 por ciento.

Los ingenieros de las plantas interactúan con los ingenieros del MTC en los casos donde se amerita una aprobación para hacer algunos cambios. Esta interacción se da especialmente a través de los ingenieros de proceso que se encuentran tanto en el MTC como en la planta. Los ingenieros de proceso del MTC tienen como función diseñar los procesos robustos, ajustados a los lineamientos definidos por la *lean manufacturing*, y con todas las especificaciones necesarias para obtener un producto dentro de las condiciones exigidas por el cliente. Asimismo, este ingeniero es el que da la autorización para que se hagan los cambios al proceso en la planta. Los ingenieros de proceso de la planta se encargan de mejorar, mantener y controlar los procesos para que sean capaces de producir piezas buenas, evitando y/o dando solución a los problemas. Con el fin de lograr lo anterior, el ingeniero de proceso de la planta está pendiente que la materia prima llegue con las características requeridas por el proceso, que el operador esté bien entrenado y conozca el proceso, que la maquinaria esté funcionando perfectamente, que se reduzcan los desperdicios, entre otras actividades, utilizando así todo lo definido por la *lean manufacturing*. Asimismo, identifica lo mejor posible las rutinas de trabajo de las máquinas para aumentar el tiempo productivo y hacer la coordinación con el área de mantenimiento para realizar las revisiones y correcciones que sean necesarias.

Los ingenieros industriales se encargan del *layout* que involucra operarios, herramientas, maquinaria, estaciones de trabajo, tiempos y movimientos, balanceo de línea, etcétera. Cuando hay un nuevo proceso el ingeniero industrial del MTC está coordinado con el ingeniero industrial de la planta y entre los dos hacen el *layout* y se da una responsabilidad conjunta. Cuando el proceso ya está en la planta el ingeniero industrial del MTC ya no interviene directamente. Asimismo, estos ingenieros participan activamente en los procesos organizacionales de las plantas, mejorando las líneas de producción, disminuyendo tiempos muertos, inventarios en proceso y en productos terminados, mejorando las condiciones de trabajo de los operarios, participando en la inducción y capacitación del personal de piso, entre otras actividades.

En el año 2001, se empezaron a realizar algunas actividades relacionadas con el proceso de moldeo, como por ejemplo: identificar, separar y repetir, lo que permitió que se fueran absorbiendo al interior de la planta este tipo de actividades. Al 2002, los técnicos e ingenieros de la planta 35 estaban trabajando para hacer algunas piezas sencillas que no eran críticas para el producto en Ciudad Juárez.<sup>101</sup> Este trabajo contó con la participación de un ingeniero norteamericano especialista en trabajo de moldes, quien se encargaba de entrenar al personal de la planta.

Dado que la competencia en el sector de componentes para automóviles es fuerte, es importante estar a la vanguardia en cuanto a nuevos procesos que permitan bajos costos, volumen alto y buena calidad, en síntesis, ser competitivo a escala mundial. De ahí que las capacidades centradas en proceso se constituyan en uno de los principales intereses de desarrollo por parte de los ingenieros de Delphi-México. Así, para la tercera etapa, las actividades de esta función técnica muestran un importante avance respecto de las actividades que se llevaban a cabo anteriormente. En esta etapa ya se cuenta con ingenieros especializados en áreas importantes para las plantas, que se encargan de rediseñar los procesos, cuando así se requiere, que participen activamente en el diseño de los procesos cada vez más complejos y en la validación de los mismos, junto con los ingenieros del MTC. Los ingenieros del MTC realizan actividades de I+D para mejorar los procesos. Asimismo, en la tercera etapa se consolida la manufactura esbelta que permite maximizar los recursos, tanto de materias primas como de personal y equipos; se continúa con la mejora continua a todos los niveles de la organización y se consolidan los sistemas de calidad.

### *Capacidades centradas en el producto*

En Delphi el producto sólo puede ser modificado por el centro técnico responsable del mismo y su modificación tiene que ser aprobada por el cliente a través del PPAP.<sup>102</sup> Esto significa que las mejoras y desarrollos

<sup>101</sup>Esto fue importante porque un trabajo sencillo para moldes costaba 100 dólares mínimo y podía llegar hasta los 3,000-5,000 dólares. Entrevista con el gerente de la subplanta ABS (2002).

<sup>102</sup>Production Parts Approval Process.

realizados al diseño para el caso de sensores y actuadores, corresponde ejecutarlos única y exclusivamente a los ingenieros del MTC. Los desarrollos realizados para diferentes productos y los productos nuevos revelan el proceso de aprendizaje del grupo de ingeniería avanzada en México, tal como se muestra a continuación.

El primer proyecto de este grupo de ingeniería avanzada fue el “DBC7 válvulas solenoides para sistemas de control de frenos antiderrapantes”. Este proyecto fue una mejora de ingeniería, inició en 1995 en la etapa PDP y entró a producción en la planta 35 en 1998. El DBC9 es la segunda generación de este primer proyecto y se inició en 1997 en la etapa de Desarrollo Avanzado de Producto (ADP)<sup>103</sup> El segundo proyecto fue el *Rotary position Sn* (sensor de posición angular), de hecho el primer producto diseñado totalmente por el grupo de ingeniería avanzada. La I+D se llevó a cabo en 1999, la etapa de ADP se realizó totalmente en el MTC utilizando tecnologías existentes. Este proyecto se encontraba en el 2002, en la etapa PDP y se estaba instalando por parte del MTC en la planta 35 para iniciar su producción en el 2003. Este sensor pertenece a la subplanta de Transmisiones. El tercer proyecto fue la “Mejora a los sensores de reluctancia variable” de Ford Motor Co. Es un producto de la subplanta de Transmisiones de la planta 35. El cuarto proyecto es un módulo de transmisión y fue denominado con el nombre del cliente: Caterpillar. Está constituido por válvulas hidráulicas, un circuito electrónico, con sensores y actuadores para control. Tiene cierta similitud con el modulador para frenos ABS.

El quinto proyecto fue el “sensor de condición de aceite para motores de gasolina”, las actividades de diseño e I+D se llevaron a cabo en el MTC con el apoyo de instituciones encargadas de hacer ciencia básica. Este sensor es el primer proyecto que comienza en la etapa TDP para la línea de negocio de sensores y actuadores del MTC. Al año 2002 se encontraba aún en la etapa final de diseño y se estaba probando para ser utilizado en motores que funcionan con diesel. En el caso del sensor de aceite el grupo de ingeniería avanzada del MTC realizó parte de la investigación aplicada, el desarrollo avanzado y el desarrollo para la producción.<sup>104</sup> Adicionalmente el grupo de ingeniería avanzada estaba ya explorando

<sup>103</sup>Estos dos productos fueron explicados en los recuadros 1 y 4, presentados anteriormente.

<sup>104</sup>De acuerdo con los entrevistados, este producto es líder en tecnología en el mercado internacional.

nuevas líneas e iniciando el desarrollo de nuevos proyectos desde diferentes etapas: TDP o ADP.<sup>105</sup>

Con base en lo anterior, se puede señalar que esta línea de negocio de sensores y actuadores logró alcanzar un avance significativo en esta función técnica en la tercera etapa. Estas capacidades se relacionan, especialmente, con el grupo de ingeniería avanzada que trabaja no sólo en innovaciones incrementales de los procesos y los productos, característico de las actividades intermedias, sino que además incorporan actividades relacionadas con I+D, para innovar los productos.<sup>106</sup> Así, en la función técnica de producción de la línea de sensores y actuadores de Delphi-México se ha logrado desarrollar capacidades innovadoras avanzadas, tanto en el proceso como en el producto. El salto más importante se dio en producto, ya que se pasó de capacidades innovadoras básicas a avanzadas. Esta acumulación se asocia a los diferentes tipos de actividades encaminadas a fortalecer el negocio de sensores y actuadores en distintas áreas, tal como se describió en las secciones anteriores.

#### *Capacidades relacionadas con las actividades de vinculación externa*

Con el fin de analizar las capacidades tecnológicas avanzadas de la línea de sensores y actuadores de Delphi-México, en la función técnica de Vinculación Externa, se toma como referencia a las actividades de selección de proveedores, la relación con clientes y la vinculación con instituciones del entorno.

#### *Selección y negociación con proveedores*

Delphi Corp. gastaba en el año 2001 aproximadamente 13 billones de dólares anuales en compras a escala global, con lo cual se demuestra la importancia de este rubro en los negocios de esta empresa. Las decisiones sobre las compras de materiales e insumos, tanto directos como indirectos se toman en México o en Estados Unidos, dependiendo del tipo de material que se requiere para la fabricación del producto.

<sup>105</sup>Entrevista con el gerente de Productos de avanzada en el MTC.

<sup>106</sup>Uno de los resultados importantes de la actividad innovadora es el registro de la propiedad intelectual. Sólo en el año 2001 el área de ingeniería avanzada obtuvo 88 récord de invenciones, presentó 55 aplicaciones de patentes, le fueron otorgadas 15 patentes, y realizaron siete publicaciones defensivas y tres secretos industriales. Entrevista con el gerente de Productos de avanzada en el MTC.

Desde 1994 se inició el traslado gradual hacia México de la actividad de compra de materiales directos. Inicialmente se trasladó la compra de material directo que el cliente definía para el producto. El siguiente paso en la evolución fue sugerirle a los clientes nombres de nuevos proveedores, lo cual abrió el espacio para incorporar paulatinamente proveedores en México, tanto mexicanos como extranjeros instalados en la región.<sup>107</sup> En México se podían comprar al año 2002, 200,000 dólares anuales de material directo, cinco veces más que en 1997, que equivalían al 10 por ciento del total de las compras, el 90 por ciento de las compras restantes se hacían desde Estados Unidos. Asimismo, la planta 35 consumía, en el año 2002, aproximadamente 3'000,000 de componentes diarios.

La selección y negociación con los proveedores de material directo es una labor que se hace por parte de ingenieros especializados de manera rigurosa, debido a que debe ser un proveedor certificado, lo cual significa que debe garantizar la calidad, el precio y el cumplimiento. Estos factores son de suma importancia, teniendo en cuenta que Delphi produce para el sector automotriz. En este sector las exigencias son muy altas y esto ha hecho que Delphi-México haya desarrollado un programa para identificar y desarrollar proveedores de material directo para las plantas y el MTC.

En cuanto a las decisiones sobre materiales indirectos, inicialmente, las plantas tenían a su cargo esta actividad pero a finales de los noventa se trasladó parte de estas funciones al MTC. Delphi México compraba aproximadamente 150 millones de dólares anuales de material indirecto en el año 2002. En el MTC y en algunas plantas en México (como el caso de Querétaro) hay un departamento de compras para material indirecto que cuenta con personal que se encarga de analizar a los proveedores y seleccionarlos; asimismo, cuenta con un directorio de proveedores aprobados por la planta, al cual, se acude cuando se necesita. Además, este departamento se encarga de centralizar la información sobre la calidad y el desempeño de los proveedores, que es proporcionada por las plantas y el MTC, con el fin de retroalimentar su directorio de proveedores.

Las relaciones de proveeduría en el sector automotriz se establecen a largo plazo. El cambio de un proveedor no es fácil, porque el cliente (ensambladora) tiene que autorizar con base en todas las validaciones que

<sup>107</sup>Entrevista en el área de compras del MTC.

se hacen a través del PPAP y se debe asegurar que el cambio del proveedor no afecte el producto. Este no es un proceso fácil, barato, ni deseable para las plantas, es por ello que Delphi trabaja en el desarrollo de proveedores que sean consistentes, competitivos y que provean la cantidad y calidad que se necesita. En este sentido, al año 2002 se contaba con un grupo de desarrollo de proveedores para sensores y actuadores en el MTC. La idea de crear este grupo fue de los ingenieros del MTC, quienes hicieron el plan de trabajo para el corporativo, éste lo aprobó y se empezó trabajar con ese grupo para ciertos componentes.<sup>108</sup>

El grupo de desarrollo de proveedores está conformado por ingenieros, que necesitan conocer muchos tipos de procesos. Este grupo tiene como misión identificar proveedores de insumos directos e indirectos para las plantas y desarrollar proveedores mexicanos. Este grupo también se encarga de notificar a los proveedores cuando hay problemas, se les da retroalimentación, se les ayuda a mejorar sus procesos para obtener buenos productos, se les invita para que vean cuál es el papel de su producto en el producto que hacen las plantas. En Delphi-México ya existen otros grupos de este tipo para otras divisiones y otros negocios.

Delphi ha hecho ciertos esfuerzos para desarrollar proveedores mexicanos, tanto a escala local (Ciudad Juárez, Chihuahua) como al nivel de otras regiones del país, con el fin de disminuir los costos y aprovechar la ventaja de tener el proveedor cerca de las plantas. Pero esta labor no ha dado mayores frutos debido a las exigencias que se tienen para el sector automotriz, como ya se han mencionado: volumen, calidad, precio, tolerancias de ingeniería muy pequeñas, entre otras, que difícilmente las empresas mexicanas logran cubrir. Por ejemplo, todos los proveedores de plástico para Delphi se encuentran en el extranjero, o son extranjeros que tienen sus empresas en México. Un ejemplo, de este último caso es Molding, una empresa norteamericana que está ubicada en Ciudad Juárez y que vende material de nylon de Dupont para moldeo. Los proveedores mexicanos son generalmente vendedores de productos extranjeros. Si bien la relación con proveedores mexicanos no ha sido exitosa, se puede afirmar que la relación en términos generales con los proveedores que tiene Delphi es muy cercana y buena, lo que le permite cumplir a cabalidad con los requerimientos del cliente.

<sup>108</sup>Entrevista con el gerente de Productos de avanzada en el MTC.

En el recuadro 5 se describe el caso de un proveedor mexicano que estuvo trabajando para la subplanta ABS. La historia muestra las dificultades que se tuvieron con este proveedor.

### Recuadro 5 Una experiencia fallida con un proveedor mexicano

Por el año 1999, los ingenieros encargados del área de desarrollo de proveedores del MTC buscaron empresas mexicanas que habían enviado cotizaciones a Delphi para vender diferentes productos. Estas empresas fueron visitadas y se hicieron varias evaluaciones de equipo, calidad, personal, que dieron como resultado la elección de una compañía mexicana llamada Grupo Tirsra. Esta empresa parecía cumplir con los requerimientos necesarios para hacer una pieza muy pequeña que consistía en una copa con un orificio en la mitad que permitía variar el flujo. Aunque la pieza era sencilla tenía un requerimiento de precisión que era el orificio y uno de volumen pues se necesitaba casi 60,000 piezas por día. El Grupo Tirsra aceptó el contrato y se le incluyó en la lista de proveedores, ya que contaba con el equipo para producir y parecía tener potencialidades para cumplir.

Después de un tiempo, esta empresa no pudo cumplir ni con las especificaciones que se exigían en la pieza, ni con los volúmenes. Este proveedor empezó a fallar, tenía problemas de calidad, no mantenían el diámetro del orificio, dejaban rebabas que afectaban la salida del flujo por las turbulencias, además, se tenían seis tipos de modelos de estas piezas las cuales eran entregadas sin clasificar. Entonces la planta 35 empezó a tener problemas con su cliente que en esa época era una planta de Delco que utilizaba estas piezas para hacer las válvulas de uno de sus productos. Se tenían muchos rechazos y los costos eran muy altos, ya que se perdía no sólo la pieza que costaba 3 centavos de dólar sino todo el componente que costaba más de 1 dólar. Después de esta experiencia, hasta el 2002, no se había vuelto a considerar la posibilidad de tener proveedores mexicanos para este tipo de piezas de precisión, se optó por traerlas de Estados Unidos.

Al respecto, el gerente de la planta ABS dice: “Yo he apoyado mucho el desarrollo de proveedores, pero he tenido malas experiencias. Hubo un proveedor mexicano al que yo subsidié (Grupo Tirsra): le daba un bono para que produjera más, le pagaba el boleto de avión para que me enviara los productos, le enviaba operarios de la subplanta ABS para que le ayudaran, etcétera, pero estas situaciones no deberían darse.”

Fuente: Arias (2004), basado en entrevista con el gerente de la subplanta ABS.

En resumen, con la incorporación de este tipo de grupos, como el de desarrollo de proveedores, se incentiva de forma significativa esta actividad, puesto que ya no sólo se limita a una relación de búsqueda de especificaciones para el producto o transferencia de tecnología entre la empresa y el proveedor, sino que ya en esta tercera etapa se realizan colaboraciones para realizar desarrollos tecnológicos con los proveedores y se busca atraer proveedores de material directo a la región.

## *Relación con clientes*

Los clientes de Delphi-México son las ensambladoras y las empresas que producen sistemas para el sector automotriz. Estos clientes pueden ser internos, como el caso de la división Delco Electronics u otra planta como la de Coopersville (una planta de Delphi en Estados Unidos)<sup>109</sup> o externos como GM, Ford, Mercedes Benz, Renault, Volvo, Isuzu, entre otros.

La relación con el cliente es muy estrecha, ya que éste tiene ingerencia directa sobre todos los procesos y el producto. Cuando el cliente no está conforme con el producto que recibe, lo regresa, hace visitas, obliga a que las plantas tengan sistemas buenos, y mejoren sus procesos productivos, entre otras. De hecho muchos de los ingenieros de las plantas atienden directamente al cliente, lo visitan para recibir sus quejas y darles fecha de solución. Se hace una junta por lo menos una vez al mes donde el cliente tiene una activa participación.

Delphi le da a cada cliente un trato individual, de ahí que haya productos con modelos exclusivos para un determinado cliente. Así, existen departamentos que son exclusivos de Ford, de GM, de Mercedes Benz, etcétera, y cuentan con grupos de ingenieros del MTC que únicamente trabajan para dicho cliente. Los productos pueden tener la misma función pero su forma física varía de acuerdo con el modelo del vehículo que cada ensambladora produce.

Para el corporativo la relación con el cliente es una actividad muy importante, pues de ello depende la continuidad o no del cliente con Delphi. Así, cuando un cliente no está satisfecho con el producto entregado por Delphi, acude directamente al corporativo y de inmediato tiene respuesta a su queja. Cuando ocurre esta situación el cliente visita las plantas y el centro técnico responsable del producto y trabaja en conjunto con los ingenieros encargados, desde el diseño hasta la producción.

En el sector automotriz, la relación estrecha con el cliente es una característica fundamental, sin embargo, para la tercera etapa se percibe una mejora significativa en cuanto a la relación de las plantas en México con el cliente. Los ingenieros de las plantas ya han aprendido a

<sup>109</sup>Esta planta siempre ha sido el cliente de la subplanta de Multec.



relacionarse con el cliente, a manejarlo y a poder explicar mejor todo lo relacionado con el producto y los procesos. Lo anterior, se apoya con la participación activa de los ingenieros del MTC, que en muchas ocasiones se han especializado en un producto que es exclusivo para un cliente, y por lo tanto, el cliente se siente confiado del buen desempeño de su producto por la relación que establece con el ingeniero del MTC.

### *Vínculos con instituciones del entorno*

En la tercera etapa, a la par que se desarrollaron capacidades tecnológicas en varias funciones técnicas, también se desarrollaron nuevos vínculos con instituciones del entorno.

En términos de los vínculos con instituciones de educación formal, Delphi México ha establecido convenios con universidades, principalmente para la formación profesional. Se tienen algunas relaciones con escuelas técnicas y se han utilizado a los Cecatis<sup>110</sup> para la capacitación de técnicos. Se tiene también vínculos con el INEA, con el fin de que los operarios que quieren terminar la educación primaria lo puedan hacer. Además se han tenido algunos vínculos con institutos tecnológicos, aunque esta vinculación es eventual y no se ha formalizado por parte de Delphi. Generalmente este tipo de vinculación consiste en solicitar estudiantes para hacer prácticas que le son útiles a las plantas de manufactura y a los estudiantes; es así como algunos de ellos se han quedado vinculados para trabajar en diferentes áreas de estas plantas de Delphi. El MTC tiene una vinculación más sistemática y formalizada con los estudiantes que vienen de las universidades para realizar prácticas que lo que tienen las plantas. Asimismo, Delphi promueve programas con universidades norteamericanas para realizar sabáticos y estancias de estudiantes en las plantas y los centros técnicos. Al año 2002 se estaban promoviendo esos convenios con universidades mexicanas: Tecnológico de Juárez, ITESM, UTEP, UACJ, etcétera.

Los vínculos para llevar a cabo desarrollos conjuntos de la línea de sensores y actuadores se han establecido principalmente con universi-

<sup>110</sup>Centro de Capacitación para el Trabajo Industrial, que tiene como objetivo primordial la formación de recursos humanos que satisfagan las necesidades de los sectores productivo y de servicios mediante cursos de capacitación. El objetivo de estos cursos es proporcionar una formación a corto plazo, de carácter terminal; así como dar la oportunidad de actualización y opción de empleo. [http://www.cecati.edu.mx/contenido/cont\\_inf.htm](http://www.cecati.edu.mx/contenido/cont_inf.htm) (2003).

dades norteamericanas. El MTC a partir de 1997 inició actividades de I+D en sensores y actuadores y empezó a establecer vinculaciones en las áreas de interés para Delphi, con universidades y centros de I+D en México y en otras partes del mundo.<sup>111</sup> En el caso de México no se tuvo mucho éxito, ya que no se logró encontrar grupos de investigación que manejaran el tipo de conocimiento que se requería para esta línea de negocio. De ahí que se mantuvieran y reforzaran los vínculos con las universidades y centros de los Estados Unidos, en los cuales han encontrado un fuerte apoyo.

A partir de la experiencia en México, en 1999 el MTC cambió su estrategia de vinculación. Así, 1. se plantearon manejar la I+D crítica para la línea de negocios en el corporativo y en universidades y centros de investigación en Estados Unidos y Europa, 2. decidieron invertir a largo plazo en desarrollar las habilidades y el equipamiento en universidades y centros de I+D mexicanos. Esto involucra dos fases: 1. influenciar a las universidades locales para la creación de nuevas carreras y mejorar las que ya existen; y 2. lanzar proyectos de investigación no críticos con universidades y centros de I+D mexicanos para desarrollar en ellos las capacidades que Delphi requiere.<sup>112</sup>

Al 2002, se tenían proyectos importantes de vinculación en México: 1. proyectos de ingeniería y maestría en mecatrónica con el ITESM; 2. proyecto para cambiar la currícula y mejorar la ingeniería mecánica con la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ); 3. exploración de acciones para interactuar con el Centro de Investigaciones en Materiales Avanzados (Cimav) y con otros centros de investigación en México, y 4. con el Conalep para el desarrollo de actividades relacionadas con calidad, pero estas acciones todavía estaban en proceso de maduración.

Las vinculaciones con instituciones gubernamentales se limitaban, casi exclusivamente, a realizar los trámites de carácter ambiental con las oficinas del gobierno local y federal. Lo anterior, ocurre cuando se tramitan los permisos para la utilización de nuevos procesos, los cuales consisten en entregar los procedimientos que define el gobierno y que las plantas están obligadas a cumplir.

<sup>111</sup>Un análisis más detallado de estas actividades se encuentra en Dutrénit, Vera-Cruz, Álvarez y Rodríguez (2003).

<sup>112</sup>Entrevista con el gerente de Productos de avanzada en el MTC.

En cuanto a la vinculación con entidades privadas como Canacintra,<sup>113</sup> los directivos de la planta 35 reconocen que no se ha hecho ninguna gestión al respecto. La planta 35 hace parte de AMAC<sup>114</sup> pero no hay una participación activa en esta asociación. La razón que se argumenta para no pertenecer a estas asociaciones, está relacionado con el hecho de que Delphi tiene un gran peso para negociar con los gobiernos estatal y federal por sí sola en México.<sup>115</sup> Sin embargo, se pudo constatar que Delphi hace parte del CNIME,<sup>116</sup> y que en varias ocasiones este consejo ha servido de mediador entre Delphi y el gobierno federal.

Así, la vinculación con entidades del entorno se constituye en una actividad muy importante, especialmente en lo que se refiere a las actividades de diseño e I+D. Vale la pena mencionar que las actividades de vinculación externa se vieron muy estimuladas con la instalación del MTC en Ciudad Juárez, por la mejora en la relación con los clientes, la interacción con proveedores y las instituciones encargadas de investigación; de ahí que se haya pasado de capacidades innovadoras básicas en la segunda etapa a avanzadas en la tercera etapa.

### *La matriz actual de capacidades tecnológicas*

Como se puede observar en la lectura del presente capítulo, la línea de sensores y actuadores de Delphi-México ha tenido un proceso de acumulación tecnológico que le ha permitido pasar de capacidades tecnológicas operativas básicas a capacidades innovadoras básicas, intermedias y avanzadas en algunas funciones técnicas. Asimismo, se pudo identificar y estudiar que este proceso de acumulación no ha sido homogéneo ni continuo, porque se hacen actividades de diferente complejidad en las funciones técnicas que requieren mayores o menores capacidades. Este comportamiento en el proceso acumulativo de capacidades tecnológicas parece estar muy relacionado con las decisiones que toma el corporativo. En la tabla 13 se resumen las capacidades tecnológicas de la línea de

<sup>113</sup>Cámara Nacional de la Industria de la Transformación.

<sup>114</sup>Asociación de Maquiladoras de Ciudad Juárez.

<sup>115</sup>La división de Packard de Delphi es más activa en el aspecto de vinculación y su participación dentro de estas entidades privadas es mayor.

<sup>116</sup>Consejo Nacional de la Industria Maquiladora de Exportación, A.C., es un organismo privado, constituido como asociación civil sin fines de lucro, para representar los intereses de la IME en México.

Tabla 13  
Matriz de capacidades tecnológicas de  
Delphi en sensores y actuadores en México

Etapas	<i>Función técnica de inversión</i>		<i>Función técnica de producción</i>		<i>Función técnica de soporte</i>		
	<i>Toma de decisiones y control</i>	<i>Preparación y ejecución del proyecto</i>	<i>Centradas en procesos y organización de la producción</i>		<i>Vinculación externa</i>	<i>Vinculación interna</i>	<i>Modificación de equipo</i>
			<i>Centradas en el producto</i>	<i>Centradas en el producto</i>			
1. Ensamble simple de pocos componentes 1979-1988	Operativas	Operativas	Operativas	Operativas	Operativas	Operativas	Operativas
2. Ensamble complejo de familia de productos 1989-1994	Innovadoras básicas	Innovadoras básicas	Innovadoras intermedias	Innovadoras básicas	Innovadoras básicas	Operativas	Innovadoras básicas
3. Diseño de productos 1995-2002	Innovadoras intermedias	Innovadoras intermedias	Innovadoras avanzadas	Innovadoras avanzadas	Innovadoras avanzadas	Innovadoras intermedias	Innovadoras intermedias

Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla 6.

sensores y actuadores en las tres etapas. Como se puede observar, la línea de negocio de sensores y actuadores ha acumulado gradualmente capacidades tecnológicas innovadoras.

La acumulación de estas capacidades tecnológicas es un proceso que le ha requerido a las plantas de ensamble y manufactura muchos años de esfuerzo, en especial en los últimos años en los cuales el sector automotriz se ha vuelto cada vez más exigente. En este sentido, las plantas han tenido que desarrollar estrategias enfocadas a mejorar sus procesos, a garantizar la calidad de sus productos y a tener que competir y mantenerse en un mercado muy competitivo y exigente.

Asimismo, es importante destacar el papel que ha desempeñado el MTC en este proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en la tercera etapa. El MTC cuenta con un grupo de ingeniería de avanzada que realiza actividades de diseño e I+D para el mundo en la línea de negocio de sensores y actuadores. Esto es importante ya que a través de esta

actividad la línea de negocio ha logrado alcanzar capacidades innovadoras avanzadas en producto, en proceso y en vinculación externa. En este contexto vale la pena mencionar lo expresado por el gerente de la subplanta de ABS: “Lo que se reconoce por parte del personal de la planta 35 es que se ha avanzado de una manera significativa en el diseño del proceso y la tecnología de manufactura para las plantas al tener el MTC en Ciudad Juárez.”

## ROYAL PHILIPS ELECTRONICS EN MÉXICO

### *Perfil de la empresa*

Royal Philips Electronics fue fundada en 1891 para producir lámparas incandescentes y otros productos eléctricos. Su casa matriz está ubicada en Ámsterdam, Holanda. Tiene siete sectores de negocio: Iluminación, Electrónica de consumo, Aparatos electrodomésticos y cuidado personal, Sistemas médicos, Componentes, Semiconductores y Misceláneos. Es una empresa orientada hacia la producción integrada globalmente. En el 2001 tenía aproximadamente 229,000 empleados y operaba en más de 60 países. Tiene gerencias regionales en Europa; Asia, Medio Oriente y África; América Latina (Brasil); y Norteamérica.

Entre la década de los cuarenta y cincuenta, a través del área de Philips Research, la empresa logró importantes avances tecnológicos que le permitieron adquirir las bases para desarrollar transistores y circuitos integrados que son importantes componentes para aparatos electrónicos. Sin embargo, una de las mayores contribuciones hechas por Philips fue el desarrollo de la transmisión y reproducción de las imágenes de los televisores.

Los desarrollos tecnológicos realizados por la empresa global desembocaron en una amplia gama de productos que permitieron a Philips introducirse en nuevos mercados como el americano. Después de la Segunda Guerra Mundial se dio la verdadera expansión de Philips Co. en el mundo, estableciendo subsidiarias en algunos países europeos y en otros continentes como el americano (Estados Unidos).

Con el fin de facilitar la aceptación de sus productos en el mercado norteamericano, Royal Philips Electronics adquirió compañías electró-

nicas americanas como: PolyGram (1972), Magnavox (1974), Signetics (1975), y GTE Sylvania. Este programa de expansión en América abrió la oportunidad para que en México se estableciera una subsidiaria de Royal Philips Electronics.

Philips Mexicana inició sus operaciones en 1939 como comercializadora de productos importados de Europa con el nombre de Philips Mexicana, S.A. de C.V. Después de la Segunda Guerra Mundial, México cierra la frontera a las importaciones, hecho que obliga a Philips a generar sus propios productos, como radios gramáfonos y componentes.

Debido a la aceptación y calidad de los productos de Philips Mexicana, en 1957 se construye una moderna planta en la ciudad de México destinada a la fabricación de televisores blanco y negro y a color para cumplir con la gran demanda del mercado mexicano. En 1958 se inician las operaciones de una nueva fábrica de iluminación en la ciudad de Monterrey que producía lámparas incandescentes y fluorescentes normales. En la actualidad continúa con esa actividad agregando las lámparas fluorescentes compactas de ahorro de energía y lámparas para la industria automotriz, entre otras. En 1972 se extienden las operaciones de la fábrica ubicada en la ciudad de México con la fabricación de aparatos domésticos como ventiladores, planchas, tostadores de pan, etcétera.

En la década de los setenta los programas para el desarrollo de la franja fronteriza lograron atraer hacia las principales ciudades de la frontera norte del país, a compañías importantes como Philips para establecer subsidiarias en esa región del país, dedicadas a procesos de ensamble sencillo bajo el esquema de la industria maquiladora de exportación.

### *Evolución de la presencia de Philips en México*

En este contexto, en 1973 Philips Mexicana inicia operaciones en Ciudad Juárez a través de Subensambles Electrónicos, S.A. de C.V. (SESA). Esta empresa formaba parte de GTE Sylvania. Esta primera planta (1) se dedicaba a ensamblar tablillas de convergencia para televisores, componente que posteriormente era enviado a una planta de Sylvania en Estados Unidos, dedicada al ensamble final de televisores.

Esta primera planta ubicada en Ciudad Juárez sólo contaba con tres líneas de producción: montaje de tablillas, ensamble de *fly-back* (transformadores de alta tensión), y ensamble de chasis de televisor.

Inicialmente las líneas de montaje eran intensivas en el empleo de mano de obra. La plantilla de personal estaba conformada por 100 empleados que se distribuían entre operarios, ingenieros y supervisores. En 1974 empezó el ensamble de chasis más complicados con componentes sencillos, y esto demandó un alto empleo de mano de obra. El personal de la planta se incrementó a 200 empleados.

Debido a la gran demanda de chasis para la manufactura de televisores en el mercado estadounidense, en 1975 se montaron más líneas para ensamblar chasis en la planta original; para ese mismo año se abrió la planta 2 destinada a actividades de ensamble de *fly-back* (transformador de alta tensión). A finales de 1976 se renta una nueva planta (3), a donde se transfiere una nueva variante de chasis de una planta ubicada en Búfalo. Durante 1977, la planta 2 inicia el ensamble de Triplex (triplificador de voltaje), además de la producción de *fly-back* con la que inició sus operaciones en 1975. En 1979, la planta 3 destinada a la producción de una variedad de chasis, introduce cinco líneas de producción de *cluster* (perillas). Para este mismo año Philips construye la planta 4 destinada al ensamble de *tuners*.

La diversificación en los componentes que eran ensamblados en Ciudad Juárez requirió de un incremento constante de la contratación de mano de obra; a inicios de los años ochenta alcanzaba ya las 2,700 personas.

En su estrategia de expansión en el mercado americano, especialmente el estadounidense, el 1o. de marzo de 1981 Philips adquiere GTE Sylvania para fortalecer su presencia en el mercado de televisores.

En 1982 se inicia en la planta 3 el ensamble de un nuevo producto llamado Odessey (video juego), sin embargo para finales de ese mismo año se reestructuran las tareas productivas de la planta y se toma la decisión de continuar solamente con el ensamble del chasis y del *fly-back*.

En 1985 son construidas las plantas 6 y 7 en el Parque Industrial Bermúdez, destinadas a la producción de bobinas de Gaussien (compo-



nentes que son colocados en las pantallas de los televisores), sin embargo, estas dos plantas cierran actividades dos años más tarde (en 1987).

Entre 1985 y 1986, la planta 2 encargada del ensamble del *fly-back* concluye sus actividades, las cuales son reubicadas en la planta 1.

Durante todo el proceso de diversificación y expansión productiva se generan las condiciones para que Philips Norteamérica<sup>117</sup> decida transferir en 1987 el ensamble final de televisores de 13 y 19 pulgadas a Ciudad Juárez, la planta 3 pasa a producir diariamente 4,000 unidades.

Debido al éxito obtenido en la producción de televisores en la planta 3, se decide realizar uno de los mayores proyectos de inversión para la construcción de la planta 5 en Ciudad Juárez, en donde se ubican desde 1989 las actividades de ensamble final de televisores, logrando en 1990 una tasa diaria de producción de 13,000 unidades.

En 1993 en la planta 2 se inician las actividades de ensamble final del chasis para monitores de computadora y algunos componentes del mismo, compartiendo el espacio de la planta con la producción del *fly-back*. Durante su expansión, Philips México abre en 1994 una nueva planta, la número 8, destinada a la producción de autoestéreos, actividad que es transferida a Europa en el 2001.

En 1995 se construye una de las últimas plantas de Philips México en Ciudad Juárez, la planta 9, que estaría destinada al ensamble final de monitores para computadora. A partir de 1996 la planta 8 produce de manera simultánea autoestéreos y yugos de deflexión, actividad transferida de Inglaterra a Ciudad Juárez. En 1998 la planta 7, que había permanecido cerrada, reinicia operaciones con una nueva línea de negocios, Enabling Technologies Group. La última inversión en plantas se hace en el año 2000 con la construcción y puesta en marcha de la planta 10, dedicada a la producción de chasis para televisor.

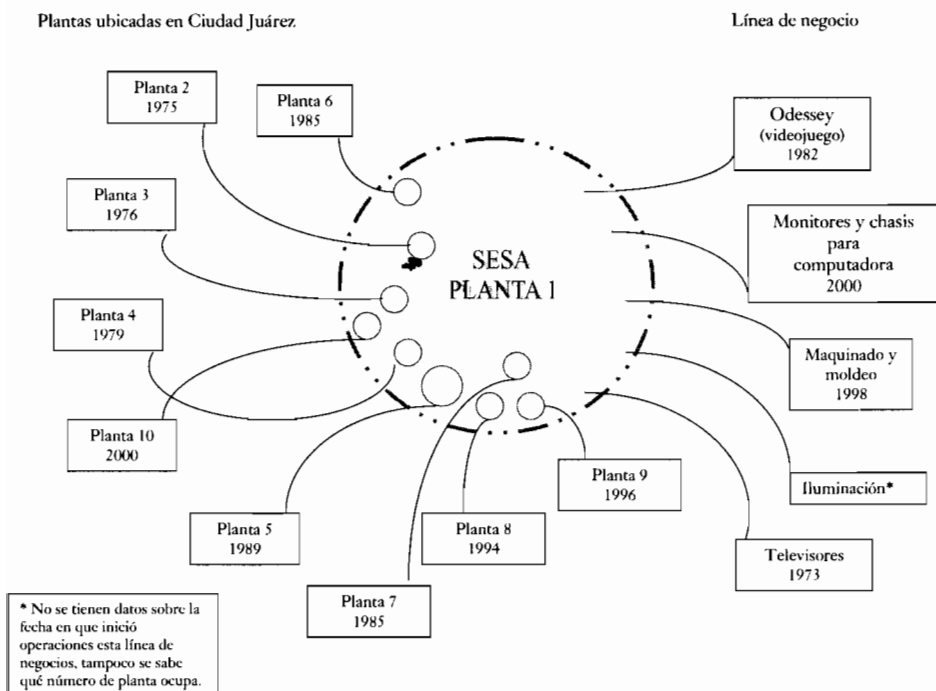
En el 2002 Philips Mexicana realizaba operaciones comerciales en cuatro grandes divisiones de negocio: Consumo electrónico (equipos de audio y video), Aparatos electrodomésticos y cuidado personal, Iluminación (lámparas en todas las categorías), y Sistemas médicos (equipos de alta tecnología e imagenología y monitoreo). Philips México

<sup>117</sup> Se refiere al segmento de Royal Philips Electronics encargado de dirigir las operaciones comerciales de la empresa global en América.

contaba en el 2002 con casi 13,000 empleados y pertenecía a la región de Latinoamérica.

El diagrama 2 esquematiza el proceso de crecimiento de Philips México en Ciudad Juárez, las plantas que se desprendieron de la planta original SESA. A partir de la transferencia de procesos sumamente sencillos de subensambles de componentes de electrónicos (especialmente para televisores), inicia la diversificación de actividades de Philips México. Así, que la producción de componentes, partes y luego televisores está en el centro de este proceso de acumulación.<sup>118</sup> En el siguiente apartado se presenta un análisis de la evolución tecnológica y de las capacidades tecnológicas acumuladas en la línea de negocio de televisores.

Diagrama 2  
Evolución de Royal Philips Electronics en México a partir de SESA



Fuente: Urióstegui (2002).

<sup>118</sup>Urióstegui (2002) presenta una descripción de las tres etapas.

## EVOLUCIÓN PRODUCTIVA Y ACUMULACIÓN DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS EN LA LÍNEA DE NEGOCIO DE TELEVISORES

Los sucesos más importantes de la línea de negocio de televisores se encuentran resumidos en la tabla 14, la cual permite tener un panorama general de la evolución del negocio de televisores de Philips México.

Para estudiar la trayectoria de Philips en México es necesario hacer un análisis de la planta 5. Fue la primera actividad que permitió a Philips acumular capacidades tecnológicas. Inicialmente comenzó con el ensamble simple de componentes de televisores, y posteriormente evolucionó hacia el ensamble complejo del producto final (televisores). Esta evolución trajo consigo un sinnúmero de transformaciones que permitieron no sólo tener una mayor cantidad de plantas de Philips en aquella ciudad fronteriza, sino sobre todo una gran variedad de actividades de distintos contenidos tecnológicos que permitieron acumular las capacidades tecnológicas que posee actualmente la empresa en México.

En este apartado se describe la línea de negocio de televisores, se caracterizan las etapas de acumulación por las que ha evolucionado la línea de negocio, y se analizan las capacidades tecnológicas alcanzadas en cada etapa.

Tabla 14  
Sucesos importantes en la historia de la línea de negocio de televisores

<i>Año</i>	<i>Suceso</i>
1973	Inicio de operaciones de SESA
1974	Primera línea para ensamble de chasis
1984	Transferencia a Ciudad Juárez de la producción de chasis E-20 y E-50
1987	Inicia el ensamble final de televisores de 13 y 19 pulgadas
1989	Finaliza la construcción de la planta 5
1990-1992	Establecimiento del Equipo de Recibo
2002	Se monta la línea de televisores PTV <sup>119</sup>

Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas, planta 5.

<sup>119</sup>Televisores de pantalla de proyección.

Para organizar la presentación de la historia productiva y tecnológica y la estructura de sus vinculaciones, se identificaron tres etapas de acumulación:

Etapas I: Ensamble simple de componentes (1973-1983).

Etapas II: Del ensamble simple al ensamble final de componentes: la producción de chasis E-20 y E-50 (1984-1986).

Etapas III: El ensamble final de televisores (1987-2002).

En cada etapa se describen los principales acontecimientos ocurridos en el periodo que permitieron la acumulación de capacidades tecnológicas. Se realizó un esfuerzo mayor por acopiar y analizar evidencia de la tercera etapa, la cual refleja el nivel de capacidades tecnológicas innovadoras acumuladas hasta el año 2002. Es importante aclarar que este apartado se centra en analizar el proceso de acumulación en los niveles de capacidades tecnológicas alcanzadas por la línea de negocio de televisores en Philips-México, durante las tres etapas de acumulación, y no en la acumulación de capacidades tecnológicas de la EG.

### *Etapas I: Ensamble simple de componentes (1973-1983)*

Como se señaló en el apartado anterior, la planta 5 inició operaciones en Ciudad Juárez en marzo de 1973 con el nombre de Subensambles Electrónicos, S.A. (SESA).

Los trabajos de SESA consistían en:

ensamblar tablillas de convergencia y polos de convergencia para televisores; realizar operaciones sumamente sencillas, que formaban parte de un proceso de ensamble igualmente sencillo (por ejemplo los equipos de prueba eran poco sofisticados, las transportadoras del material eran de banda, etcétera). Después de realizado el ensamble, los componentes eran enviados a la Planta de Sylvania en Estados Unidos, en donde se realizaba la manufactura de los televisores empleando los componentes que habían sido ensamblados con mano de obra mexicana.<sup>120</sup>

En mayo de 1974 se dio un hecho que favoreció la construcción de capacidades tecnológicas en SESA: se instaló la primera línea de ensam-

<sup>120</sup>Entrevista en la Gerencia de Manufactura de la planta 5.

ble de chasis, que es un componente de suma importancia en el ensamble final de los televisores. El chasis representa el 70 u 80 por ciento de la electrónica del producto final.

El ensamble de chasis lleva a procesos más complejos y por lo tanto el proceso de producción requiere el empleo de mayor cantidad de mano de obra.

Debido a la gran demanda de chasis en las plantas de Sylvania dedicadas a la manufactura de televisores en Estados Unidos, en junio de 1974 se instaló en SESA una segunda línea de producción para este componente. Siguiendo la tendencia de expansión, en diciembre de 1975 se construye la planta 2 para incrementar la producción y responder adecuadamente a la demanda de chasis.

La construcción de la planta 2 estuvo a cargo de personal extranjero, debido a que en México sólo se habían desarrollado habilidades técnicas para realizar operaciones de producción sumamente sencillas.

El incremento en el número de plantas y en los procesos productivos trajo consigo un incremento en el número y diversidad del personal ocupado, al inicio de la década de los ochenta Philips Mexicana contaba con profesionales integrados en un equipo denominado más tarde como gerencia de Ingeniería de Planta, área encargada de realizar la estimación de desembolsos, estudios de factibilidad, programas de actividades y administración del proyecto completo de todas las plantas construidas por Philips Mexicana en Ciudad Juárez.

Inicialmente la Gerencia de Ingeniería de Planta recibió asesoría externa debido a que éste equipo no contaba con ninguna experiencia en las tareas de ingeniería; sin embargo a partir del proyecto de construcción de la planta 5, las construcciones de las demás plantas como la Planta 10 fueron responsabilidad total de dicha gerencia. La Gerencia de Ingeniería de Planta brindaba hasta el 2002 servicio a todas las plantas de Philips ubicadas en Ciudad Juárez.

La tabla 15 presenta la valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas alcanzadas en todas las funciones técnicas en la línea de televisores en esta primera etapa. Como se puede observar, Philips construyó capacidades tecnológicas operativas básicas en todas las funciones técnicas. Se realizaban actividades como: estimación de desembolsos, ensamble simple y/o de mayor complejidad, réplicas de especificaciones basado en

Tabla 15  
 Valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas de la línea  
 de negocio de televisores de Philips en la etapa I

Nivel de capacidades tecnológicas	Función técnica de inversión		Función técnica de producción		Función técnica de soporte			VCCT
	Toma de decisiones y control	Preparación y ejecución del proyecto	Centrada en los procesos y la organización de la producción		Vinculación interna	Vinculación externa	Modificación de equipo	
			Centrada en el producto					
Capacidades operativas básicas	0.15	0.15	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	
Total	0.15	0.15	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	1.00

Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla 7.

un proceso manual, suministro de insumos y especificaciones técnicas de los productos, mantenimiento rutinario de componentes y equipos. Sin embargo a partir de este momento se acelera la acumulación en algunas, tales como la función técnica de inversión, la centrada en los procesos y la organización de la producción, y la modificación de equipo.

### ***Etapa II: Del ensamble simple al ensamble final de componentes: la producción de chasis E-20 y E-50 (1984-1986)***

En 1984 hubo un cambio en la estrategia de negocios de Royal Philips Electronics: toda la producción de chasis sencillos, que hasta el momento eran ensamblados en Ciudad Juárez, fue reubicada en las instalaciones de Tennessee, Estados Unidos. La producción de los modelos de chasis E-20 y E-50, que eran modelos más complejos y que requerían un proceso productivo más sofisticado, fueron transferidos de Singapur a Ciudad Juárez. Los chasis empezaron a ser producidos en la planta 3.

Estos acontecimientos cierran un capítulo en la historia productiva de SESA en Ciudad Juárez. Este paso permitió que se vislumbrara la posibilidad de trasladar el ensamble final de televisores hacia esta ciudad.

La producción de chasis fue el inicio de la evolución hacia el ensamble complejo del producto final (televisor), debido a que el chasis es un compo-

nente que resultaba de suma importancia para la producción final de la televisión. Durante 10 años más se siguió elaborando este producto intermedio.

En este periodo se presentaban con regularidad visitas a las plantas establecidas en Ciudad Juárez por parte de directivos o supervisores que laboraban en las plantas de Sylvania ubicadas en Estados Unidos; ellos observaron que el personal poseía conocimientos y habilidades para producir con calidad distintos modelos de chasis altamente complejos, lo cual permitió vislumbrar la posibilidad de transferir el ensamble final de los televisores a México.<sup>121</sup>

En esta segunda etapa, los cambios en el tipo de producto como la transferencia de los chasis E-20 y E-50 a la planta de Ciudad Juárez impulsaron la acumulación de capacidades tecnológicas especialmente en las funciones técnicas de organización de la producción y modificación de equipo. Como se ilustra en la tabla 16, que presenta la valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas alcanzadas en todas las funciones técnicas en la segunda etapa, en esas dos funciones técnicas la línea de negocio avanzó de un nivel de capacidades operativas básicas a capacidades innovativas básicas, lo que indica que ya se empezaban a desarrollar, al menos en estas dos áreas, capacidades para generar y administrar el cambio técnico.

Tabla 16  
Valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas de la línea de negocio de televisores de Philips en la etapa II

Nivel de capacidades tecnológicas	<i>Función técnica de inversión</i>		<i>Función técnica de producción</i>		<i>Función técnica de soporte</i>			VCCT
	<i>Toma de decisiones y control</i>	<i>Preparación y ejecución del proyecto</i>	<i>Centrada en los procesos y la organización y producción</i>		<i>Vinculación interna</i>	<i>Vinculación externa</i>	<i>Modificación de equipo</i>	
			<i>Centrada en el producto</i>	<i>Centrada en el producto</i>				
Capacidades operativas básicas				0.20	0.10	0.10		
Capacidades innovativas básicas	0.30	0.30	0.40				0.20	
Total	0.30	0.30	0.40	0.20	0.10	0.10	0.20	1.60

Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla 7.

<sup>121</sup>Entrevista con el gerente de Manufactura de la planta 5.

### ***Etapas III: El ensamble final de televisores (1987-2002)***

En 1987 inicia el ensamble final de televisores en Ciudad Juárez. Este proceso tuvo su origen en la transferencia de productos desde Philips Norteamérica, ubicada en Estados Unidos. Inicialmente se transfirieron los productos más sencillos y de menor tamaño, como los televisores de 13 y 19 pulgadas. Así, se iniciaron las operaciones de las dos primeras líneas del producto final, con una tasa de producción diaria de 400 unidades.

Para 1987, debido a la mayor complejidad en los procesos productivos, las líneas eran más automatizadas, por lo tanto requerían personal más calificado (ingenieros en sistemas, mantenimiento, programadores, etcétera). Los procesos ya no eran sólo mecánicos, por lo tanto se requerían personas que dominaran más de un área de conocimiento, motivo por el cual se integró un nuevo equipo denominado Gerencia de Manufactura de la planta 5. Esta gerencia está encargada de documentar las mejoras que se realizan al *layout*. Esta actividad ha sido una de las fuentes más importantes para acumular capacidades tecnológicas cada vez más complejas en el negocio de televisores particularmente en las actividades centradas en los procesos y la organización de la producción.

Inicialmente la planta 5 de Ciudad Juárez llegó a ser precursora de las líneas de producción en televisores. A mediados de los ochenta el equipo encargado del ensamble final tuvo que crear una propuesta que incluía dibujos y conceptos de ensamble final del producto (televisores). Para realizar el proyecto se contó con asesoría de personal extranjero, se realizaron visitas a distintas plantas y se realizaron otras actividades que buscaran clarificar lo que se quería hacer en la planta.

La propuesta del proceso de ensamble final de televisores que se generó en Ciudad Juárez fue una idea original que surgió de la observación y adaptación a las condiciones locales de las mejores prácticas que realizaban todas las plantas que fueron visitadas por el equipo de manufactura de la planta 5. Dicha propuesta fue durante ocho o 10 años el prototipo de ensamble final de Philips para fabricación de televisores en el mundo.

El concepto de manufactura, que incorporaba ideas simplistas en el diseño, generaba en ocasiones cambios en el diseño del proceso que surgían espontáneamente, el objetivo era hacer la manufactura más amigable y reducir



costos, a través de actividades como: 1. réplica de especificaciones, 2. adaptaciones menores en el proceso de ensamble, 3. mejora al diseño básico del producto, y 4. diseño original del proceso.<sup>122</sup>

Si bien no se han hecho esfuerzos de diseño original de las líneas de producción, el corporativo les daba libertad para que cada planta realizara las modificaciones necesarias, adecuara el proceso productivo a las necesidades propias del entorno e implementara los cambios necesarios para tener procesos locales cada vez más eficientes.

La planta 5 contaba inicialmente con seis líneas de producción y con una capacidad máxima de empleo para 1,850 personas. La planta 5 ensamblaba de manera conjunta un moderno chasis y el producto final (televisores de 17 y 19 pulgadas). Las actividades se realizaban a través de un proceso de flujo continuo, produciendo 1,000 televisores por línea diariamente. Los televisores producidos en esta planta, estaban destinados a los mercados estadounidense, canadiense, mexicano y de otros países latinoamericanos.<sup>123</sup>

Posteriormente se trasladó a la planta 5 el ensamble final de productos más grandes, como los televisores de 25 y 27 pulgadas. Con el tiempo se comenzaron a ensamblar productos no sólo más grandes sino con más aditamentos y por lo tanto más complejos, productos más caros para un cliente más exigente.<sup>124</sup> Actualmente la planta 5 realiza el ensamble final de toda la gama de televisores producida por Royal Philips Electronics.

Durante este proceso de transformación de la presencia de Philips México en Ciudad Juárez se consideró la necesidad de tener un grupo que sirviera de apoyo técnico y enlace entre la planta 5 y los tres centros de diseño global para televisores, ubicados en Singapur, Brujas y Knoxville. En esta dirección entre 1990 y 1992 se establece el Equipo de Recibo.

El establecimiento del Equipo de Recibo fue tal vez uno de los puntos clave en la evolución tecnológica de Philips en los noventa. La empresa consideró que la planta 5 pasó de ser un simple ensamblador a ser responsable de muchas otras actividades técnicas, como la construcción de las

<sup>122</sup>Entrevista en la Gerencia de Manufactura de la planta 5.

<sup>123</sup>Entrevista en la Gerencia de Ingeniería de la planta 5.

<sup>124</sup>Entrevista en la Gerencia de Manufactura de la planta 5.

nuevas plantas en Ciudad Juárez. Esto contribuyó a explicar por qué el corporativo decidió transferir personal capacitado que tuviera los conocimientos y la capacidad para apoyar en la realización de modificaciones a los productos. Esto contribuyó a que la línea de negocios de televisores alcanzara capacidades innovativas en las actividades centradas en el producto, a pesar de que no se hacían mejoras radicales a los productos finales. El Equipo de Recibo hace la interfase con el diseño básico, lo que le permite entender y adaptar los diseños de los productos a las necesidades locales.

El Equipo de Recibo se integró originalmente por dos tipos de personal: profesionales provenientes de los centros de diseño global de Philips y que fue ubicado en puestos clave, y profesionales locales. Actualmente el grupo está compuesto por aproximadamente 20 personas, de las cuales el 70 por ciento es mexicano.

La selección para formar parte del equipo de recibo es muy severa debido a que se requiere de personas con un alto nivel de especialización en electrónica y comunicaciones o gente especializada en mecánica con conocimientos en plásticos o en circuitos impresos, procesos muy específicos. Es el equipo que recibe los diseños de los diferentes centros de diseño y los adapta a las condiciones productivas locales. El equipo hace importantes modificaciones, adaptaciones y correcciones a los diseños debido a que tiene la capacidad técnica para hacer ese tipo de actividades.<sup>125</sup>

El Equipo de Recibo se encarga de estar en contacto directo con los centros de diseño global. Para saber qué tipo de producto es el que se producirá próximamente, se debe involucrar desde la concepción del producto, además el equipo de recibo debe evaluar cada diseño que se está haciendo para asegurarse de que no vaya a tener problemas al momento de la puesta en marcha.

Por ejemplo, el área mecánica inicia la evaluación del nuevo producto, con la recepción de los archivos de diseños tridimensionales de los productos, las geometrías o los modelos de los televisores. Después de la recepción del diseño se inician las evaluaciones de éste en el mismo momento en que lo están concibiendo en los centros de diseño. Los miembros del Equipo de Recibo

<sup>125</sup>Entrevista con el gerente de Manufactura de la planta 5.

buscan la forma de aplicarlo en el ensamble, observan la viabilidad de incorporar nuevas piezas, si es posible hacerlas en Ciudad Juárez de una manera más sencilla, o si es necesario adaptar algo de acuerdo a las condiciones de la línea para que no haya problema con los escantillones o las paletas de las bandas, también empiezan a trabajar con el empaque, etcétera.<sup>126</sup>

Los diseños son globales, es decir el diseño de un modelo de televisor se aplica en todas las plantas de la EG que producen televisores en el mundo. La documentación también es global, en caso de que se quiera hacer una modificación a un gabinete, por ejemplo hacerle más perforaciones en la parte trasera, por cualquiera que sea la razón, esto modifica el dibujo, la especificación cambia, y se tiene que informar al centro de diseño. El centro de diseño evalúa la factibilidad de incorporar la modificación en el diseño del producto y aprueba en su caso.

El mecanismo para modificaciones consiste en enviar una recomendación o un requerimiento de cambio, el informe incluye una explicación de las razones que originan el cambio en el diseño. El personal en los centros de diseño global evalúa los beneficios y las dificultades que implica el cambio, en caso de ser aprobado, el centro de diseño envía la respuesta por escrito en la que se incluye la modificación en el diseño. Hasta que se cuenta con la autorización, no se puede implementar la modificación en la línea de producción.<sup>127</sup>

Sin embargo, si la modificación consiste en un cambio que sólo afecta a la planta y que no modifica el diseño básico del producto, se genera un informe interno para que se incorpore en la línea de producción.

La evidencia sugiere que la transferencia de productos cada vez más complejos y diversos impulsó la acumulación de capacidades tecnológicas en las actividades centradas en el producto; cabe señalar que sólo se realizan mejoras o cambios incrementales al diseño básico proveniente de los centros de diseño global. Estas mejoras responden a las necesidades propias de la planta 5; estas mejoras son adaptaciones menores a las necesidades de producción y mejoras incrementales en la calidad del producto.

<sup>126</sup>Entrevista con el *Senior* de Diseño Mecánico del Equipo de Recibo de la planta 5.

<sup>127</sup>Entrevista con el *Senior* de Ingeniería de Diseño Mecánico de la planta 5.

Como resultado de la diversificación en el ensamble final de televisores, es decir de la producción de toda la gama de televisores producidos a nivel mundial por Royal Philips Electronics, en el 2000 se monta la última planta (10) de Philips en Ciudad Juárez, que se dedica al ensamble final de chasis para toda clase de televisores. Es la última inversión que ha hecho el corporativo en una planta en Ciudad Juárez.

Dicha obra también corrió a cargo de la Gerencia de Ingeniería de Planta de Philips ubicada en la planta 5 de Ciudad Juárez, que es la encargada de realizar la concepción del proyecto, el seguimiento, la administración y la evaluación.

A finales del 2001 se iniciaron los trabajos para montar la línea de producción del producto más moderno y de mayor complejidad tecnológica en el mercado de televisores, el proyecto es el llamado PTV, que son los Televisores de Proyección Digital.

La transferencia a Ciudad Juárez de la producción de televisores permitió al personal relacionado con el proceso productivo acumular conocimientos y habilidades en la modificación de equipo.

En 1987 cuando inicia el ensamble final de televisores de 13 y 19 pulgadas con dos líneas de producción en Ciudad Juárez, se presenta la necesidad y las condiciones para acumular capacidades relacionadas con el proceso de producción de televisores. Como las líneas de producción eran más sofisticadas, se requeriría que el personal del taller de maquinado conociera y dominara esta nueva modalidad de producción.

El hecho de iniciar procesos de ensamble final de los televisores permitió al taller de maquinado tener un proceso de aprendizaje acelerado que se basó en:

1. Observar la manera en la que los técnicos alemanes montaban el equipo totalmente computarizado de las nuevas líneas de producción.
2. En el momento en que éstas eran montadas se requería hacer adaptaciones. En esta etapa el taller de maquinado jugó un papel de suma importancia, auxiliando a los técnicos extranjeros a realizar las modificaciones pertinentes.
3. A través de la observación y el auxilio en la adaptación el personal del taller de maquinado se familiarizaba y aprendía acerca de las nuevas líneas de producción con la asesoría de los técnicos extranjeros.

4. El proceso de montaje duraba aproximadamente tres meses, cuando las líneas ya estaban produciendo, permanecían algunos técnicos durante otros tres meses para solucionar los problemas que se presentaban y dar asesorías a los técnicos locales; ésta era otra fuente de aprendizaje.

Este proceso duró seis meses, los técnicos locales estuvieron presentes porque después de ese lapso, debieron tomar la responsabilidad de resolver los problemas que se presentaran en las líneas de producción, aunque siempre en contacto y en colaboración permanente con las instancias superiores internas de Philips y de los proveedores externos del grupo.

En 1991 cuando la producción final de televisores ya se ubicaba en la planta 5, el taller de maquinado adquiere el nombre de Machine Factory, reconociendo que el taller había acumulado para este momento un nivel de capacidades más allá de las de simple maquinado.

El Machine Factory se ubicó en esta planta, sin embargo sus actividades no estaban limitadas a brindar apoyo técnico solo al negocio de televisores, sino que cualquiera de las plantas de Philips en Ciudad Juárez que requirieran la asesoría técnica del Machine Factory podían y estaban obligadas a solicitar sus servicios, aunque contaran con mejores opciones en organizaciones externas a Philips.<sup>128</sup>

El tener un mercado cautivo en las plantas de Philips ubicadas en Ciudad Juárez, llevó a que Machine Factory tuviera "...utilidades de hasta 1.9 millones de dólares anuales hasta 1997. Esto se daba porque la opción más cercana para las plantas en Ciudad Juárez era antes el Machine Factory en New Jersey".<sup>129</sup>

La acumulación de capacidades en el área de maquinado y de algunas otras áreas como el diseño de planos para piezas fue el resultado de una estrategia implícita de la gerencia México-Americana que permitió al Machina Factory la posibilidad de convertirse en una línea independiente de la de televisores, condición que le permitió tener un amplio margen de ganancias, debido a que todos los gastos administrativos y de inmobiliario eran absorbidos por la planta 5. En 1997 se dan las condiciones para

<sup>128</sup>Entrevista con el gerente de Manufactura de la planta 7.

<sup>129</sup>Entrevista con el supervisor de Ingeniería de la planta 7.

que el Machine Factory se transformara en una unidad de negocios independiente, con lo cual se buscaba darle una nueva identidad al negocio.

En 1998 el departamento conocido como Machine Factory ocupaba la planta 7. El equipo estaba conformado por aproximadamente 40 personas divididas en dos áreas: la mecánica y la eléctrico-electrónica. Este cambio vino acompañado de más equipo, mayores capacidades de producción y mayores requerimientos de personal.

El año de 1999 es un parte aguas en la historia de la subsidiaria debido a que Royal Philips Electronics decide que cada una de las plantas ubicadas en Ciudad Juárez contaría con un gerente de planta que asumiría la responsabilidad de hacerla rentable. Cada planta pasó a ser considerada una entidad independiente, lo que trajo como consecuencia la pérdida del mercado cautivo que representaban las demás plantas Philips, poniendo en claro en muchos casos la falta de rentabilidad económica. Un ejemplo de ello es la planta 7 que durante el año 2000 registró una caída del 70 por ciento en sus ventas.

La planta 7 adquiere el nombre de Enabling Technologies Group (ETG) a mediados del año 2001, lo cual obedeció a una decisión integradora de reunir en una división específica a todas las plantas que Royal Philips Electronics poseía en la línea de negocio de maquinado.

El personal fue enviado a New Jersey a recibir capacitación sobre los procesos que se llevaban a cabo en la planta de Machine Factory ubicada en Estados Unidos. A su vez, esa planta se cerraría por las altas pérdidas registradas durante varios años. El 75 por ciento de su maquinaria se instalaría en la planta 7.<sup>130</sup>

Sin embargo entre 2001-2002 el corporativo decide vender Enabling Technology Group, porque éste no era considerada una línea de negocio central para Philips. La decisión global se impuso a la estrategia local y los esfuerzos locales de acumulación de capacidades tecnológicas en la línea de negocio de maquinado en Ciudad Juárez fue detenida.

En este mismo sentido, entre mayo y junio del 2001 Royal Philips Electronics, después de analizar la situación financiera de ETG en Ciudad Juárez, observó que era poco competitiva, llevando a tomar la decisión de

<sup>130</sup>*Idem.*

transferir la totalidad de la maquinaria de la planta que cerraría en New Jersey a Singapur, por cuestiones de rentabilidad.

La reorientación de la estrategia global y el hecho de no contar con el mercado cautivo que representaban las demás plantas de Philips en Ciudad Juárez, llevó a la planta 7 a reorientar sus actividades con la finalidad de permanecer en el mercado explotando las capacidades que había desarrollado en: maquinado simple de piezas, diseño de piezas, y maquinado, diseño e integración de líneas de producción.

Para finales del 2001 se inicia el negocio de moldes para inyección de plástico, que consideraron que sería en el futuro el área que les permitirá sobrevivir en el mercado, debido a que en Ciudad Juárez es casi nula la oferta de este tipo de producto. Esta decisión afectó el proceso de acumulación en la función técnica de modificación de equipo. A pesar de ello esta función técnica alcanza en esta etapa logra un nivel de capacidades innovativas intermedias.

La tabla 17 permite observar la valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas alcanzadas en todas las funciones técnicas en la tercera etapa por la línea de negocio de televisores de Philips México en Ciudad Juárez. Como se puede observar, las funciones técnicas que mayor nivel de acumulación han alcanzado son:

- Centradas en la inversión, presenta uno de los mayores avances logrando capacidades innovativas intermedias. Dicha acumulación fue favorecida por la transferencia de los distintos componentes hasta llegar al ensamble final de televisores, lo que propicio la formación al interior de la planta 5 de un grupo de ingenieros mexicanos que adquirió la responsabilidad de la función técnica de inversión.
- Centradas en los procesos y la organización de la producción, debido a que el corporativo proporciona la autonomía a las planta ubicadas en Ciudad Juárez de adaptar los procesos productivos y la organización de la producción de acuerdo con las condiciones propias de la región en la que se desarrollan las actividades productivas, siempre y cuando cumplan con los estándares de cantidad y calidad marcados por Royal Philips Electronics.
- Modificación de equipo, la acumulación fue favorecida por la transferencia del ensamble final de televisores de 13 y 19 pulgadas a Ciudad Juárez, porque se presenta la necesidad y condiciones para que el personal del entonces denominado taller de maquinado acumulara capacidades que

**Tabla 17**  
**Valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas**  
**de la línea de negocio de televisores de Philips en la etapa III**

Nivel de capacidades tecnológicas	<i>Función técnica de inversión</i>		<i>Función técnica de producción</i>		<i>Función técnica de soporte</i>			VCCT
	<i>Toma de decisiones y control</i>	<i>Preparación y ejecución del proyecto</i>	<i>Centrada en los procesos y la organización producción</i>	<i>Centrada en el producto</i>	<i>Vinculación interna</i>	<i>Vinculación externa</i>	<i>Modificación de equipo</i>	
Capacidades operativas básicas				0.40	0.20	0.20		
Capacidades innovativas básicas	0.45							
Capacidades innovativas intermedias		0.45	0.60				0.30	
Total	0.45	0.45	0.60	0.40	0.20	0.20	0.30	2.60

Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla 7.

inicialmente sirvieron para resolver problemas sencillos en las líneas de producción, en una primera etapa en el área de maquinado. La transferencia a Ciudad Juárez del ensamble final de productos cada vez más complejos permitió al personal acumular conocimientos hasta el punto de ser capaces de diseñar planos para piezas.

En su conjunto en esta tercera etapa se avanzó hasta alcanzar un valor de 2.60 en la valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas. Pero es importante notar que la acumulación fue disímil, las funciones técnicas centradas en la vinculación interna y en la vinculación externa tuvieron el menor nivel de acumulación de capacidades tecnológicas.

Desde principio de los noventa se han establecido grupos de trabajo que se encargan de vincular a las plantas con el corporativo o con los centros de diseño, como es el caso del equipo de recibo, lo que ha mejorado la comunicación de las plantas con la EG. A pesar de que en el análisis se observan ciertos cambios en la manera en que las plantas en



México se relacionan con el corporativo, éstas aún no cuentan con autonomía para realizar negociaciones en aspectos tan importantes como son los proveedores y clientes. Adicionalmente existen pocos vínculos en las plantas de tal forma que la información no fluye con tanta facilidad. Un ejemplo de esto es el caso de Cenaltec, que se analiza posteriormente, que aunque es un proyecto de la EG en Ciudad Juárez no tiene impacto en todas las plantas ubicadas en esa ciudad. Philips México parece haber alcanzado sólo un nivel de capacidades innovativas básicas en la vinculación interna.

La baja acumulación en las funciones de vinculación externa revelan que a pesar de que se han hecho ciertos esfuerzos para establecer relaciones con proveedores o clientes, estas relaciones son limitadas debido a que las decisiones en estos aspectos aún están centralizadas en el corporativo. Las plantas en México sólo reciben, en el caso de los clientes, las especificaciones que éstos negociaron previamente con el Departamento de Mercadotecnia Global. Lo mismo sucede en el caso de las negociaciones con los proveedores. Para analizar con más detalle la vinculación externa, a continuación se analiza la relación con los proveedores, con los clientes y la vinculación con instituciones locales.

### *Selección y negociación con proveedores*

Iniciaremos el análisis de esta función técnica con el proceso de selección de proveedores. Los proveedores de materiales indirectos pueden ser propuestos por las plantas y se informa al departamento de compras mundiales SBMT (*Supplier Base Management Team*), encargada de la selección de proveedores globales y de los proveedores que inician una relación comercial con Royal Philips Electronics.

Desde mediados de 1980 y hasta 1997 aproximadamente se llevó a cabo un Programa para el Desarrollo de Proveedores Locales.<sup>131</sup> El programa se centraba fundamentalmente en proveedores dedicados al negocio de los empaques (por ejemplo de poliestireno expandido y cartón). Dicho programa tenía el objetivo de reducir los costos de

<sup>131</sup>Proyecto dirigido por un ingeniero mexicano que ahora es gerente de Operaciones de la planta 5. De acuerdo con la información recabada en las entrevistas, las actividades del Programa para el Desarrollo de Proveedores Locales estaban centralizadas en la planta 5 hasta 1997, año en el que se da por finalizado el proyecto.

transporte ocasionados por el gran espacio físico que ocupan este tipo de suministros.

El programa consistía en que los proveedores interesados en realizar negociaciones con Philips debían someterse a un proceso de evaluación en el que se veían aspectos como el sistema de calidad con el que contaban. Adicionalmente se recopilaba información sobre la situación financiera de la empresa, con el compromiso de manejar estos datos de manera confidencial. Algunos proveedores no mostraban disposición para exponer la situación financiera de su empresa, sin embargo Philips pedía como requisito este tipo de datos, debido a que no estaba dispuesta a poner en riesgo el suministro a tiempo de un producto con un proveedor que no se sabía qué tan sólido era. Conocer la situación financiera de los proveedores le permitía a Philips tener cierta seguridad y así establecer un negocio saludable con los proveedores finalmente seleccionados.

También se observaba cómo estaban los niveles de desperdicio y los límites que los posibles proveedores le daban a este rubro; así Philips trataba de tener un panorama completo del proveedor. Además de los aspectos que se han mencionado sobre la situación general de la empresa, la información era enriquecida con una autoevaluación. Todo esto le permitía al SBMT analizar las posibilidades reales de los posibles suministradores de insumos para ser sometidos a una auditoría formal por parte de Philips, que era el siguiente paso en la selección de proveedores.<sup>132</sup>

La selección de proveedores de materiales directos está a cargo del SBMT. No se permite delegar la responsabilidad y autonomía a las plantas establecidas en Ciudad Juárez sobre la selección de proveedores de materiales directos.

El Departamento de Compras Mundiales está dividido en dos secciones, la primera es el área de Compras Iniciales que se encarga de hacer la negociación anual para aceptar o rechazar a un nuevo proveedor. Estos son los llamados Compradores Iniciales. Por otro lado está el área de los Compradores Repetitivos, que son aquellos que ya poseen el rango de pro-

<sup>132</sup>Entrevista con el gerente de Operaciones de la planta 5.

veedores oficiales de Philips y que han aprobado el proceso de evaluación que realiza el SBMT.

El mecanismo de trabajo con los Compradores Repetitivos es a través del personal encargado de los requerimientos de insumos en cada planta. Las requisiciones pueden ser diarias, semanales, mensuales, trimestrales, etcétera, de acuerdo con los requerimientos de la planta, y sólo los proveedores que están autorizados por el SBMT, son los que pueden cubrir las necesidades de insumos directos en cualquier planta de Philips en el mundo. Con este tipo de proveedores no se tiene ningún tipo de negociación, la relación se limita al abastecimiento del insumo a tiempo.<sup>133</sup>

Así las actividades en el rubro de selección de proveedores se centran en realizar la búsqueda y propuesta de proveedores de materiales indirectos que no son clave en el proceso de productivo. Sin embargo, las negociaciones no son realizadas entre los proveedores y las plantas ubicadas en Ciudad Juárez, éstas solo proponen a los proveedores y las negociaciones definitivas se realizan en el SBMT.

Podemos observar que a pesar de que muchas funciones y decisiones han sido descentralizadas hacia las plantas en México, en el caso de la negociación y selección de proveedores, las plantas ubicadas en Ciudad Juárez sólo se ocupan de reunir información detallada de los posibles proveedores de insumos, debido a que el control y la toma de decisiones en este rubro aún sigue estando centralizada en el SBMT.

### *Relación con clientes*

En este rubro el trabajo de campo evidenció que existe una relación con los clientes sólo en el plano de las especificaciones del producto, sin hacer mayor intercambio de conocimiento.

Hay algunos clientes que piden cambios en las especificaciones de su producto mensualmente. Por ejemplo, la compañía Best File, en Estados Unidos maneja productos más complejos y costosos que otras cadenas comerciales como Wal-Mart, a quien se le suministra televisores para un segmento del mercado distinto porque el tamaño y precio de los productos es menor.<sup>134</sup>

<sup>133</sup>Entrevista con el gerente de Operaciones de la planta 5.

<sup>134</sup>*Idem.*

La planta 5 tiene que adaptarse a las necesidades y estrategia de los clientes. Las especificaciones de los modelos que se producen pueden cambiar de un mes a otro, porque el cliente tiene que estar evaluando su nivel de ventas y si un modelo no se vende, lo sacan del mercado o bien sugieren modificaciones, entonces Philips tiene que reaccionar, por ejemplo se tienen que hacer cambios en los moldes. En el negocio de televisores se manejan dos tipos de productos el estándar y lo que se llama producto ITV o institucional, que es más complejo y se produce en volúmenes menores. El producto institucional es el que se destina a hospitales, escuelas y hoteles en el mercado estadounidense. Cada cliente, por ejemplo los hoteles de la cadena Disney, tiene especificaciones para los televisores que Philips le vende.

Podemos observar que en la relación con clientes, Philips México se centra principalmente en establecer contacto con los clientes a través de las especificaciones en los productos.

#### *Vínculos con instituciones locales*

Para analizar estos vínculos nos remitiremos a dos grandes proyectos que tiene Philips México y que aplican para todas las plantas subsidiarias de la EG establecidas en Ciudad Juárez.

El primero de ellos es el llamado Universidad Philips, que es un convenio entre el ITESM-Juárez y Philips. El objetivo primordial del programa es la formación de los cuadros medios y directivos de personal indirecto a través de becas, para que las personas ubicadas en ese tipo de puestos tengan la posibilidad de formarse en los programas de posgrado o diplomados que ofrece esa institución de educación superior.

Otro esfuerzo de Philips por establecer vínculos con instituciones de educación es el esfuerzo para la creación del Centro de Entrenamiento en Alta Tecnología de Ciudad Juárez (Cenaltec), cuyo objetivo es “la formación de técnicos con altos niveles de competencia para apoyar a la industria maquiladora incrementando la oferta de personal calificado en tecnologías de punta”.<sup>135</sup>

El Cenaltec surge por la detección de una insuficiencia de técnicos especializados y personal calificado, y el reducido entrenamiento de

<sup>135</sup>Entrevista con el director de Cenaltec.

la mano de obra en los centros de trabajo. Representa un esfuerzo sin precedentes en el que se involucran tres instancias para su creación y funcionamiento:

1. El gobierno federal a través de la inversión en edificios y equipamiento de oficinas, aulas y talleres. El trámite de la certificación de los planes y programas de estudio del centro a través de la Secretaría de Educación Pública.
2. La iniciativa privada representada por Philips. La certificación de los estudiantes egresados del centro es de acuerdo a los estándares de la Comunidad Económica Europea. Philips brinda apoyo económico a través de becas a un número de trabajadores que se preparan en el Cenaltec.
3. El Gobierno Local, quien aportó un terreno de tres hectáreas para la construcción del inmueble.

Las características principales de los programas ofrecidos por el Cenaltec son:

- Programas de entrenamiento en maquinados de alta precisión con un alto contenido de práctica (80 por ciento) certificados por la Secretaría de Educación Pública y del Ministerio de Educación del Gobierno Holandés en el nivel Sedoc 2,<sup>136</sup> además de estar avalado por organismos certificadores del Sistema de Homologación.
- Participación de representantes de la industria de Ciudad Juárez en la selección de los cursos que integran los programas de estudio, así como los mecanismos de evaluación y seguimiento del entrenamiento de los alumnos.

Cabe destacar que a pesar de que el proyecto Cenaltec es un esfuerzo realizado por Royal Philips Electronics en México y que debiera ser conocido por todas las plantas de la EG ubicadas en Ciudad Juárez, la evidencia empírica obtenida a través de las entrevistas muestra que el proyecto sólo es conocido por el personal de la planta 7, lo cual puede ser explicado por el hecho de que esta planta es la única de Philips dedi-

<sup>136</sup>Los niveles Sedoc corresponden al sistema de homologación de los niveles de calificación de técnicos, en este caso, del área metal-mecánica de la Comunidad Económica Europea.

cada a la modificación de equipo y que requiere por lo tanto técnicos en maquinados de alta precisión, que es el perfil de egreso de los estudiantes del Cenaltec.

Los estudiantes becados por Philips para formarse en el Cenaltec realizan sus prácticas semanales en la planta 7, para apoyar el 80 por ciento del contenido práctico planteado por los programas de estudio del Cenaltec al pasar un día a la semana en actividades fabriles directas en planta. La idea original era que al finalizar sus estudios fueran contratados por Philips, sin embargo, debido a decisiones corporativas por cuestiones de rentabilidad, Enabling Technologies Group se encontraba en una situación económica que le impedía cumplir con el compromiso de emplear a todos los estudiantes becados por Philips.

El surgimiento y puesta en marcha del proyecto Cenaltec, representó un esfuerzo significativo.<sup>137</sup> Sin embargo el acercamiento de Philips sólo ha sido para la formación de personal con instituciones de educación y en ningún caso existe evidencia de que se hayan realizado esfuerzos para lograr vínculos para desarrollos tecnológicos por ejemplo.

En su conjunto, las actividades de vinculación externa sugieren que se avanzó solamente hasta adquirir capacidades tecnológicas innovativas básicas.

En resumen, en esta etapa, la línea de negocio de televisores presentó modificaciones en el nivel de acumulación en todas las funciones técnicas. Uno de los avances más importantes fue en la Función Técnica de Producción particularmente en las actividades centradas en la inversión y en la Función Técnica de Soporte en especial en la modificación de equipo.

## **LA MATRIZ ACTUAL DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS**

La evidencia presentada muestra que en la línea de negocio de televisores en México, Philips ha tenido un proceso de acumulación tecnológico que le ha permitido pasar de capacidades tecnológicas operativas básicas a capacidades innovadoras básicas, y posteriormente a capacidades innovativas intermedias en algunas funciones técnicas. Sin embargo, este

<sup>137</sup>Véanse Hualde y Lara (2003).

Tabla 18  
Matriz de capacidades tecnológicas de Philips en televisores en México

Nivel de capacidades tecnológicas	Función técnica de inversión		Función técnica de producción		Función técnica de soporte		
	Toma de decisiones y control	Preparación y ejecución del proyecto	Centrada en los procesos y la organización producción	Centrada en el producto	Vinculación interna	Vinculación externa	Modificación de equipo
I. Ensamble simple de componentes (1973-1983)	Capacidades operativas básicas	Capacidades operativas básicas	Capacidades operativas básicas	Capacidades operativas básicas	Capacidades operativas básicas	Capacidades operativas básicas	Capacidades operativas básicas
II. Del ensamble simple al ensamble final de componentes: la producción de chasis (1984-1986)	Capacidades innovativas básicas	Capacidades innovativas básicas	Capacidades innovativas básicas	Capacidades operativas básicas	Capacidades operativas básicas	Capacidades operativas básicas	Capacidades innovativas básicas
El ensamble final de tele-visores (1987-2002)	Capacidades innovativas intermedias	Capacidades innovativas intermedias	Capacidades innovativas intermedias	Capacidades operativas básicas	Capacidades innovativas básicas	Capacidades innovativas básicas	Capacidades innovativas intermedias

Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla 6.

proceso de acumulación no ha sido homogéneo ni continuo. En la tabla 18 se resumen las capacidades tecnológicas del negocio de televisores en las tres etapas.

Se observa un mayor nivel de acumulación de capacidades tecnológicas en la función técnica de inversión, la función técnica de producción centrada en los procesos y la organización de la producción y en la función técnica de modificación de equipo. En estas tres funciones Philips alcanza un nivel innovativo intermedio. Esto puede ser explicado en gran parte por el hecho de que las plantas de Royal Philips Electronics cuentan con la autonomía para realizar adaptaciones al proceso productivo para adaptarlo a las condiciones propias del entorno en el que desarrollan su actividad productiva, el único compromiso que tienen con el corporativo es cubrir los estándares de calidad y cantidad.

En contraste, en las funciones técnicas de soporte se alcanzó un menor nivel de acumulación de capacidades tecnológicas, especialmen-

te en la vinculación interna, lo cual habla de la falta de autonomía que tienen las plantas respecto a la matriz en la toma de decisiones con los clientes y proveedores. Asimismo, no se logró avanzar en la función técnica centrada en el producto, dado el control que mantiene el corporativo sobre las actividades de diseño de producto.

Es importante resaltar que la línea de negocio ha logrado generar procesos de aprendizaje que le han permitido adquirir y adaptar el conocimiento existente a las condiciones de su entorno productivo. Esto se refleja en el nivel de capacidades tecnológicas que han logrado acumular. La necesidad de reducción de costos de la industria maquiladora pone en peligro las capacidades tecnológicas acumuladas.



## THOMSON MULTIMEDIA EN MÉXICO

### *Perfil de la empresa*

Thomson-Multimedia nace de la fusión entre dos grandes empresas, una estadounidense, RCA Corporation (fundada en 1919 con una patente de General Electric y Marconi), y otra francesa, Thomson C.E. (fundada en 1879). En 1893 cambia su nombre a Compagnie Francaise Thomson-Houston y en 1983 se convierte en Thomson Grand Public con participación de capital público y con una gran presencia en el sector de electrónica de consumo tanto en Europa como en Estados Unidos. En 1921 empieza a vender radiotransmisores y aparatos receptores, en 1929 entra al mercado de radios y televisión blanco y negro en Europa y en 1936 entra al mercado de la televisión en Estados Unidos.

Thomson ya había incursionado en el mercado de electrónica de consumo cuando se fundó RCA, pero al iniciar la década de los años treinta, RCA ya había avanzado en el desarrollo y la producción de televisiones blanco y negro, y después de la Segunda Guerra Mundial desarrolló la televisión a color de 12 pulgadas, la cual se produjo por primera vez en 1954 en Bloomington, Indiana.

En 1986, RCA pasó a ser propiedad de General Electric (GE), quien desmembró a la empresa y se quedó con los laboratorios de I+D y el área de satélites, y a su vez vendió los negocios de televisión, teléfonos, videocaseteras y la televisora NBC. Un año más tarde GE vende RCA y el negocio de GE Consumer Electronics a la empresa francesa Thomson Grand Public. Esta negociación formó parte de la estrategia de relocalización de Thomson para aumentar su presencia en el mercado americano,

para lo cual adquirió las áreas de televisión, teléfonos y videocaseteras de RCA. La venta se completó en 1988 y se formó Thomson Consumer Electronics.<sup>138</sup>

En 1995, Thomson Consumer Electronics cambia su nombre a Thomson-Multimedia como parte de su estrategia para posicionarse en el “sistema de procesamiento, transporte, distribución y producción de imagen”.<sup>139</sup> Desde entonces, las tres marcas más importantes son RCA Componentes en América, Thomson en Europa y RCA-Thomson en Asia; otras marcas de la empresa son Technicolor, Proscia y Saba para todo el mundo.

En el año 2000, Thomson empleó a 75,000 personas en 31 plantas de producción, ubicadas en más de 30 países. De ese total, en México laboraba el 19.3 por ciento, pero en 2001 esa proporción bajó al 13.3 por ciento.<sup>140</sup> En este mismo año, el 4 por ciento de los empleados en México eran ingenieros, el 7 por ciento administrativos y el resto obreros.<sup>141</sup> Las ventas de 2001 se distribuyeron entre Asia (33 por ciento), América<sup>142</sup> (40 por ciento) y Europa (27 por ciento).

### *Evolución de la presencia de Thomson en México y la creación de un Centro de Soporte Técnico*

Thomson-Multimedia es una empresa con una historia de más de 30 años de actividad productiva en México. Bajo el nombre de RCA inicia operaciones en México en 1952 con la apertura de una planta de ensamble de radios, cinescopios y cañones para televisión en la ciudad de México. Bajo el esquema de la IME, en agosto de 1969 se instala una planta de ensamble de componentes electrónicos para radios y televisión blanco y negro y a color en Ciudad Juárez, Chihuahua. A principios de 1969 esta planta empleaba a 60 personas, para finales de este año el empleo aumentó a 250 trabajadores, en 1970 se incrementó a 600 y en 1978 se ocuparon

<sup>138</sup>A pesar de la venta de los activos, GE cobró a Thomson regalías por la marca RCA durante 10 años.

<sup>139</sup>[www.rca.com](http://www.rca.com)

<sup>140</sup>Entrevista con el gerente de Calidad para América Latina.

<sup>141</sup>Entrevista con el *Black Belt* de Calidad, CST. El término *Black Belt* se asocia a una categoría de calidad de manufactura.

<sup>142</sup>América incluye Estados Unidos, Canadá, México y Brasil.

Tabla 19  
 Unidades productivas, año de inicio de operaciones y personal ocupado

<i>Unidades productivas</i>	<i>Año de inicio de operaciones</i>	<i>Personal ocupado (2002)*</i>
RCA	1969	3,500
Thomson Televisores de México, TTM	1993	4,250
Manufacturas Avanzadas, MASA	1998	2,250
Centro de Soporte Técnico, CST	1996	180
Planta de reconstrucción de productos, CEMSA	Nd	Nd
Total personal ocupado	–	10,180

\*Cifras estimadas a febrero de 2002.

Nd: No disponible.

Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas.

3,900 personas. La tasa de crecimiento de la demanda de empleo fue de aproximadamente el 35.7 por ciento anual en el periodo 1969-1978.

Actualmente Thomson-Multimedia de Ciudad Juárez cuenta con tres plantas de ensamble:<sup>143</sup> Radio Corporation of America (RCA), Thomson Televisores de México (TTM), Manufacturas Avanzadas (MASA), también cuenta con una planta de reconstrucción.<sup>144</sup> Hasta el 2002 contó con un Centro de Soporte Técnico (CST). El total de empleados registrados en el año 2002 en las tres plantas y el CST fue de 10,180. El personal ocupado por planta y el año de creación se listan en la tabla 19.

En este estudio solamente se consideran las tres plantas de ensamble y las actividades del CST. En la tabla 20 se describen las actividades y productos principales de cada una de las unidades productivas de Thomson-Multimedia de Ciudad Juárez, sin embargo, las líneas de negocio analizadas en este capítulo son televisores, decodificadores digitales y cable módem.

<sup>143</sup>Las plantas ubicadas en Ciudad Juárez no son las únicas en México. En 1980 se instala en Torreón, Coahuila, una planta que ensambla controles remoto, transformadores y yugos de alto voltaje, entre otros. En el 2002 se instala otra planta en Mexicali, Baja California, que ensambla básicamente pantallas para televisión.

<sup>144</sup>Esta planta reconstruye productos que llegan de Estados Unidos como televisiones, decodificadores de satélite, teléfonos celulares, etcétera, de la marca RCA, para venderse nuevamente en ese país como productos “reconstruidos”.

Tabla 20  
Unidades productivas y sus principales productos y actividades

<i>Unidades productivas</i>	<i>Productos y actividades</i>
Planta RCA	Ensamble de tabllas electrónicas y de televisiones análogas y digitales. Manufactura de gabinetes de plástico.
Planta TTM	Ensamble de decodificadores digitales, cable módem, televisiones análogas y digitales, tabllas electrónicas y componentes. manufactura de plásticos y construcción de equipo de prueba.
Planta MASA	Ensamble de televisiones digitales y de alta definición, componentes. Manufactura de plásticos.
Centro de Soporte Técnico, CST	Brinda soporte a plantas en diferentes actividades: en ingeniería de manufactura, en calidad, en construcción de equipo de prueba eléctrica-electrónica, en recursos humanos y en finanzas. Se realiza diseño de <i>software</i> .

Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas.

Las tres plantas operan como centros de costo, venden sus productos al Departamento de Mercadotecnia en Indianápolis y éste se encarga de hacer todas las ventas directas. Las plantas tienen un precio de transferencia para cada uno de los productos, es decir, como plantas no tienen una ganancia.<sup>145</sup> Se autofinancian con la producción que realiza cada una de ellas y en la medida en que minimizan los costos de producción se vuelven más eficientes y captan más recursos de los que originalmente obtienen como presupuesto. De tal forma que las plantas compiten entre sí por reducir costos de producción y captar más recursos. Esto implica que las plantas de Ciudad Juárez están en constante competencia con plantas hermanas de Asia, principalmente, por el ensamble y manufactura de productos.

La primera planta de RCA que se estableció en Ciudad Juárez no ensamblaba la televisión completa sino sólo algunos componentes como: chasis, yugos de alto voltaje, transformadores y tabllas electrónicas

<sup>145</sup>Un centro de costos se considera a aquella unidad productiva (planta maquiladora) que recibe un presupuesto del corporativo para cubrir sus operaciones como son pago de sueldos y salarios, mantenimiento de las instalaciones, entre otros.

para televisión blanco y negro y a color. Estos componentes electrónicos ensamblados en Ciudad Juárez se enviaban a Estados Unidos para ensamblar el producto final, (la televisión). El tipo de ensamble era manual, actividad intensiva en mano de obra que requería de poca calificación del operario.

A mediados de la década de los setenta los procesos de ensamble al interior de la planta requirieron de un grado de automatización que volvió el ensamble más complejo. En esta década, la producción y ensamble de la televisión ingresan en una nueva fase de desarrollo caracterizada por la creciente reducción del número de componentes por unidad de producto final y por la creciente estandarización de los componentes.<sup>146</sup> Eso se refleja en los procesos de automatización que surgieron paulatinamente en esta década, en la medida en que los componentes a ensamblar requirieron de mayor precisión y rapidez. Para 1976, la planta ya realizaba el ensamble automático en las fases intermedias de la línea de producción, aunque se mantenía también el ensamble manual al final de la misma.

Este proceso de ensamble de componentes electrónicos tiene una naturaleza muy particular. En algunas fases se mantiene el ensamble manual, debido a que algunos de esos componentes no tienen geometrías uniformes que permitan ser tomadas y ensambladas con máquinas automáticas, además, la inclusión de una máquina de ese tipo aumentaría significativamente los costos de operación. Es este sentido, no es posible fabricar una televisión sin la combinación de procesos manuales y automáticos.

A finales de la década de los setenta los componentes electrónicos evolucionaron en cuanto a su complejidad tecnológica y usos de aplicación, también surgen nuevos procesos de automatización, esto en conjunto requirió mayores habilidades de los operarios para ensamblar componentes con mayor complejidad tecnológica. Esa evolución implicó que la planta transitara del ensamble de transformadores y yugos de deflexión al ensamble de productos más complejos como tablillas electrónicas. Actualmente, los productos principales que ensambla la planta RCA son tablillas electrónicas que se incorporan en un chasis (electrónico) y que se mandan a otras plantas como MASA o TTM para el ensamble final del producto.

La segunda planta TTM inicia actividades productivas en 1993. Empieza realizando ensamble final de televisiones análogas de 19 y 20

<sup>146</sup>Lara (1998) describe estos procesos.

pulgadas, más tarde pasa a ensamblar televisiones digitales. En sus inicios contó con 650 empleados en un turno y en el 2002 ya contaba con cerca de 4,250 empleados que laboraban en tres turnos. En 1996 empezó a ensamblar decodificadores (o receptores de satélite) para DirecTV, cuya producción hasta el 2002 había alcanzado los 15 millones de unidades.<sup>147</sup> El cable módem (cuyo desarrollo del producto se hizo parcialmente en el CST de Ciudad Juárez) se ensambla desde el año 2000 con un promedio de 1.6 millones de unidades al año. También se ensamblan tablillas electrónicas, aunque en menor proporción. En cuanto a procesos de mayor valor agregado, TTM manufactura partes de plástico, como gabinetes para televisión y para decodificadores.

La planta TTM cuenta con ocho líneas de producción, de las cuales cinco están dedicadas a productos digitales como decodificadores y televisiones digitales de 20 y 27 pulgadas, el resto de las líneas están destinadas a ensamblar tablillas electrónicas, televisiones análogas y cable módem. Para algunos productos como las televisiones análogas y digitales, el proceso de ensamble implica actividades que van desde la recepción de los insumos principales –componente– hasta el ensamble del producto final y empaquetado del mismo. Es decir, en esta planta se realiza todo el proceso de ensamble del televisor.

Los grupos de soporte, como el grupo de ingeniería de residencia, el grupo de calidad o el grupo de materiales, trabajan en coordinación con otras plantas del país y con el corporativo. Algunos de los grupos, como el de residencias y finanzas colaboran con personal de la planta de Indianápolis, lugar donde se ubica el corporativo. Los demás son grupos que dependen de las actividades llevadas a cabo localmente con poca injerencia de personal del corporativo.

De acuerdo con entrevistas realizadas a gerentes de la planta, algunos de los factores que determinaron la instalación de TTM fueron: la situación geográfica respecto de Estados Unidos, la mano de obra abundante, la infraestructura física y la disponibilidad de una masa crítica de trabajadores técnicos y gerentes calificados en el sector de la electrónica ubicados en Ciudad Juárez. Estos factores de atracción fueron analizados en el capítulo 1.

<sup>147</sup>En el año 2002 se tenía programado ensamblar alrededor de 3.6 millones de decodificadores en Ciudad Juárez, entrevista con el gerente de Operaciones de TTM.

Sin embargo, ante un aumento de la demanda de televisiones de 20 y 27 pulgadas en el mercado americano, la estrategia del corporativo al crear TTM fue aumentar el volumen de producción en México, adicionalmente al que se realizaba en Bloomington,<sup>148</sup> ya que en términos de costos era más rentable ensamblar las televisiones en México, cerca del mercado americano.

La relocalización de las actividades de ensamble final siguió siendo uno de los factores determinantes para instalar nuevas plantas del corporativo en Ciudad Juárez, así como el aumento de la producción de televisiones y la introducción de nuevos productos en las plantas de esa ciudad. En este contexto en 1998 se creó la planta MASA.

La decisión de establecer una tercera planta en Ciudad Juárez, MASA, se debió a la necesidad de reducir el costo de la mano de obra que en Estados Unidos era superior al de México. Lo relevante de esa decisión es que muestra la capacidad con la que contaban las dos plantas ya establecidas en Ciudad Juárez para hacerse cargo de las tareas requeridas, particularmente del ensamble final de productos más sofisticados tecnológicamente. Los productos elaborados en esta planta son televisiones de 32 a 65 pulgadas, tanto digitales como análogas. Las televisiones digitales actualmente son el producto principal en Thomson-Multimedia de Ciudad Juárez, las cuales se consideran de alta tecnología. También se ensambla la televisión interactiva, cuyo diseño se ha mejorado con ayuda de ingenieros mexicanos.

El Centro de Soporte Técnico (CST) se crea en octubre de 1996 con la intención de constituir un grupo de apoyo que diera soporte técnico a todas las plantas en Ciudad Juárez. El tipo de soporte se dirigía a los grupos de ingeniería de manufactura, de calidad, de construcción de equipo de prueba eléctrica, de recursos humanos y de finanzas. El CST contó con un grupo de diseño para el producto decodificadores digitales, cuya actividad se llevó a cabo desde el año 2000, también se creó un grupo de diseño de *software*.

Las actividades de soporte consistían en la modificación de equipo, introducción de nuevas tecnologías, mejoramiento en las líneas de pro-

<sup>148</sup>En Bloomington, Indiana, se ubicaba la casa matriz de la empresa donde se realizaba el ensamble de productos electrónicos como las televisiones. Pero la actividad productiva fue disminuyendo, trasladándola a plantas ubicadas en México.

ducción, actividades relacionadas con la calidad, introducción de nuevos modelos de productos ya existentes o de nuevos productos, corridas pilotos, y análisis de capacidad de producto, entre otros.

En el CST recaía la función de planeación y coordinación de las actividades de ensamble y manufactura de las tres plantas instaladas en Ciudad Juárez. El CST contó con autonomía respecto al diseño de las líneas de producción, por ejemplo, cuando el corporativo asignaba nuevos productos a alguna de las plantas instaladas en Ciudad Juárez, el área de ingeniería determinaba en qué planta, a qué capacidad, con qué equipo, en qué líneas se llevaría a cabo la actividad de manufactura, también, si era necesario, se movía equipo de una planta a otra, o bien se compraba equipo nuevo.

### **EVOLUCIÓN PRODUCTIVA Y ACUMULACIÓN DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS EN LA LÍNEA DE NEGOCIOS DE TELEVISORES, DECODIFICADORES Y CABLE MÓDEM**

El objetivo de este apartado es analizar la evolución de las actividades de ensamble simple y complejo hacia las actividades de manufactura y diseño, así como analizar la acumulación de capacidades tecnológicas. Para organizar la presentación de la historia productiva y tecnológica y la estructura de sus vinculaciones, así como para facilitar el análisis, se identificaron tres etapas de acumulación de capacidades tecnológicas:

Etapa I: Ensamble simple y complejo de componentes, 1969-1980.

Etapa II: Rediseño de procesos y modificación de equipo, 1981-1992.

Etapa III: Ensamble final, proceso de manufactura y diseño, 1993-2002.

En cada una de las tres etapas se aborda, por una parte, la trayectoria tecnológica de componentes y procesos, la organización de la producción y de los procesos de diseño, y la estrategia global y cambios organizacionales internos; y por otra se analiza la acumulación de capacidades tecnológicas con base en las funciones técnicas.

Se realizó un esfuerzo mayor por acopiar y analizar evidencia de la tercera etapa, la cual refleja el nivel de capacidades tecnológicas innovadoras acumuladas hasta el año 2002. Es importante aclarar que este apartado se centra en analizar el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas



de la línea de negocio de televisores en Thomson-Multimedia, durante las tres etapas de acumulación, y no en la acumulación de capacidades tecnológicas de la EG.

### ***Etapas I: Ensamble simple y complejo de componentes (1969-1980)***

En cuanto a la trayectoria tecnológica de componentes y procesos, a principios de la década de los setenta, los bulbos receptores para televisión fueron desplazados por los transistores y éstos fueron rebasados en superioridad tecnológica por los circuitos impresos. Ante esto, la primera planta RCA tenía como insumos componentes que cambiaban de generación aproximadamente cada cuatro años. Esto generaba cambios de componentes, tales como: axiales, radiales, chips, tecnologías de reflujo, entre otros.<sup>149</sup>

Los primeros productos que se empezaron a ensamblar fueron yugos de alto voltaje y transformadores para televisión blanco y negro y a color. El número de componentes en cada uno de esos productos fue mayor de los que se requirieron en años posteriores. Estos componentes requerían de procesos de ensamble intensivos en mano de obra, cuya verificación de calidad y precisión del proceso de ensamble era mínimo y lento.

Para realizar el ensamble se introdujo la cadena de montaje, que requirió de la división del trabajo en tareas específicas. La cadena de montaje permitió la estandarización de la producción, así como la circulación más rápida y organizada del conjunto de piezas a ensamblar, asegurando la regulación del ritmo de trabajo de las obreras.<sup>150</sup> Posteriormente, a nivel internacional se empezaron a mejorar las máquinas insertadoras, su complejidad tecnológica se incrementaba aunque no a la misma velocidad que los componentes.

Esta primera etapa se caracteriza, entre otras cosas, por el desarrollo de habilidades para hacer mejoras menores en los procesos, mejoras que se reflejaban en cambios marginales en la maquinaria para poder ensamblar los nuevos componentes.

<sup>149</sup>Entrevista con el gerente de Ingeniería de Producto de MASA

<sup>150</sup>En un principio, la mayoría de las operadoras fueron mujeres. Los hombres eran requeridos para actividades como carga y descarga de materiales. El proceso fue descrito por De la O (1995).

Respecto a la organización de la producción y de los procesos de diseño, en esta etapa los procesos tecnológicos y productivos estaban basados en procesos de ensamble que se hacían más complejos a lo largo del tiempo. En esta primera etapa se realizaba tanto un proceso de ensamble simple como uno complejo. El ensamble requería de mano de obra poco calificada y de actividades manuales, sólo el embobinado de transformadores de alto voltaje incorporaba el uso de maquinaria mecánica.

Todos los componentes se enviaban de Bloomington para ser ensamblados, así como el equipo y la maquinaria necesaria, también enviaban los diseños del producto y de los procesos de ensamble. Lo único que se requería de la planta era la capacidad para contratar y organizar el proceso de ensamble.

De acuerdo con el estudio que realizó De la O (1995), las actividades de ensamble en sus primeros años incluían, básicamente, las siguientes:

- a) Inserción de componentes electrónicos en tablillas: realizada casi manualmente, utilizando mesas de trabajo, donde el ensamble, colocación de piezas y componentes eran realizados sólo con la ayuda de pinzas manuales.
- b) Armado de chasis para televisión: realizado mediante el uso de bandas transportadoras<sup>151</sup> en donde cada trabajadora colocaba un componente. No había controles de calidad, sólo al final de la línea se realizaba algún tipo de inspección de los componentes ensamblados.
- c) Soldadura de los componentes electrónicos en tablillas: realizado con cautines y lentes de aumento, se utilizaban crisoles estáticos para soldar piezas más grandes, todo manualmente y con una gran cantidad de personal.

Estas tres actividades requerían de equipos de producción relativamente sencillos, su principio central fue la regulación mecánica y la actividad manual.

En adición a los primeros productos, en 1976 se empezaron a ensamblar yugos de deflexión para televisión a color y blanco y negro, tablillas electrónicas y cinescopios que se enviaban a Bloomington para ensamblar la televisión completa. El tipo de ensamble siguió siendo manual pero con algunos procesos de inserción semiautomática, en especial para el ensamble de chips. A partir de ese año, el proceso de ensamble se empieza a hacer más complejo y aumenta la demanda de nuevas habilidades

<sup>151</sup>Con el uso de la banda de montaje se logró prolongar la jornada de trabajo, eliminando los tiempos muertos, antes predominantes en el uso de mesas de trabajo y jornadas a destajo.

de los operarios. En 1980 se empiezan a ensamblar chasis con procesos de inserción automática y con componentes miniaturizados.

El nuevo tipo de máquinas de inserción requirió que los niveles de capacitación aumentaran, pues aumentó el nivel de calidad del proceso de ensamble. Para tal efecto, se incorporaron actividades de supervisión a lo largo de las líneas de montaje y controles de calidad al final del proceso de ensamble. En esta etapa, también se comienzan a realizar mejoras en las estaciones de trabajo así como ingeniería del proceso de manufactura y mantenimiento a los equipos mecánicos y electrónicos, actividades que eran realizadas en su mayoría por ingenieros mexicanos. Sin embargo, no se creó una autonomía en cuanto a las decisiones de mejorar el producto y, relativamente poca, para mejorar el proceso de ensamble.

En referencia a la estrategia global y cambios organizacionales internos, una de las estrategias del corporativo que motivó la instalación de la planta RCA en Ciudad Juárez fue la de explotar bajos costos salariales. Pero, el proceso de evolución llevó a cambios organizacionales tales como la transformación de las actividades de las gerencias. En un principio, éstas estuvieron dominadas por estadounidenses, pero conforme las necesidades de comunicación al interior de la planta fueron creciendo, pues aumentaban las responsabilidades de “hacer mejor las cosas”, y el contacto de gerentes o supervisores de la misma nacionalidad reforzaba la confianza de comunicación. La tabla 21 presenta la nacionalidad de los gerentes en esta primera etapa de acumulación de capacidades tecnológicas.

Tabla 21  
Nacionalidad de los gerentes, décadas sesenta-setenta

<i>Gerencia</i>	<i>1960-1970</i>
Gerente de Planta	Estados Unidos
Gerente de Finanzas	Estados Unidos
Gerente de Recursos Humanos	Estados Unidos
Gerente de Materiales	México
Gerente de Ingeniería de Proceso de Manufactura	México
Gerente de Calidad	NA
Gerente de Residencias	NA

NA. No aplica.

Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas.

La tabla muestra que el control de personal y su selección estaban a cargo de estadounidenses, pero las actividades relacionadas con la recepción de materiales y la organización de la producción fueron actividades realizadas por gerentes mexicanos, es decir, la rigidez por parte del corporativo para transferir a los ingenieros locales la actividad de las mejoras fue desapareciendo gradualmente.<sup>152</sup>

La capacidad de hacer mejoras en el producto aún no estaba desarrollada y tampoco era permitido por el corporativo, sólo se hacían sugerencias al departamento de diseño ubicado en Indianápolis. Pero las sugerencias de rediseño fueron generando un ambiente de confianza ya que tenían efectos positivos en la mejora del producto. A partir de esto, como veremos en la segunda etapa, la autonomía para rediseñar los procesos de manufactura o de las líneas de producción fue en aumento.

En relación con la evolución de las capacidades tecnológicas, la estimación de nuevas inversiones fue una actividad desarrollada casi en su totalidad por el corporativo. Desde el momento en que se estableció la primera planta de RCA en México en 1969, las decisiones de inversión para grandes proyectos han estado centralizadas en el corporativo. Sin embargo, la primera planta contó con tres edificios, dos de los cuales se realizaron poco después de haber construido el primero. En estos dos edificios participó marginalmente personal local en actividades de acondicionamiento del terreno y en la obra civil básica, ya que las otras actividades como planeación o preparación del protocolo y la estimación de la inversión estuvo a cargo del corporativo. Con base en esto, en esta primera etapa se alcanzaron sólo capacidades operativas básicas en las funciones de inversión.

En la función técnica de producción centrada en el proceso y organización de la producción, desde los inicios de operación en México, la planta RCA realizó réplica de especificaciones de proceso, operación rutinaria de procesos de ensamble simple y complejo y mejoras menores en las estaciones de trabajo. Asimismo, fue necesario hacer adaptaciones menores en los procesos de ensamble basado en estudios de tiempos y movimientos, mejora y cambio de *layout*.

La sustitución de las mesas de trabajo por bandas transportadoras requirió que las especificaciones del proceso de ensamble se replicaran

<sup>152</sup>Entrevista con el gerente de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente para México y América Latina.

de acuerdo con las líneas de ensamble ubicadas en Bloomington. A mediados de la década de los setenta, se empezaron a realizar mejoras a las líneas de ensamble ubicadas en Juárez. Parte de las mejoras estuvieron marcadas por el estudio de tiempos y movimiento en las cadenas de montaje que permitió la adaptación de los procesos de ensamble respecto de los componentes que recién llegaban, como las tablillas electrónicas que le sucedieron a los transformadores y yugos de deflexión.

La mayor capacitación –interna y externamente– de operarios, técnicos e ingenieros también fue importante en esta etapa, ya que permitió la sistematización de procesos que anteriormente no lo estaban. Con ello se lograron mejoras y adaptaciones en las estaciones de trabajo, también asociado al aprendizaje de los mismos agentes en las líneas de ensamble. Por ello, en la primera etapa, en la función técnica centrada en el proceso y la organización de la producción se alcanzaron capacidades innovativas básicas.

En cuanto al producto, el corporativo enviaba el *layout* de la tablilla que se ensamblaba y por ningún motivo se podía alterar o cambiar; el ensamble sólo se modificaba si así lo requerían las nuevas especificaciones del producto que enviaba el centro de diseño del corporativo.

En los primeros años de operación de la planta no se realizaban controles de calidad durante el proceso de ensamble, el componente sólo era supervisado al final del proceso. Pero a mediados de la década de los setenta, ya se contaba con procesos de supervisión en las cadenas de montaje y al final del proceso. A finales de esta década, los controles de calidad se incorporaron tanto en las cadenas de montaje como al final del proceso de ensamble de componentes.<sup>153</sup> Estas actividades sugieren que en la función técnica de producción centrada en el producto se adquirieron capacidades operativas básicas.

Bajo una estructura de relación intrafirma, el personal de la planta en Ciudad Juárez y de la planta ubicada en Bloomington mantenían una vinculación de carácter productiva y técnica. Por un lado, esas actividades

<sup>153</sup>Esto marca claramente la transición de un sistema de producción fordista a un sistema de producción posfordista. Aunque este último aparece a mediados de la década de los ochenta (Buitelaar, 2000), en sus inicios la planta maquiladora RCA operaba bajo un esquema de producción fordista, donde los volúmenes de producción eran más importantes que la calidad y el ensamble era tradicionalmente intensivo en mano de obra que requería de pocas habilidades. Pero, posteriormente el mejoramiento de la calidad se torna central en la competitividad del sector y por tanto de la planta maquiladora, de igual manera en el sistema de producción posfordista.

se relacionaban con los componentes electrónicos que se ensamblaban en Ciudad Juárez y se enviaban a Bloomington para su ensamble final. Cuando se empezaron a incorporar líneas de montaje en Ciudad Juárez, personal técnico de Bloomington llegó a aquella planta para asesorar y realizar las actividades de ingeniería. Por otro lado, la planta local tenía una fuerte relación de dependencia respecto del corporativo, el cual no permitía una actividad propia para establecer vínculos con proveedores de componentes y tecnología, o con clientes. El corporativo era el que mantenía las relaciones comerciales con proveedores y clientes, enviando los componentes, materiales o notificaciones a la planta de Ciudad Juárez. Sin embargo, esta planta debía mantener algún tipo de relación con instituciones estatales o federales en México, sobre todo con aquellas vinculadas al área fiscal u operativa. De esta forma, las actividades desarrolladas por la planta local en la función de vinculación interna correspondieron a capacidades operativas básicas.

En cuanto al mantenimiento de equipo, después de incorporar las cadenas de montaje en los procesos de ensamble, sólo se reemplazaban partes originales mecánicas o eléctricas de las cadenas de montaje. A mediados de la década de los setenta con la incorporación de los equipos de prueba –*Automatic Test Equipment* (ATE)–, el mantenimiento de este equipo se realizaba con personal estadounidense y algunos ingenieros mexicanos. El mantenimiento del equipo era básico y sin programación, los equipos eran eléctricos y se operaban manualmente.

El mantenimiento de esas máquinas era realizado por ingenieros locales. Se integró un grupo de ingenieros en electrónica egresados del Tecnológico de Monterrey y de la UNAM, su función principal era darle mantenimiento a los equipos de prueba. Pero no sólo lograron darle mantenimiento al equipo sino también lo mejoraron. Una de las mejoras importantes fue incorporar un flujo de información de todas las máquinas ATE hacia una oficina central. Esto nos muestra que la capacidad acumulada de la empresa local se ubica en un nivel de capacidades operativas básicas.

La tabla 22 presenta la valoración cualitativa de los niveles de capacidades tecnológicas adquiridos en la primera etapa de acumulación.

**Tabla 22**  
**Valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas de la línea de negocio de televisores, decodificadores y cable módem de Thomson en la etapa I**

Nivel de capacidades tecnológicas	Función técnica de inversión		Función técnica de producción		Función técnica de soporte			VCCCT
	Toma de decisiones y control	Preparación y ejecución del proyecto	Centradas en procesos y organización de la producción		Vinculación externa	Vinculación interna	Modificación de equipo	
			Centradas en el producto	Centradas en el producto				
Capacidades operativas básicas	0.15	0.15	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	
Total	0.15	0.15	0.20	0.20	0.10	0.10	0.10	1.00

Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla 7.

### ***Etapa II: Rediseño de procesos y modificación de equipo (1981-1992)***

En relación con la trayectoria tecnológica de componentes y procesos, la segunda etapa está caracterizada por un cambio importante a nivel tecnológico. En la década de los ochenta surgen innovaciones de *software* y *hardware* en la industria electrónica a nivel mundial que incrementan el grado de complejidad del diseño de los componentes, orientándolos hacia la miniaturización y estandarización. Esto incidió en la incorporación de máquinas programables o de inserción automática para el ensamblaje de componentes en la industria electrónica.<sup>154</sup> El equipo programable y de inserción automática requirió de una mayor habilidad de operarios y técnicos para su uso y mantenimiento.

En esta etapa, los productos que se ensamblaron con la nueva tecnología fueron básicamente tablillas electrónicas para televisión blanco y negro y a color, pero con un menor número de componentes por unidad de producto. Este equipo incrementó la intensidad del capital de una parte

<sup>154</sup>Los japoneses se convirtieron en usuarios de esta nueva tecnología. En 1975, empresas japonesas del sector electrónico como Hitachi, Matsushita y TDK insertaron cerca del 80 por ciento de los componentes automáticamente (Lara, 1998).

del proceso de ensamble,<sup>155</sup> modificó el número de componentes a insertar y la velocidad del proceso de ensamble,<sup>156</sup> el cual ya era un proceso complejo.

A principios de la década de los setenta también se desarrolló la tecnología para ensamble de componentes electrónicos, denominada montaje sobre superficie y se incorporó ampliamente a nivel mundial a finales de esa década. Este tipo de tecnología desplazó marginalmente a la tecnología de inserción automática.<sup>157</sup> Por un lado, reduce el espacio entre componentes ayudando a mejorar las condiciones de uso y consumo de energía eléctrica y satisface las necesidades de los diseños digitales y análogos. Por otro, las máquinas de montaje sobre superficie requieren componentes de elevada calidad, característica que iba en aumento. En general, esta tecnología requiere de mayores habilidades técnicas tanto para su uso como para su mantenimiento, ya que la precisión y rapidez del ensamble aumenta, y al mismo tiempo son ahorradoras de mano de obra.

En relación con la organización de la producción y de los procesos de diseño, al iniciar la década de los ochenta, RCA de Ciudad Juárez empieza a utilizar equipo de alta tecnología pero simultáneamente maneja cadenas de montaje y mesas de trabajo a destajo. El proceso de flexibilidad de la planta fue marcado por la aplicación de principios de microelectrónica a gran parte de sus máquinas-herramientas, logrando la automatización flexible de los procesos clave en la planta y transformando el ensamble simple en complejo. Esto se debió a que el corporativo tuvo demanda de productos electrónicos de consumo –televisiones– con mayores especificaciones y mayores requerimientos de calidad, así como a una variabilidad en el volumen de los productos solicitados.

La incorporación de nuevas tecnologías y la necesidad de mayores requerimientos de calidad permitieron que las actividades de ensamble que se realizaron en la década de los setenta ayudaran a desarrollar capacidades de ingeniería, las cuales potenciaron la posibilidad de rediseñar los procesos de ensamble. A partir de los procesos acumulativos en las

<sup>155</sup>Es conveniente recordar que el proceso de ensamble de componentes requiere de procesos automatizados en el intermedio y procesos manuales al final.

<sup>156</sup>Manualmente, una operadora tardaba cuatro segundos en ensamblar un componente, mientras que la insertadora automática ensamblaba 2.5 componentes por segundo (Lara, 1998).

<sup>157</sup>Lara (1998).



áreas de ensamble, hubo un proceso de aprendizaje dado por mecanismos tales como el entrenamiento de personal operario, visita de ingenieros extranjeros a las plantas locales, capacitación a ingenieros mexicanos en plantas extranjeras, entre otros.<sup>158</sup>

Las actividades de ensamble simple y complejo desarrolladas en la primera etapa permitieron que operarios, técnicos e ingenieros pudieran hacer mejoras a las líneas de montaje. Los operarios tenían la libertad de sugerir las posibles mejoras en cada línea de acuerdo con el producto que se ensamblaba en ella. Si bien su participación era marginal, ya que sólo podían sugerir, era un principio para abordar los problemas que se presentaban en los procesos de ensamble derivados de los diversos componentes que se ensamblaban en una misma línea.

Los técnicos e ingenieros, por su parte, se encargaban de llevar a cabo las modificaciones necesarias que requería cada grupo de componentes a ensamblar. En un principio, como vimos en la primera etapa, las mejoras en las líneas fueron menores, pero en la segunda etapa creció la autonomía para rediseñarlas, es decir, en la década de los ochenta la planta local ya tenía flexibilidad para rediseñar los procesos. Así, la ingeniería industrial, la ingeniería de prueba y la ingeniería de manufactura –la cual tiene que ver con el diseño de procesos– crecieron significativamente, en gran medida gracias a la experiencia de los mexicanos.

La modificación de equipo también fue una actividad significativa, sobre todo respecto al equipo de prueba. Como veremos posteriormente, la incorporación de equipo de prueba en la planta en 1976, cambió la forma de evaluar el producto. A finales de la década de los sesenta y principios de los setenta, la evaluación de los productos ensamblados se realizaba con equipos eléctricos como multímetros, los cuales se operaban manualmente. Posteriormente, en 1976 se introdujo la Tecnología de Prueba y Alineación Automática denominada ATE (*Automatic Test Equipment*).

Esta tecnología de prueba fue mejorada por el personal local. El grupo que le daba mantenimiento y que logró rediseñarlo estuvo formado por ingenieros de la UNAM y del Tecnológico de Monterrey. Uno de los rediseños de esa tecnología implicó incorporar un flujo de información de

<sup>158</sup>Un análisis detallado de las actividades de aprendizaje desarrollados por la empresa se presenta en Sampedro (2003).

todas las máquinas ATE hacia una oficina central. Posteriormente, no sólo se rediseñó sino que se empezó a construir equipo de prueba semiautomático localmente, mientras que los equipos grandes y automatizados se seguían produciendo en Indianápolis.

En referencia a la estrategia global y cambios organizacionales, la estrategia que al parecer determinó que RCA siguiera operando en Ciudad Juárez fue la compra por parte de GE y posteriormente por Thomson. Como parte de los objetivos de la empresa francesa, se planteó la política de hacer de RCA de Ciudad Juárez una “planta que debía tener mayor flexibilidad” en cuanto a la toma de decisiones. Su intención fue disminuir la rigidez que se había presentado en la planta cuando estuvo incorporada a GE.

A pesar de la estructura organizacional presentada por GE, a mediados de la década de los ochenta, un mayor número de gerencias empezaron a ser ocupadas por mexicanos. Como se observa en la tabla 23, casi el 60 por ciento de los gerentes eran mexicanos. Esta evolución se debe a dos razones. Por un lado, la decisión del corporativo de dar mayor libertad a la planta de Ciudad Juárez en el desarrollo de habilidades administrativas. Por otro, establecer una mejor comunicación entre operarios y gerentes: si éstos son mexicanos, la relación se torna con más fluidez y mayor confianza ya que se habla el mismo idioma.

Tabla 23  
Nacionalidad de los gerentes, mediados de la década de los ochenta

<i>Gerencia</i>	<i>Década de los ochenta (mediados)</i>
Gerente de Planta	Estados Unidos
Gerente de Finanzas	Estados Unidos
Gerente de Recursos Humanos	México
Gerente de Materiales	Estados Unidos
Gerente de Ingeniería de Proceso de Manufactura	México
Gerente de Calidad	México
Gerente de Residencias	México

Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas.

Dado la experiencia de los mexicanos al trabajar junto a los gerentes extranjeros, la mayor confianza en los trabajadores locales, y la habilidad de los ingenieros para poder seleccionar la mejor maquinaria de acuerdo con las necesidades de ensamble, se viene observando un aumento de la presencia de mexicanos en las gerencias a nivel local y global. Estos cambios en la gerencia muestran la evolución en la toma de decisiones.<sup>159</sup> A lo anterior se suma que uno de los objetivos del corporativo francés fue mejorar el aprendizaje de las diferentes actividades de la empresa sustentada en la rotación de los gerentes entre los diferentes puestos de mando. Este mecanismo se institucionaliza a mediados de la década de los noventa, aunque se presenta desde la década de los ochenta.

En relación con la acumulación de capacidades tecnológicas, en la segunda etapa se comienzan a presentar nuevos fenómenos. Con relación a las funciones de inversión, la planta de Ciudad Juárez pasó a seleccionar la tecnología que se requería. Si bien la decisión de compra y la ejecución de la inversión era realizada por el corporativo, la empresa local podía decidir sobre el equipo y maquinaria adecuado para los procesos de ensamble.

A finales de la década de los ochenta, mediante un *joint venture* entre Phillips Holanda –proveedor– y Thomson –usuario–<sup>160</sup> se construyó equipo, en el cual ingenieros de las plantas de Ciudad Juárez participaron en su desarrollo y diseño. El diseño de la máquina se realizó en conjunto; ingenieros de Ciudad Juárez fueron a Holanda a supervisar la producción de la primera máquina y a realizar pruebas, incluso se trabajó en conjunto en el diseño de las líneas de producción para el uso del nuevo equipo. Fue una de las primeras máquinas de su tipo a nivel mundial. Uno de los resultados logrados fue el aprendizaje que obtuvieron los ingenieros en el diseño y la construcción de la máquina, otro resultado fue el aprendizaje de su funcionamiento y su mantenimiento, que permitió que ante eventuales dificultades en la operación de la máquina, ingenieros y técnicos de Ciudad Juárez pudieran responder a esos problemas sin necesidad de recurrir a los ingenieros y técnicos de Philips-Holanda. De tal forma que

<sup>159</sup>Por ejemplo, la selección de maquinaria y equipo anteriormente se concentraba en Indianápolis pero, a inicios de los ochenta, en Juárez se tenía injerencia en esas decisiones.

<sup>160</sup>La máquina de inserción automática tuvo un costo de 3.9 millones de dólares. Se han obtenido 18 de ellas. Entrevista con el *Black Belt* de Calidad, CST.

la empresa local llegó a acumular capacidades innovativas básicas en esta función técnica.

Como se mencionó antes, en la década de los setenta se comenzaron a introducir mejoras en los procesos de ensamble, en particular se realizaron mejoras menores del *layout* de los procesos de ensamble de los primeros productos como transformadores o yugos de alto voltaje. Posteriormente, en la década de los ochenta se pasaron a realizar localmente actividades más complejas y se rediseñaron los procesos de ensamble de productos como tablillas electrónicas, las cuales incorporaban procesos de ensamble complejo.

En esta etapa, el rediseño de los procesos de ensamble complejo de componentes se ha realizado en buena medida con ingenieros locales, en su mayoría mexicanos, los cuales ya habían acumulado experiencia en la década anterior. Esto nos muestra que la empresa ha desarrollado capacidades innovativas intermedias en la función técnica centrada en procesos y organización de la producción, lo que le podría permitir tener una contribución al cambio técnico de forma sustancial. Esta función ha observado una evolución significativa.

A pesar de las mejoras menores que se realizaron a las líneas de producción, de los programas de capacitación, e incluso de los esfuerzos en el rediseño de los procesos de ensamble de componentes, no se permitía tocar el producto. Es decir, las mejoras en los componentes no se realizaban localmente. Como se mencionó en el apartado anterior, si algún componente necesitaba ser modificado, las sugerencias se notificaban al corporativo y éste decidía cambiar o no el diseño.

Una de las razones de esta limitación se refleja en la casi nula presencia de productores de componentes electrónicos en la localidad que abastezcan o interactúen con los clientes. Estos componentes, además, son de alto contenido tecnológico y requieren una larga trayectoria de aprendizaje para su diseño y producción.

El producto, hasta la fecha no se toca, pero los sistemas de control de calidad del producto se han sistematizado en la planta, lo cual permite que las sugerencias de rediseño del producto se hagan constantemente, las cuales pueden o no ser aprobadas por el centro de diseño. Por estas razones, la actividad de producción centrada en el producto se ubica en la capacidad innovativa básica en la segunda etapa.

La naturaleza de las plantas como subsidiarias es una limitante para desarrollar actividades de vinculación con otras instituciones. Sin embargo, Thomson ha establecido vínculos con instituciones locales de nivel superior tales como el Conalep, el Tecnológico de Monterrey o el Tecnológico de Ciudad Juárez con la finalidad de entrenar a su personal técnico y administrativo. Pero no es sino hasta la tercera etapa que esta actividad se desarrolla plenamente. En este sentido, la función técnica de vinculación externa se ubica en capacidades innovativas básicas.

La relación intrafirma en esta etapa es de mayor envergadura. La interacción entre el personal de las plantas de Ciudad Juárez y de Indianápolis se centra básicamente en el intercambio de información respecto a los procesos de producción y mantenimiento de equipo, que no se pueda realizar localmente, entre otras. Ingenieros y técnicos locales se capacitaban en Indianápolis, incluso en otras plantas de Thomson-Multimedia situadas en Asia o Europa. Pero el contacto más importante era el que se daba entre el área de ingeniería de manufactura de las plantas de Ciudad Juárez y el área de diseño ubicado en Indianápolis. Estas dos áreas han colaborado a través de grupos de trabajo con el objetivo de mejorar el mantenimiento del equipo, sobre todo el del equipo de prueba. Como veremos posteriormente, ésta ha sido una actividad realizada por ingenieros estadounidenses y mexicanos. Esto sugiere que la se han desarrollado localmente capacidades innovativas básicas en la función de vinculación.

El mayor nivel de acumulación se alcanzó en la función técnica de modificación de equipo, dadas las actividades de mejora y adaptaciones en las líneas de producción y en la maquinaria y el equipo de prueba. Así, el mejoramiento del equipo de prueba sigue siendo, al igual que en la primera etapa, la actividad más sobresaliente. A pesar de que desde la primera etapa los ingenieros mexicanos realizaron mejoras en el equipo de prueba, en la segunda etapa se potencian esas capacidades y se llega a realizar actividades de rediseño y construcción.

Lo anterior valida la evolución tecnológica de RCA en Ciudad Juárez. La modificación del equipo ATE llevado a cabo por el grupo de electrónica local permitió la realización de otro tipo de equipo de prueba más sofisticado, que se empezó a fabricar en Indianápolis,

denominados *Factory Analysis Control and Tracking System (FACT)*, un equipo de prueba a gran escala que partió del equipo diseñado por los ingenieros mexicanos. Además del diseño, también se empezó a producir equipo de prueba semiautomático localmente, lo que permitía tener las líneas de ensamble de componentes con controladores electrónicos. De esta forma, la ingeniería de manufactura y la ingeniería industrial fueron creciendo. Esto muestra que durante la segunda etapa se alcanzaron capacidades innovativas intermedias en la función de modificación de equipo.

La tabla 24 presenta la valoración cualitativa de los niveles de capacidades tecnológicas adquiridos en la segunda etapa de acumulación en la línea de negocio de televisores, decodificadores y cable módem de Thomson.

Como se puede observar, en esta línea de negocios Thomson avanzó sustancialmente hasta alcanzar un valor de 2.30 en la valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas.

Tabla 24  
Valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas de la línea de negocio de televisores, decodificadores y cable módem de Thomson en la etapa II

Nivel de capacidades tecnológicas	<i>Función técnica de inversión</i>		<i>Función técnica de producción</i>		<i>Función técnica de soporte</i>			VCCCT
	<i>Toma de decisiones y control</i>	<i>Preparación y ejecución del proyecto</i>	<i>Centradas en procesos y organización de la producción</i>	<i>Centradas en el producto</i>	<i>Vinculación externa</i>	<i>Vinculación interna</i>	<i>Modificación de equipo</i>	
Capacidades operativas básicas								
Capacidades innovadoras básicas	0.30	0.30		0.40	0.20	0.20		
Capacidades innovadoras intermedias			0.60				0.30	
Total	0.30	0.30	0.60	0.40	0.20	0.20	0.30	2.30

Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla 7.

### ***Etapa III: Ensamble final, proceso de manufactura y diseño (1993-2002)***

En cuanto a la trayectoria tecnológica de componentes y procesos, en 1993 se instala la segunda planta de ensamble en Ciudad Juárez, TTM. Su actividad central era el ensamble final de la televisión de 19 y 20 pulgadas. Con la instalación de la tercera planta en 1998, MASA, las actividades de ensamble final se realizarían en combinación con TTM y RCA, dando lugar a ensamblajes de diversos componentes para diferentes productos como la televisión, decodificadores de satélite (GLA) y cable módem.

En la década de los noventa, los componentes electrónicos tienden aún más a la miniaturización. Del mismo modo, la tecnología de ensamble de componentes electrónicos activos y pasivos ha mostrado avances en la miniaturización de las máquinas insertadoras. Esto se debe, en parte, al desarrollo de microcircuitos construidos de acuerdo con las especificaciones de los usuarios llamados ASIC (*application specific integrated circuit*), que tienen ventajas respecto de los circuitos convencionales tales como: 1. bajos costos de producción, pues estos circuitos requieren de un menor número de componentes, y 2. la dificultad de imitar los ASIC ya que están diseñados de acuerdo con las necesidades de los usuarios.<sup>161</sup>

El tipo de ensamble que se realiza en esta tercera etapa es más complejo y compacto, es decir, las tecnologías de ensamble se van haciendo cada vez más pequeñas, lo que refleja el grado de desarrollo de las habilidades del operario para manejar máquinas más complejas y con mayor rapidez y de los ingenieros para poder dar soporte técnico a la solución de problemas que se presenten en las líneas de producción. En este sentido, se han realizado rediseños en el proceso de manufactura con mayor grado de complejidad y, en mayor medida, se han realizado sugerencias de cambio en el diseño del producto.

Respecto a la organización de la producción y de los procesos, una de las preguntas que se trata de responder en esta etapa es: ¿Cómo fue el proceso para que en la segunda planta –TTM– se pasara a ensamblar el producto final? La respuesta oscila entre tres argumentos. Primero, formó parte de una estrategia global del corporativo para mantener el ensamble final de productos cerca de los centros de ensamble de componentes.

<sup>161</sup>Lara (1998).

Tal fue el caso de la planta RCA que ensamblaba componentes clave para televisión, por lo que una estrategia obedecía a ensamblar la televisión completa en Ciudad Juárez. Segundo, dada la cercanía con los Estados Unidos, Ciudad Juárez fue un lugar geográficamente estratégico. Sin duda el factor costos fue decisivo para instalar TTM en Ciudad Juárez. Tercero, se buscaba el desarrollo de capacidades técnicas de ensamble y del proceso de manufactura, así como el desarrollo de diseño de procesos y productos.

A mediados de la década de los noventa se trató de generar más valor agregado en Ciudad Juárez, de tal manera que también se empezaron a moldear gabinetes de plástico para las televisiones, que requieren de alto conocimiento tecnológico. En TTM, por ejemplo, hay un área exclusiva para la producción de plásticos donde los productos manufacturados son gabinetes para televisión, partes para control remoto y GLA. Es decir, se empiezan a desarrollar actividades de manufactura de componentes.

La tercera etapa también está caracterizada por la flexibilidad lograda para realizar diseño de las líneas de producción, así como por la capacidad de cambiar la ubicación de las líneas de ensamble de una planta a otra. Antes eso no era posible dado que sólo existía una planta, en esta etapa se realiza a menudo, pues se integran nuevos productos y también se mudan otros a otras plantas del corporativo, ya sea en México o en otra parte del mundo. Pero no es sólo la existencia de más plantas lo que permite el cambio de productos entre las líneas de producción sino la destreza desarrolladas y la rapidez para lograrlo.

El Centro de Soporte Técnico jugó un rol importante en las actividades mencionadas. Allí se ubicó un laboratorio de calidad encargado de dar apoyo a las tres plantas. Cabe mencionar que en MASA hubo un grupo de desarrollo para el diseño de televisiones –diseño básico– y en TTM se realizan innovaciones de proceso. Si bien el desarrollo de diseño de productos era su actividad más importante, el CST también respondía a la demanda de introducción de nuevos productos, desde su conceptualización hasta su implementación en manufactura.

En relación con las actividades de diseño, el CST estableció un grupo de diseño de productos en el año 2001. Dada las capacidades de ingenieros locales, el propósito fue crear un cuarto centro de diseño, pero ya existían tres: uno en Singapur, uno en Alemania y otro en Indianápolis. El cuarto trató de instalarse en Ciudad Juárez, México, para las tele-



visiones de 19 a 27 pulgadas. Dado que Thomson se convirtió en una organización global, ya no fue rentable tener un cuarto grupo de diseño de productos en Ciudad Juárez. Sin embargo, desde el año 2000 se creó un equipo de diseño de *software* para decodificadores, con escala limitada, pero que ha hecho importantes mejoras a ese *software*. Este grupo básicamente escribe códigos para televisión. Se espera que este producto sea el principal en cuanto a desarrollo tecnológico y de mercado en los próximos años.<sup>162</sup>

Más allá de las vicisitudes sobre las actividades de diseño de productos, se probó que es viable tener un grupo de diseño de productos en Ciudad Juárez, de hecho se diseñó un producto al 50 por ciento, pero en el momento en que se decidió cambiar la prioridad del grupo el resto del diseño se terminó en Singapur.

En referencia a la estrategia global y cambios organizacionales, en la tercera etapa las estrategias fueron de doble naturaleza. Por un lado, estaba la estrategia de la EG para instalar nuevas plantas cerca de la planta de ensamble de componentes con la finalidad de ensamblar el producto final, y por otro había una estrategia de carácter geográfico, que es la de situar las plantas de ensamble cerca del mercado, Estados Unidos. Sumado a ello, se dio un proceso natural de desarrollar habilidades por parte de operarios, técnicos e ingenieros, capacidad que se refleja a través de la evolución del proceso de ensamble simple y complejo al ensamble final, a los procesos de manufactura y a las actividades de diseño.

Hay dos cambios relevantes a nivel de organización. Por un lado, había una presión para convertirse en una empresa de manufactura mundial, lo cual implica que las plantas sean supervisadas por controles de calidad, al mismo tiempo que el personal de las mismas esté en constante capacitación. Además, la toma de decisiones está en función de las ventajas competitivas que se presenten en los lugares donde se ubican las plantas, como habilidades de ensamble y diseño, y de las ventajas basadas en costos laborales y de otro tipo. Por otro, como se observa en la tabla 25, se incrementa la presencia de mexicanos en los cargos gerenciales. Las gerencias en las tres plantas y en el CST eran ocupadas por mexicanos casi en su totalidad.

<sup>162</sup>Entrevista con el gerente de Desarrollo para Productos Digitales, CST.

Tabla 25  
Nacionalidad de gerentes, década de los noventa

<i>Gerencia</i>	<i>País de origen</i>
Gerente General	Francia
Gerente de Plantas	México/Estados Unidos
Gerente de Finanzas	Francia
Gerente de Recursos Humanos	México
Gerente de Ingeniería de Calidad	México
Gerente de Materiales	México
Gerente de Ingeniería de Manufactura	México
Gerente de Producción (yugos y transformadores)	México
Gerente de Producción (chasis)	Estados Unidos
Gerencia de Residencias	México
Gerente de Comunicación	México

Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas.

Tabla 26  
Valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas de la línea de negocios de televisores, decodificadores y cable módem de Thomson en la etapa III

<i>Nivel de capacidades tecnológicas</i>	<i>Función técnica de inversión</i>		<i>Función técnica de producción</i>		<i>Función técnica de soporte</i>			<i>VCCT</i>
	<i>Toma de decisiones y control</i>	<i>Preparación y ejecución del proyecto</i>	<i>Centradas en procesos y organización de la producción</i>	<i>Centradas en el producto</i>	<i>Vinculación externa</i>	<i>Vinculación interna</i>	<i>Modificación de equipo</i>	
Capacidades operativas básicas								
Capacidades innovadoras básicas					0.20	0.20		
Capacidades innovadoras intermedias	0.45	0.45	0.60	0.60				
Capacidades innovadoras avanzadas							0.40	
Total	0.45	0.45	0.60	0.60	0.20	0.20	0.40	2.90

Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla 7.

Originalmente los gerentes mexicanos se dedicaron a administrar los materiales y la calidad, pero posteriormente llegaron a ocupar puestos de mayor rango tales como gerencia de planta, de recursos humanos, de ingeniería de manufactura, de producción, de residencias y de comunicación. Ese escalamiento gerencial permitió contratar más ingenieros locales.

Con base en lo anterior, en la tabla 26 se presenta la valoración cualitativa de los niveles de capacidades tecnológicas adquiridos en la tercera etapa de acumulación en la línea de negocios de televisores, decodificadores y cable módem. El desarrollo de capacidades tecnológicas llevó a Thomson a alcanzar un valor de 2.90.

A continuación se presentan más argumentos sobre el nivel de capacidades tecnológicas alcanzado por las principales funciones técnicas.

#### *Función técnica de grandes proyectos de inversión*

En esta etapa, la capacidad de toma de decisiones está limitada por el corporativo y no por la falta de personal calificado para esa actividad, ya que las decisiones estratégicas se centran en el corporativo. Aunado a que en esta etapa se empieza a gestar la idea de ser una empresa de manufactura mundial, las decisiones son de orden global, con criterios que dejan de lado las oportunidades locales para ser sustituidas por las oportunidades globales.

Las tres plantas ubicadas en Ciudad Juárez obedecen a ese esquema de operación, por lo cual la decisión de invertir se centralizó en el corporativo. Sin embargo, gran parte del diseño de la planta fue elaborado por ingenieros y técnicos mexicanos que trabajaban en la planta RCA de Ciudad Juárez. También se seleccionó localmente la empresa constructora, los materiales de construcción y la ubicación geográfica de las plantas. Por lo tanto, la actividad más importante en esta función técnica es, en gran medida, la administración del proyecto de construcción de la segunda y tercera plantas de la empresa –ITM y MASA–, ya que su ejecución tanto técnica como administrativa fue llevada a cabo por personal local.

En la construcción de la segunda y tercera plantas se incorporaron actividades relacionadas con el medio ambiente. En la década de los ochenta ya se tenía un área de Seguridad, Higiene y Vigilancia en la primera planta, pero cuando se instaló la segunda se consolidó el área de

Seguridad, Higiene y Medio Ambiente. Después, con la aparición de la tercera planta y el CST esta área evolucionó aún más.

De esta forma, en la tercera etapa de desarrollo el nivel que la empresa local alcanza en esta función técnica es aquella que corresponde al de capacidades innovativas intermedias.

#### *Capacidades centradas en el proceso y organización de la producción*

El avance más importante en esta función técnica se asocia al rediseño de los procesos de ensamble de componentes y del producto final. No sólo se realizan mejoras y adaptaciones a las líneas de producción sino también se han adquirido capacidades de diseño. El incremento del número de plantas ha contribuido a generar esas capacidades. Si bien el corporativo manda los diseños del proceso de ensamble, en TTM se rediseñaban las líneas de montaje para ensamblar los componentes y el producto final.

Conforme se establecieron nuevas plantas se necesitó una mayor capacidad de organización y control de las mismas. No sólo para organizar la producción sino también para administrar y garantizar las relaciones entre ellas. El rápido escalamiento de productos en cada una de las plantas requirió también un mayor grado de coordinación entre las líneas de producción de las tres plantas, de tal manera que algunos productos cuya demanda aumentaba pudiera ser abastecida por alguna de las plantas instaladas.

La capacidad ha consistido, primeramente, en cambiar el tipo de componentes que se ensamblan en una misma línea de producción. Eso requiere de personal capacitado para cada uno de los productos que se llegan a ensamblar en la planta. Como se vio en el apartado anterior, las plantas no se limitan a ensamblar o manufacturar un solo producto sino que diversifican su actividad, lo cual ha permitido mejorar las líneas de ensamble así como diseñarlas para los nuevos productos que llegan a cada una de las plantas.

De acuerdo con la matriz de capacidades tecnológicas, este tipo de actividades de diseño ha permitido ubicar a la empresa local en un nivel de capacidades innovativas intermedias.

#### *Capacidades centradas en el producto*

El escalamiento de productos ha llevado a desarrollar localmente procesos de manufactura, como es el caso de los plásticos. Se manufacturan

gabinetes de plástico para televisiones y decodificadores. Su diseño no se realiza localmente, pero se interactúa con el laboratorio de diseño ubicado en Indianápolis. Este centro envía el diseño y los moldes de los productos de plástico, y localmente se rediseña o se modifica, previa autorización del corporativo.

A pesar de los límites estratégicos para el desarrollo de las actividades de diseño de productos, el desarrollo de diseño de *software* ha sido significativo, de acuerdo con las necesidades y especificaciones del cliente.

Las mejoras en el diseño del *software* se han orientado a las actividades asociadas con *telemarketing* (como operaciones bancarias), interfases con el usuario, incluso juegos, que son parte del ramo multimedia al que se ha estado incorporando la empresa. Dentro del negocio de multimedia se incorporan diferentes servicios como integración de la televisión con la computadora, con el cable módem, con los servicios vía satélite, entre otros, es decir, se trata de ofrecer servicios multimedia.

Aunque no se permite modificar los productos ensamblados localmente, las sugerencias de cambio o rediseño son constantes, sobre todo en la tercera etapa se vuelve una actividad intensiva. Por lo anterior, en esta función técnica, la empresa puede ubicarse en un nivel de capacidades innovativas intermedias.

#### *Capacidades en la función técnica de vinculación interna*

En términos de los vínculos internos, la instalación del CST fue en gran medida resultado del trabajo que habían estado llevando a cabo los gerentes mexicanos de las plantas locales. La idea atrás de la instalación del CST era atraer más actividades de diseño a Ciudad Juárez e integrar oferentes locales a la cadena de oferentes de Thomson. El corporativo ha delegado a las plantas ubicadas en Ciudad Juárez la toma de decisiones respecto a diseño de procesos y selección de proveedores de materiales indirectos locales, así como a la vinculación con diversas universidades locales.

Como se señaló anteriormente, los diseños de las líneas de ensamble eran realizados por ingenieros mexicanos desde la década de los ochenta. Para optimizar el buen funcionamiento de las líneas de ensamble no requerían permiso previo del corporativo, sólo se notificaba lo que se iba realizar. Poco a poco se han trasladado algunas decisiones.

La toma de decisiones a nivel local sobre las compras de algunos insumos también genera mayores oportunidades para los proveedores de materiales indirectos nacionales. Aunque no se ha aprovechado esa oportunidad, pues sólo representa poco más del 0.5 por ciento del total de la proveeduría, el resto viene de Asia, Europa o Estados Unidos.<sup>163</sup>

Sin embargo, las limitaciones en la decisión respecto a los productos sugieren que en esta función técnica aún se mantienen capacidades innovativas básicas.

#### *Capacidades en la función técnica de vinculación externa*

Otro de los rasgos característicos de la tercera etapa es la vinculación que se ha establecido con las universidades e instituciones de capacitación locales. Los vínculos con el Conalep, Tecnológico de Ciudad Juárez, Tecnológico de Monterrey de Ciudad Juárez, entre otros, reflejan la autonomía en esta actividad y la necesidad de las plantas por establecer ese tipo de relaciones.

Los proyectos conjuntos realizados con universidades locales permitieron la formación de personal profesional a través de cursos especializados en áreas administrativas y técnicas. Asimismo, estas relaciones se convirtieron en una actividad de aprendizaje.

También se ha avanzado en lo referente a la relación con los proveedores. Como se señaló anteriormente, se establecen relaciones con algunos proveedores, aunque mayormente de materiales indirectos. Por ejemplo, la compra de soldadura ha sido una decisión relegada a la localidad, pero con resultados poco significativo, en el sentido de que el volumen de producción demandado es difícil de ser abastecido por productores nacionales y locales. En general, esta función técnica puede ubicarse en lo que corresponde a capacidades innovativas básicas.

#### *Capacidades en la función técnica de modificación de equipo*

Como se ha mencionado en párrafos anteriores, Thomson ha desarrollado capacidades para el diseño de equipo de prueba. La instalación del CST fue uno de los eventos que fomentó la capacidad de diseño, aunque, como se mencionó en la segunda etapa, estas capacidades se fueron desarrollando gradualmente a partir de los primeros equipos de prueba

<sup>163</sup>Entrevista con la gerente de Aduanas en el Área de Comercio Exterior, CST.

semiautomáticas para ensamblajes pequeños. De esto podemos inferir que se han desarrollado localmente capacidades innovativas avanzadas en esta función técnica, ya que se ha realizado diseño de equipo mediante un *joint venture* con Philips de Holanda (máquina insertadora) y rediseño y construcción de equipo de prueba, el cual se ha exportado a plantas de Thomson ubicadas en Brasil.

## LA MATRIZ ACTUAL DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS

La tabla 27 presenta los niveles alcanzados por Thomson en la línea de negocios de televisores, decodificadores y cable módem en México en cada una de las tres etapas de evolución de las capacidades tecnológicas. En la primera etapa las capacidades alcanzadas fueron operativas, de tal forma que la empresa local tenía sólo las capacidades mínimas para

Tabla 27  
Matriz de capacidades tecnológicas de Thomson en televisores, decodificadores y cable módem en México

Etapas	<i>Función técnica de inversión</i>		<i>Función técnica de producción</i>		<i>Función técnica de soporte</i>		
	<i>Toma de decisiones y control</i>	<i>Preparación y ejecución del proyecto</i>	<i>Centradas en procesos y organización de la producción</i>		<i>Vinculación externa</i>	<i>Vinculación interna</i>	<i>Modificación de equipo</i>
			<i>Centradas en el proceso</i>	<i>Centradas en el producto</i>			
1. Ensamble simple de pocos componentes 1979-1988	Operativas	Operativas	Operativas	Operativas	Operativas	Operativas	Operativas
2. Ensamble complejo de familia de productos 1989-1994	Básicas innovativas	Básicas innovativas	Intermedias innovativas	Básicas innovativas	Básicas innovativas	Básicas innovativas	Intermedias innovativas
3. Diseño de productos 1995-2002	Intermedias innovativas	Intermedias innovativas	Intermedias innovativas	Intermedias innovativas	Básicas innovativas	Básicas innovativas	Avanzadas innovativas

Fuente: Elaboración propia a partir de la tabla 6.

operar y seguir en el mercado. En la segunda etapa se avanzó hacia capacidades innovativas básicas en la mayoría de las funciones técnicas y sólo en la función centrada en procesos y organización de la producción y la función de modificación de equipo alcanza capacidades innovativas intermedias. En la tercera etapa sólo logra alcanzar capacidades innovativas avanzadas en la función de modificación de equipo.

El proceso de acumulación de capacidades tecnológicas ha estado influenciado por diferentes factores, algunos están asociados a las características de la acumulación local, pero otros se relacionan a las decisiones del corporativo y la estrategia de la EG. Por ejemplo, las decisiones del corporativo han limitado la acumulación en la función técnica de inversión y por lo mismo se desarrolla lentamente a nivel local, lo mismo sucede con el diseño de productos y otras actividades técnicas desarrolladas localmente. A pesar de los logros locales en la toma de decisiones, por ejemplo, para realizar diseño de plantas, la limitación es de carácter estratégico y no por falta de experiencia o falta de iniciativa de los gerentes locales. La toma de decisiones local ha tenido también alguna repercusión en los procesos de acumulación. Los gerentes de las plantas instaladas hasta mediados de la década de los noventa gestionaron en gran medida la instalación del CST en Ciudad Juárez, lo cual permitiría atraer nuevos productos más complejos y nuevas líneas de negocio, fortalecer la toma de decisiones y posicionar estratégicamente a Ciudad Juárez en el marco de la EG. Pero las decisiones globales afectan la acumulación interna, a tal nivel que en el 2002 una decisión global llevó a la desintegración del CST, afectando el proceso de acumulación local.<sup>164</sup>

<sup>164</sup>La desintegración del CST no fue resultado de una limitada acumulación de capacidades tecnológicas de las plantas sino que estuvo asociada a una estrategia de carácter global, la decisión del corporativo era concentrar el diseño en los tres centros globales ya existentes.



## Análisis comparativo de los procesos de acumulación en las subsidiarias

---

El análisis de los procesos de construcción de capacidades tecnológicas locales de tres subsidiarias de EG, Delphi, Philips y Thomson, evidenció ciertos rasgos comunes y algunas diferencias. En este capítulo se comparan las trayectorias de acumulación local de la tres subsidiarias, se analizan las diferencias y semejanzas observadas en la evolución de las diferentes funciones técnicas, se discuten dos disparadores que aceleraron los procesos de acumulación, y finalmente se extraen un conjunto de hechos estilizados sobre el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas identificados a partir de los casos analizados.

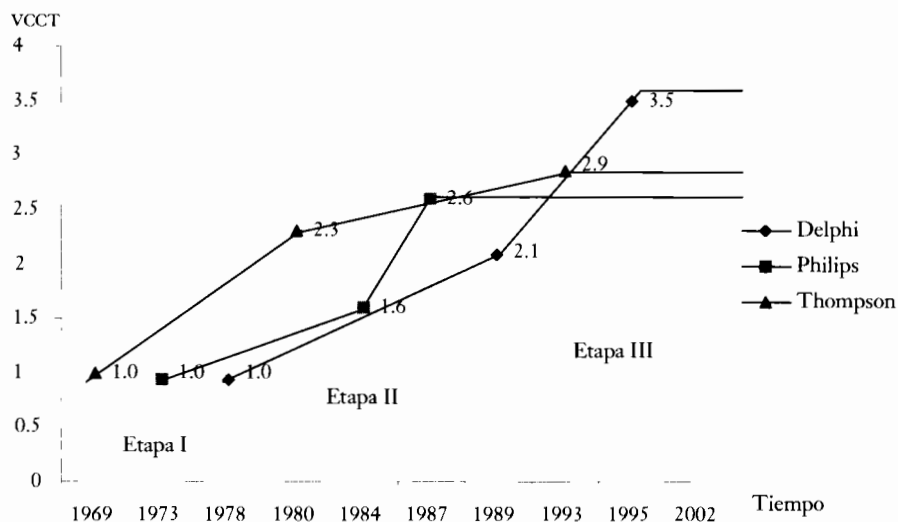
### **LA TRAYECTORIA DE ACUMULACIÓN DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS**

En los capítulos 5, 6 y 7 se analizan los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas de Delphi, Philips y Thomson en México. En cada caso se identificaron tres etapas de acumulación. La primera que corresponde a los primeros años en México, la segunda es una etapa de transición y la tercera refleja el perfil actual.

A los efectos de comparar las trayectorias de acumulación se utiliza el indicador “valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas” (VCCT), que brinda una aproximación cuantitativa de los niveles de acumulación alcanzados en cada etapa. La gráfica 9 presenta la evolución de la VCCT a lo largo del tiempo, y la tabla 6 presenta los niveles de acumulación actual de cada subsidiaria en cada una de las funciones técnicas.

Primero, en los tres casos hubo una acumulación gradual de capacidades tecnológicas, las tres maquiladoras muestran una tendencia ascendente de la VCCT fruto de transitar de tener capacidades tecnológicas operativas

Gráfica 9  
Comparación de las trayectorias de acumulación



Nota: Se marca el año de inicio de cada etapa.

Fuente: Tablas 13, 18 y 27.

rutinarias a capacidades tecnológicas cada vez más innovativas. En la primera etapa todas adquirieron las capacidades tecnológicas operativas rutinarias, necesarias para producir de forma eficiente, y en la segunda predomina el desarrollo de capacidades tecnológicas innovativas básicas. En la etapa actual Philips y Thomson avanzaron hacia capacidades tecnológicas innovativas intermedias mientras que Delphi adquirió capacidades tecnológicas innovativas avanzadas en la mayoría de las funciones técnicas.

Segundo, se observan diferencias en el nivel de los índices en cada etapa de acumulación. En la tercera etapa Delphi alcanzó el mayor nivel (3.5) ya que trasladó a México el diseño de esta línea de negocios, y el grupo de ingeniería avanzada en el MTC pasó a desarrollar actividades de I+D. Philips es el que presenta el nivel más bajo de acumulación, de hecho la etapa actual de Philips corresponde a la segunda etapa de Delphi y Thomson, pues Philips no avanzó hacia el diseño de productos y desacomuló en el área de equipos.

Tercero, las diferencias observadas entre la trayectorias de acumulación se asocian tanto a las especificidades del proceso de acumulación

local en cada maquila como a la estrategia corporativa. En este sentido, el traslado de las actividades de diseño de sensores y actuadores a México es resultado de una decisión corporativa basada en la acumulación de capacidades tecnológicas locales en esta línea de negocios. La lenta evolución del CST de Thomson hacia las actividades de diseño se asocia más a una decisión corporativa de concentrar el diseño en los tres centros globales ya existentes que a una escasa acumulación de capacidades tecnológicas local. La desaceleración en el proceso de acumulación en el área de modificación de quipos en Philips se asocia a una decisión de la empresa global de deshacerse de una línea de negocios.

Cuarto, más allá de las diferencias en los años específicos en los cuales se dieron saltos en los procesos de acumulación, se puede establecer que las etapas son las siguientes:

- Primera etapa: inicios setenta/ochenta.
- Segunda etapa: inicios ochenta/noventa.
- Tercera etapa: principios noventa-2002.

Quinto, si bien se ha avanzado en la acumulación de capacidades tecnológicas innovativas localmente, los tres casos muestran que la evolución ha sido lenta, particularmente en relación al sudeste asiático. Delphi llevó 19 años para avanzar hacia el diseño de productos, la primera planta se estableció en 1979 y en 1997 se estableció el grupo de ingeniería avanzada. Transcurrieron 31 años para que Thomson avanzara hacia el diseño de productos y de *software*, desde la creación de la planta de RCA en 1969 hasta la constitución del primer grupo de diseño en el 2000. Estas actividades son aún incipientes. Philips ha acumulado capacidades de ingeniería, pero no acumuló capacidades de diseño e I+D localmente.

## LA ACUMULACIÓN DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS POR FUNCIÓN TÉCNICA

Las tres subsidiarias acumularon localmente a lo largo del tiempo, pero las funciones técnicas evolucionaron de forma diferente, en unas funciones se acumuló más rápidamente que en otras, asimismo el grado de innovatividad alcanzado es diferente. Como se puede observar en la tabla 28, existen ciertas semejanzas en las características de la acumulación por función técnica.

**Tabla 28**  
**Comparación de la matriz de capacidades tecnológicas**  
**actual de las tres maquilas**

<i>Maquila</i>	<i>VCCT</i>	<i>Función técnica de inversión</i>		<i>Función técnica de producción</i>		<i>Función técnica de soporte</i>		
		<i>Toma de decisiones y control</i>	<i>Preparación y ejecución del proyecto</i>	<i>Centradas en procesos y organización de la producción</i>	<i>Centradas en el producto</i>	<i>Vinculación externa</i>	<i>Vinculación interna</i>	<i>Modificación de equipo</i>
Delphi 1995-	3.5	Innov. intermed.	Innov. intermed.	Innov. avanzadas	Innov. avanzadas	Innov. avanzadas	Innov. intermed.	Innov. intermed.
Philips 1987-	2.6	Innov. intermed.	Innov. intermed.	Innov. intermed.	Innov. básicas	Innov. básicas	Innov. básicas	Innov. intermed.
Thomson 1993-	2.9	Innov. intermed.	Innov. intermed.	Innov. intermed.	Innov. intermed.	Innov. básicas	Innov. básicas	Innov. avanzadas

Fuente: Tablas 13, 18 y 27.

Primero, las funciones técnicas donde se acumuló más rápidamente en las tres maquilas fueron:

- Centradas en los procesos y la organización de la producción.
- Modificación de equipos.
- Las funciones de inversión: toma de decisiones y control, y preparación y ejecución del proyecto.

En las tres maquilas se alcanzaron ya capacidades tecnológicas innovativas intermedias en la segunda etapa de acumulación. Estas funciones técnicas se basan principalmente en procesos de acumulación a nivel de planta, necesarios para asegurar procesos de ensamble eficientes dadas las especificidades locales. Esto incluye tanto las actividades relacionadas con los grandes proyectos de inversión, el rediseño de los procesos de ensamble y las actividades asociadas a la modificación de equipos.

Segundo, las funciones donde se acumuló menos o la acumulación ha sido más lenta fueron:

- Centradas en el producto.
- Vinculación interna.
- Vinculación externa.

Estas funciones técnicas dependen de decisiones que trascienden las plantas y son tomadas a nivel de empresa. En este sentido, las decisiones sobre las actividades de diseño de productos y sobre las compras de insumos clave se toman globalmente. Asimismo, en la medida en que se trasciende el nivel de planta se establecen otro tipo de interacciones entre diferentes unidades de las empresas.

Tercero, se observan diferencias importantes en la acumulación de las tres maquilas en la función centrada en el producto. Delphi y Thomson progresaron hacia capacidades tecnológicas innovativas avanzadas o intermedias en la tercera etapa, dado que se comenzó a realizar actividades de diseño de productos en Delphi y de diseño de *software* en Thomson.

Cuarto, la lenta evolución de la función técnica de vinculación externa refleja la existencia de pocos vínculos locales para la innovación, los vínculos más fuertes son para la capacitación y formación profesional. Sin embargo se observan diferencias en cuanto a esta función, Delphi acumuló significativamente en esta función en la tercera etapa, lo cual sugiere que para una EG es difícil mantener una disgregación geográfica de todas las actividades básicas para asegurar la renovación constante de las ventajas competitivas, al menos en algunas líneas de negocios como la analizada. En este sentido, el acercamiento entre tecnología y producción también requiere acercar decisiones sobre la compra de insumos clave. Adicionalmente el realizar actividades de diseño e I+D plantea la necesidad de establecer un conjunto de vínculos con instituciones locales, regionales e internacionales para la innovación. En este sentido Delphi avanzó en esta función mucho más que las otras dos maquilas. Pero es importante destacar que la vinculación externa se desarrolla con la región, definida binacionalmente, y con el mundo, mientras que la vinculación con la localidad de Ciudad Juárez para actividades relacionadas con la innovación es aún extremadamente limitada.

Quinto, Delphi acumuló más recientemente en todas las funciones técnicas, lo cual está relacionado a que se ha trasladado a Ciudad Juárez una línea global, y no sólo una planta. Así en Ciudad Juárez está parte del centro de decisión.

## LOS DISPARADORES DEL PROCESO DE ACUMULACIÓN

La evidencia presentada en este libro muestra que si bien hubo una acumulación gradual, en el sentido de que las tres subsidiarias fueron realizando cada vez actividades con mayor grado de innovatividad, también se observaron discontinuidades en el proceso de acumulación. La evidencia analizada sugiere la existencia de ciertos disparadores que aceleraron o cambiaron la dirección de este proceso en determinados momentos.

En los tres casos analizados en este libro se identificaron dos disparadores:

1. la introducción de un producto, o línea de negocios, nuevo y más complejo, y
2. la transferencia o ejecución de nuevas actividades tecnológicas.

Estos disparadores están asociados a decisiones tomadas por el corporativo, que pueden basarse en el reconocimiento de las capacidades tecnológicas adquiridas localmente y contribuir así a fortalecer la trayectoria local de acumulación, o en una estrategia de generar cambios deliberados que afectan la acumulación local. El poder de negociación de los gerentes de las plantas locales para atraer nuevos productos, negocios o actividades tecnológicas juegan un importante papel en las decisiones corporativas.

Por ejemplo, la introducción del modulador para los frenos ABS en Delphi durante la tercera etapa requirió llevar a cabo nuevas actividades tecnológicas más innovativas, lo que contribuyó a acelerar el proceso de acumulación local de capacidades tecnológicas. En la decisión corporativa de transferir el modulador a Ciudad Juárez jugaron un papel importante el aprendizaje de la planta 35 a través de la elaboración de productos menos complejos y la acumulación de capacidades tecnológicas adquirida en las etapas anteriores, así como la participación activa de representantes de la planta 35 en el *business team* y *product team* a nivel corporativo.

De la misma forma, en el caso de las actividades tecnológicas, la creación del MTC en Ciudad Juárez y la relocalización de las actividades de diseño de productos de sensores y actuadores de Delphi en el MTC fue resultado de una decisión corporativa relacionada con la relocalización global de las actividades de I+D, la cual tomó seguramente en conside-

ración la acumulación local de capacidades tecnológicas en esta línea de negocios. En este caso, los gerentes americanos de las plantas mexicanas estaban interesados en atraer estas actividades tecnológicas hacia Ciudad Juárez para adquirir mayor poder en la EG, por lo cual buscaron participar activamente en el proceso de negociación. La decisión final de instalar el MTC aceleró el proceso de acumulación local en la tercera etapa.

En el caso de Thomson, la decisión corporativa de crear el CST estuvo influenciada por la acumulación previa de las plantas locales, los buenos resultados obtenidos en el diseño de los ATE, y la negociación impulsada por los gerentes mexicanos. Como resultado la acumulación local se aceleró en la tercera etapa.

La evidencia sugiere que persisten al menos dos lógicas diferentes: la local y la global. La lógica local se ubica a nivel de plantas o de otro tipo de facilidades locales, y la global se vincula con el nivel corporativo.<sup>165</sup> Se pueden identificar estrategias explícitas y/o implícitas a estos niveles que coexisten, interactúan y compiten.<sup>166</sup> A nivel de planta predomina la lógica local relacionada a las necesidades de sobrevivencia. Se observan básicamente estrategias implícitas, tales como desarrollar nuevas actividades tecnológicas para fortalecer las áreas que comienzan a ser de *expertise*. El caso de la planta 7 y la creación de Cenaltec por Philips ilustra una estrategia deliberada en el área de modificación de equipo. Una vez que esa *expertise* es reconocida a nivel global, se usa para atraer nuevos negocios a la localidad. Los gerentes de planta son los actores clave de estas estrategias, y la nacionalidad de esos gerentes moldea sus motivaciones. El papel de los gerentes mexicanos y americanos-mexicanos de la planta 35 de Delphi en los *business team* y *product team* para atraer nuevos productos y negocios, y el papel de los gerentes mexicanos de Thomson para atraer las actividades de diseño de productos y *software* ilustran este argumento.

En contraste, a nivel divisional y corporativo predomina una lógica global que busca localizar la producción y las actividades de I+D para reducir costos globales, atender a mercados regionales, sostener com-

<sup>165</sup>Como se señala anteriormente, hay al menos tres niveles de decisión: local, divisional y corporativo de la EG. Pero en este trabajo sólo se diferencian dos niveles, local y corporativo, este último incluye cualquier decisión que no se toma localmente.

<sup>166</sup>Tolentino (2000) argumenta que existen diferencias sistemáticas entre diferentes tipos de MNCs a partir de la estructura organizacional, el nivel y tipo de mecanismos de control organizacional, y la interdependencia entre las unidades organizacionales. Esto también afecta las relaciones locales-globales.

petencias tecnológicas a lo largo del tiempo, entre otros objetivos. Los gerentes a nivel de las oficinas corporativas y divisionales son los actores clave de estas estrategias.

La disputa entre las lógicas local y global afecta el proceso de acumulación local. En tiempos de bonanza hay más libertad de acción para los agentes locales. En contraste, cuando hay presiones de mercado y dificultades financieras, las decisiones globales se imponen indiscutiblemente sobre las locales. Por ejemplo, la lenta evolución de las actividades de diseño en Thomson, y finalmente la desintegración del CST, estuvo más asociada con la decisión corporativa de concentrar las actividades de diseño en tres centros de diseño corporativo que con una limitada acumulación local de capacidades tecnológicas. En la misma línea, el debilitamiento del proceso de acumulación en el área de modificación de equipo en Philips estuvo asociada con la decisión global de desinvertir en una línea de negocios. En este caso, el desaprendizaje y la pérdida de capacidades tecnológicas fue un resultado no deseado de esta decisión.

## **HECHOS ESTILIZADOS DEL PROCESO DE ACUMULACIÓN DE CAPACIDADES TECNOLÓGICAS**

El análisis realizado se basa en tres estudios de caso, los cuales ilustran procesos de acumulación locales de EG que tienen una presencia importante en México. A partir de la evidencia es posible identificar algunos rasgos comunes de este proceso de acumulación de capacidades tecnológicas. Estos rasgos comunes sugieren la existencia de algunos hechos estilizados.

- Los procesos de acumulación difieren en cada maquila, dadas las especificidades del proceso de acumulación interna y la estrategia corporativa de la EG.
- A medida que las plantas van aprendiendo van incursionando en actividades tecnológicas con mayor grado de innovatividad y desarrollando capacidades tecnológicas innovativas.
- Los procesos de aprendizaje en las plantas llevan a la acumulación de capacidades tecnológicas localmente y a un acercamiento de las funciones de producción y tecnología. Esto genera presiones sobre el corporativo para reconocer las capacidades tecnológicas acumuladas y permitirles desarrollar actividades tecnológicas de mayor innovatividad.



- La acumulación local es condición necesaria pero no suficiente para que las empresas globales decidan transferir las actividades tecnológicas hacia México; la lógica global prima sobre la acumulación de capacidades tecnológicas interna.
- Las maquilas en México no son empresas, inicialmente eran sólo plantas, de tal forma que aprendieron y acumularon en las funciones relacionadas con las plantas. Así ha habido un proceso de acumulación más rápido en la función técnica centrada en los procesos, en la modificación de equipos de prueba y en las funciones de inversión asociadas a grandes proyectos.
- Las matrices mantienen el poder de decisión sobre la función técnica centrada en los productos (diseño e I+D), la función de vinculación interna, y en los vínculos con los proveedores de material directo (función de vinculación externa).
- En algunos casos (como Delphi) se evolucionó en el sentido de atraer líneas de negocios globales, lo cual permitió acumular en las funciones técnicas relacionadas con innovaciones de producto, vinculación interna y vinculación externa.
- El desarrollo de habilidades gerenciales en mexicanos ha sido lento, por la falta de oportunidades para asumir cargos de alto nivel localmente. En la medida en que asumen cargos de mayor responsabilidad buscan fortalecer el desarrollo de actividades tecnológicas de mayor innovatividad e integrar proveedores mexicanos.
- La limitada vinculación externa está asociada a: 1. la ubicación del centro de decisión sobre factores clave fuera de la localidad, 2. el perfil de las actividades de las plantas, más productivo que técnico, que ha demandado mayormente vínculos para la capacitación, 3. las debilidades del sistema productivo y de innovación local, que no tiene capacidad para responder a vínculos para la innovación.

## Conclusiones e implicaciones de política

---

*Primero*, el análisis de los casos de Delphi, Philips y Thomson muestra que hubo un proceso continuo de construcción de capacidades tecnológicas de estas EG a nivel local. Se observó cómo las tres subsidiarias inicialmente construyeron capacidades tecnológicas operativas entre los sesenta y los setenta, y fueron gradualmente desarrollando capacidades cada vez más innovativas. En otras palabras, estas maquiladoras aprendieron, fueron capaces de llevar a cabo actividades tecnológicas con mayor grado de innovatividad y desarrollar localmente capacidades tecnológicas innovativas intermedias e incluso avanzadas en algunos casos.

*Segundo*, la acumulación local no es un resultado simple de estrategias corporativas deliberadas de construir capacidades tecnológicas descentralizadas en una lógica de arriba hacia abajo (o lineal). Por el contrario, es el resultado de una combinación conflictiva de diferentes factores: 1. la estrategia corporativa de construir capacidades descentralizadas, 2. la dinámica particular de la acumulación local, que a veces está asociada a factores fortuitos, 3. el esfuerzo de los gerentes de las plantas locales para atraer nuevos productos, negocios o actividades técnicas, y 4. las diferencias en el poder de negociación de esos gerentes locales. Los últimos tres factores generan presiones sobre el corporativo para reconocer las capacidades tecnológicas acumuladas localmente y permitirles desarrollar actividades técnicas de mayor innovatividad. Sin embargo, la acumulación local es una condición necesaria pero no suficiente para que la EG transfiera nuevos productos, negocios o actividades técnicas a México; al final, la lógica global domina sobre la acumulación local.

*Tercero*, en los tres casos analizados se identificaron dos disparadores de la acumulación local: 1. la introducción de un producto, o línea de

negocios, nuevo y más complejo, y 2. la transferencia o ejecución de nuevas actividades tecnológicas. Estos disparadores contribuyen a acelerar el proceso de acumulación local o a cambiar su dirección en determinados momentos. Están básicamente asociados con decisiones tomadas por el corporativo, pero influenciadas por la acumulación local de capacidades tecnológicas, y por los esfuerzos desarrollados y el poder de negociación de los gerentes locales de las plantas y de otras facilidades para atraer nuevos productos, negocios y actividades tecnológicas a México. Pero, no todas las decisiones globales contribuyen a acelerar la acumulación local, algunas generan cambios que afectan negativamente la dirección y el ritmo de la acumulación local.

*Cuarto*, las maquiladoras en México no son empresas en su concepción integral, inicialmente eran sólo plantas de ensamble, por lo cual aprendieron y acumularon en las funciones técnicas relacionadas con las plantas. Eso explica la existencia de un proceso de acumulación más rápido en la función técnica centrada en los procesos, en la función de modificación de equipos de prueba, y en las funciones de inversión asociadas a grandes proyectos. En contraste, el corporativo mantuvo el poder de decisión en la función técnica centrada en el producto (particularmente en las actividades de diseño e I+D), en la vinculación interna, y en el desarrollo de vínculos externos (particularmente aquellos asociados con los proveedores de componentes). Algunas maquiladoras evolucionaron en el sentido de tener localizado en México no sólo algunos productos sino el conjunto de funciones de negocios relacionadas con la línea de negocios global, lo cual permitió acumular en estas tres últimas funciones técnicas.

En términos generales, estas subsidiarias de EG que operan bajo el régimen de la IME han construido limitados vínculos externos entre los agentes locales, esta característica parece estar asociada con diferentes factores: 1. la decisión del corporativo de conservar el poder de decisión sobre los componentes clave, 2. el perfil de las actividades a nivel de las plantas que es más productivo que técnico, lo cual ha demandado mayormente vínculos para la capacitación con las instituciones locales, 3. la debilidad de los sistemas de producción e innovación locales donde se han instalado, los cuales tienen una limitada capacidad para responder a vínculos para la innovación.

*Quinto*, si bien ha habido un avance en el nivel de acumulación local de capacidades tecnológicas de las subsidiarias de EG, los tres casos evidencian que el proceso de acumulación ha sido lento, particularmente en relación a las experiencias observadas en el sureste y este de Asia. Delphi tardó 19 años para avanzar hacia el desarrollo local de capacidades tecnológicas innovativas de diseño de productos, de hecho la primera planta se estableció en 1979 y el grupo de ingeniería avanzada en el MTC se creó en 1997. Thomson tardó 31 años para avanzar hacia el diseño de productos y de *software*, desde la creación de la planta de RCA en 1969 hasta el establecimiento del grupo de diseño de productos en el 2000, y estas actividades son aún incipientes. Philips, a su vez, ha acumulado capacidades en ingeniería, pero no ha desarrollado localmente capacidades de diseño o de I+D.

*Sexto*, los casos de Thomson y de Philips sugieren que México ha sido visto por las EG más como un espacio para la relocalización de las actividades de producción que de I+D. Sin embargo, como resultado de la dinámica local de acumulación se han adquirido algunas capacidades relacionadas con el diseño. En el caso de Delphi, hubo una estrategia explícita de descentralización de capacidades tecnológicas innovativas, al menos en el negocio de sensores y actuadores. Otros trabajos contienen evidencia de la generación de esas capacidades en otras líneas de negocios de la EG en México.<sup>167</sup> Sin embargo, se requiere realizar más investigación para documentar en que medida el caso de Delphi es un caso ejemplar o se está convirtiendo en una tendencia más generalizada.

El gobierno, las empresas mexicanas y las instituciones en México han asociado la presencia de la IME con la generación de empleo. Sin duda ha jugado un papel importante en esta dirección, pero no se ha percibido su potencial para contribuir a la construcción de capacidades tecnológicas nacionales. Sin duda es positivo que las maquilas acumulen localmente capacidades tecnológicas innovativas avanzadas, porque eso podría cambiar la naturaleza de los vínculos que necesitan establecer con los agentes locales, y las arraigaría más a las localidades donde se ubican. Si la acumulación observada en los tres casos analizados en este libro se generalizara a una parte sustancial de la IME, y se convirtiera en una ten-

<sup>167</sup>Arias (2004).

dencia, podría contribuir a cambiar la naturaleza productiva de México y las capacidades tecnológicas nacionales.

Asimismo, la acumulación de capacidades tecnológicas en las maquiladoras ha abierto espacios para la generación de derramas tecnológicas y el aprendizaje tecnológico. Esto representa una oportunidad tanto para las empresas nacionales como para las instituciones de capacitación y educación superior y los centros públicos de investigación, particularmente locales; pero el reto es que estos agentes desarrollen capacidades para absorber el conocimiento que se derrama.<sup>168</sup> Sin embargo, es importante notar que cuanto más orientadas estén las subsidiarias hacia actividades tecnológicas de naturaleza innovativa, particularmente en I+D, las derramas tecnológicas asociadas por su presencia son importantes.

Los casos analizados no son estadísticamente representativos de toda la IME, pero permiten hacer generalizaciones analíticas para describir nuevas dimensiones de la teoría sobre la acumulación de capacidades tecnológicas en este tipo de empresas. Esto permite extraer recomendaciones normativas sobre como estimular el fortalecimiento de los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas locales de las EG. En primer término, en la medida en que las maquiladoras desarrollan actividades de diseño de productos y de I+D establecen una estructura de vínculos más compleja con otros agentes locales. Esto sugiere que puede haber una relación entre el desarrollo de capacidades tecnológicas innovativas de las maquiladoras, el fortalecimiento de la estructura de vinculaciones de los sistemas productivos locales, y la generación de condiciones para avanzar hacia sistemas de innovación. En este sentido, la atracción de centros técnicos de las EG a México contribuiría a desarrollar estos vínculos localmente. De esto se deriva que México debería tener una política de atracción más selectiva de la inversión extranjera directa hacia la IME que fomente la localización de este tipo de actividades tecnológicas.

En segundo término, es necesario crear un entorno que permita arraigar a las subsidiarias de las EG que han acumulado ya capacidades tecnológicas innovadoras intermedias y avanzadas. La existencia de talento y de proveedores confiables en las localidades contribuye a su arraigo. En

<sup>168</sup>Vera-Cruz y Dutrénit (2005) analizan las derramas tecnológicas a través de la movilidad de los trabajadores.

este sentido, se debería procurar que las instituciones de capacitación, educación superior e investigación tuvieran la estrategia de generar el talento y el tipo de conocimiento demandado, y se debería generar los mecanismos para que las *Pymes* locales alcancen los niveles de calidad, tiempo de entrega y volumen que requieren estas empresas.

Como se señaló anteriormente, la transferencia de actividades tecnológicas de las EG hacia México es uno de los disparadores de la acumulación local de las subsidiarias. Pero, para que los agentes locales se beneficien de esa oportunidad se requiere un cambio en su capacidad de respuesta, por lo cual otro conjunto de políticas deberían estar orientadas a facilitar y canalizar cambios en el comportamiento de los agentes locales, promoviendo particularmente una actitud hacia el aprendizaje continuo.

Este libro también ha mostrado evidencia de que los gerentes de las maquiladoras están interesados en traer actividades más innovativas a las plantas u otras facilidades de las EG en México. El diseño de las políticas, particularmente a nivel local, debería atender a la generación de herramientas para interactuar con estos gerentes y involucrarlos en la generación de cambios en los agentes locales.

De esto se deriva que la atracción de centros técnicos de EG a México parece jugar un papel central para acelerar la acumulación local de las subsidiarias y para generar derramas tecnológicas hacia los agentes locales, contribuyendo así a la generación de sistemas locales de innovación en las localidades donde están ubicadas. En este sentido, una importante conclusión de política de este libro es que los gobiernos locales, estatales y federal deberían generar condiciones tanto para atraer centros técnicos de las EG como para que se articulen con los agentes locales. Los esfuerzos que no valoren las dos dimensiones parecen tener pocas posibilidades de éxito.

- ALEÉ, R. (1995), "Globalización ¿Es un factor de éxito?", *Revista Administración y Empresa*, núm. 5, pp. 6-8.
- AMPUDIA, R.M.L. (2000), "Desarrollo y perspectivas de la industria maquiladora en Ciudad Juárez (1998)", en J. Carrillo (ed.), *Aglomeraciones locales o clusters globales?: Evolución empresarial e institucional en el norte de México*, Colef-UACJ-Fundación Friedrich Ebert Stiftung, pp. 219-233.
- AMSDEN, A.H. (1989), *Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialisation*, Nueva York, Oxford University Press.
- ANDERSON, J. (1990), "Las maquiladoras y la industrialización fronteriza: el impacto sobre el desarrollo económico en México", *Frontera Norte*, vol. 2 (3), enero-junio, pp. 142-146.
- ANGELES, A. (2002), *Made in Mexico*, <http://www.revistapoder.com/NR/exeres/E798D409-37F4-42F9-9755-D08BFAA318BC.htm>
- ARIAS, A. (2004), "Capacidades innovadoras en la industria maquiladora de exportación en México: El caso de Delphi Corp., una empresa proveedora del sector automotriz", Dphil thesis, doctorado en Ciencias Sociales, UAM-X.
- \_\_\_\_\_ y G. Dutrénit (2003), "Acumulación de capacidades tecnológicas locales de empresas globales en México: el caso del Centro Técnico de Delphi Corp.", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, núm. 6, mayo-agosto, pp. 1-15.
- ARIFFIN, N. (2000), "The internationalization of innovative capabilities: The Malaysian electronics industry", Dphil thesis, Science and Technology Policy Research (SPRU), University of Sussex.
- \_\_\_\_\_ y P. Figueiredo (2003), *Internacionalização de competências tecnológicas*, Río de Janeiro, Editora FGV.

- AUDET, J., y G. d'Amboise (2001), "The multi-site study: An innovative research methodology", *The Qualitative Report* [On-line serial], vol. 6, núm. 2, 3001, <http://www.nova.edu/ssss/QR/QR6-2/audet.html>
- BARAJAS, R. (1989), "Hacia un cambio estructural en la industria maquiladora de exportación en México", *Frontera Norte*, vol. 1, núm. 1, enero-julio, pp. 195-209.
- \_\_\_\_\_ (2001), "Una aproximación al análisis de las redes productivas globales en la industria electrónica en la región binacional Tijuana-San Diego", en J. Carrillo (coord.), *Aglomeraciones locales o clusters globales?: Evolución empresarial e institucional en el norte de México*, México, Colef/Fund. F Ebert, 2001, pp. 161-189.
- \_\_\_\_\_ *et al.* (2002), "Industria maquiladora en México: perspectivas del aprendizaje tecnológico-organizacional y escalamiento industrial", Monografía núm. 3 del proyecto "Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: Generación de capacidades de innovación en la industria maquiladora de México", Colef/Flacso/UAM, 2002.
- \_\_\_\_\_ y C. Rodríguez (1989), "Mujer y trabajo en la industria maquiladora de exportación", Documentos de Trabajo núm. 22, México, Fundación. F Ebert.
- BELL, M. (1984), "Learning and the Accumulation of Industrial Technological Capacity in Developing Countries", en Fransman y K. King (eds.), *Technological Capability in the Third World*, Londres, Macmillan, pp. 187-209.
- \_\_\_\_\_ y K. Pavitt (1993), "Accumulation and Industrial Growth: contrast between developed and developing countries", *Industrial and Corporate Change*, vol. 2 (2), pp. 157-210.
- \_\_\_\_\_ (1995), "The Development of Technological Capabilities", en I.U. Haque (ed.), *Trade, Technology and International Competitiveness*, Washington, The World Bank, pp. 69-101.
- BIRKINSHAW, J. (2001), "Strategy and management in MNE subsidiaries", en Rugman A. y T. Brewer (eds.), *Oxford Handbook of International Business*, Oxford, Oxford University Press.
- \_\_\_\_\_ y N. Hood (1998), "Multinational subsidiary evolution: capability and charter change in foreign-owned subsidiary companies", *Academy of Management Review*, vol. 23 (4), pp. 773-795.



- BROWN, F. y L. Domínguez (1999), "El perfil tecnológico de las empresas de alta productividad", en F. Brown y L. Domínguez (eds.), *Productividad: desafío de la industria mexicana*, México, UNAM/Jus.
- BUITELAAR, R. (2000), "Maquila, Economic Reform and Corporate Strategies", *World Development*, vol. 28 (9), pp. 1627-1642.
- \_\_\_\_\_, R. Padilla y R. Urrutia (1999), "Centroamérica, México, y República Dominicana: Maquila y Transformación Productiva", *Cuadernos de la CEPAL*, Santiago de Chile, CEPAL.
- CANTWELL, J. y O. Janne (1999), "Technological globalisation and innovative centres: the role of corporate technological leadership and locational hierarchy", *Research Policy*, vol. 28 (3), pp. 119-144.
- \_\_\_\_\_ y R. Mudambi (2003), "On the nature of knowledge creation in MNE subsidiaries: an empirical analysis using patent data", working paper, Conference in Honour of Keith Pavitt, SPRU, University of Sussex.
- CAPDEVIELLE, M. (2005), "Procesos de producción global: ¿alternativa para el desarrollo mexicano?", *Comercio Exterior*, vol. 55, núm. 6, pp. 561-573.
- CARRILLO, J. (1989), "Las maquiladoras de exportación en México: evolución industrial, aglomeraciones y seguridad e higiene", Documento de trabajo, México, Colef.
- \_\_\_\_\_ (1990), "Maquilización de la industria automotriz en México. De la industria terminal a la industria de ensamble", en J. Carrillo (coord.), *La nueva era de la industria automotriz en México*, Baja California, México, Colef, pp. 67-114.
- \_\_\_\_\_ (2001), "Maquiladoras de exportación y la formación de empresas mexicanas exitosas", en E. Dussel P. (ed.), *Claroscuros. Integración exitosa de las pequeñas y medianas empresas en México*, México, CEPAL/Canacindra/Jus.
- \_\_\_\_\_ y M.A. Ramírez (1993), "Nuevas tecnologías en la industria maquiladora", en J. Micheli (comp.), *Tecnología y modernización económica*, México, Conacyt/UAM-Xochimilco, pp. 347-368.
- \_\_\_\_\_ y A. Hualde (1997), "Maquiladoras de tercera generación. El caso de Delphi-General Motors", *Comercio Exterior*, vol. 47 (9), pp. 747-758.

- y A. Lara (2005), “Mexican maquiladoras: new capabilities of coordination and the emergence of a new generation of companies”, *Innovation, Management, Policy and Practice*, vol. 7, núm. 2-3, pp. 256-273.
- CASALET, M. (2003), “La conformación de un sistema institucional territorial en dos regiones: Jalisco y Chihuahua vinculadas con la maquila de exportación”, en F. Boscherini, M. Novick y G. Yoguel (eds.), *Nuevas tecnologías de información y comunicación*, Buenos Aires, Miño y Dávila SRL, 2003.
- CLEMENT, N. (1987), “An Overview of the Maquiladora Industry”, en *The Maquiladora Program in Trinational Perspective: Mexico, Japan, and the United States*, Border Issues series 2, SDSU Institute for Regional Studies of the Californias, núm. 7, pp. 9-17.
- CNIME (2003), <http://www.cnime.org.mx/>
- CONTRERAS, O. (2000), *Empresas globales, actores locales: producción flexible y aprendizaje industrial en las maquiladoras*, México, El Colegio de México.
- y A. Hualde (2004), “El aprendizaje y sus agentes. Los portadores del conocimiento en las maquiladoras del norte de México”, *Estudios Sociológicos*, vol. XXII (64), pp. 79-122.
- y M. Kenney (2002), “Global industries and local agents: becoming a world class manager in the Mexico-USA border region”, en P. Kennedy y V. Roudometof (eds.), *Communities across borders*, Londres y Nueva York, Routledge, pp. 129-142.
- CORONA, J.M. y C. Hernández (2000), “Relación proveedor-usuario y flujos de información tecnológica en la industria mexicana”, *Comercio Exterior*, vol. 50, núm. 9, pp. 759-770.
- CHUDNOSKI, D. y A. López (1999), “Las empresas multinacionales de América Latina. Características, evolución y perspectivas”, *Revista Boletín Techint*, Buenos Aires, abril-junio.
- DAHLMAN, C. y L.E. Westphal (1982), “Technological Effort in Industrial Development. An Interpretative Survey of Recent Research”, en F. Stewart y J. James (eds.), *The Economics of New Technology in Developing Countries*, Londres, Frances Pinter, pp. 105-137.
- DAHLMAN, C., B. Ross-Larsen y L.E. Westphal (1987), “Managing Technological Development”, *World Development*, vol. 15 (6), pp. 759-775.

- DE LA O, M.E. (1995), *Innovación tecnológica y clase obrera. Estudio de caso de la industria maquiladora electrónica RCA, Ciudad Juárez, Chihuahua*, México, UAM/MA Porrúa. 1995.
- Delphi Corp., *Reporte Anual*, Michigan, varios años.
- DICKEN, P. (1997), “Las empresas multinacionales y los estados nación”, *International Social Science Journal*, vol. 49,1, núm. 151, pp. 77-89.
- (1998), *Global Shift: Transforming the World Economy*, Londres, The Guilford Press.
- DOMÍNGUEZ, L. y E. Brown (1989), “Nuevas tecnologías y división internacional del trabajo: el caso de la industria maquiladora de exportación”, en *Subcontratación y empresas transnacionales: apertura y reestructuración en la maquiladora*, México, Colef/Fundación Friedrich Ebert, 1989, pp. 181-196.
- DUNNING, J.H. (1988), *Explaining International Production*, Londres, Unwin Hyman.
- DUSSEL, Peters, E., L.M. Galindo y E. Loria (2003), *Condiciones y efectos de la inversión extranjera directa y del proceso de integración regional en México durante los noventa*, BID-Intal/UNAM/Plaza y Valdés.
- DUTRÉNIT, G. y A.O. Vera-Cruz (2002), “Rompiendo paradigmas: acumulación de capacidades tecnológicas en la maquila de exportación”, *Innovación y Competitividad*, publicación trimestral de ADIAT, año II, núm. 6, pp. 11-15.
- DUTRÉNIT, G. (2000), *Learning and Knowledge Management in the Firm: From Knowledge Accumulation to Strategic Capabilities*, Cheltenham, Edward Elgar.
- (2003), “Desafíos y oportunidades de las PYMES para su integración a redes de proveedores: la maquila de autopartes en el norte de México”, en H. Lastres y J. Cassiolato (eds.), *Pequena empresa: coope-  
ração e desenvolvimento local*, Río de Janeiro, Relume Dumará Editora.
- (2004), “Building Technological Capabilities in Latecomer Firms: Review Essay”, *Science, Technology and Society*, vol. 9, núm. 2, julio-diciembre, pp. 209-241.
- DUTRÉNIT, G. y A. O. Vera-Cruz (2004), “La IED y las capacidades de innovación y desarrollo locales: lecciones del estudio de los casos de la maquila automotriz y electrónica en Ciudad Juárez”, Documento de trabajo LC/MEX/L.604, CEPAL, marzo, <http://www.eclac.cl/mexico/>

- \_\_\_\_\_ (2005), “Acumulación de capacidades tecnológicas en la industria maquiladora”, *Comercio Exterior*, vol. 55, núm. 7, pp. 574-585.
- DUTRÉNIT, G. y J. Martínez (2004), “Knowledge spillovers, absorptive capacities and economical performance of the SMEs”, documento presentado en la conferencia Globelics II, Beijing, 16-20, octubre, CDROM, ISBN 7-89494-564-1.
- DUTRÉNIT, G. y M. Capdevielle (1993), “El perfil tecnológico de la industria mexicana y su dinámica innovadora en la década de los ochenta”, *El Trimestre Económico*, vol. LXI (3), núm. 239 (julio-septiembre), pp. 643-674.
- DUTRÉNIT, G., A.O. Vera-Cruz y A. Arias (2003), “Diferencias en los perfiles de acumulación de capacidades tecnológicas en tres empresas mexicanas”, *El Trimestre Económico*, vol. LXX-1 (277), pp. 109-165.
- DUTRÉNIT, G. A., O. Vera-Cruz, J. Álvarez y L. Rodríguez (2003), “Estrategia tecnológica y demanda de investigación básica. El caso de dos empresas en México”, *El Trimestre Económico*, núm. 279, pp. 835-877.
- DUTRÉNIT, G., A.O. Vera-Cruz, A. Arias, G. Avendaño, J.L. Gil, J.L. Sampedro y A. Uriostegui (2002), “Marco analítico para el análisis de los procesos de acumulación de capacidades tecnológicas”, documento de trabajo, proyecto “Aprendizaje tecnológico y escalamiento industrial: Generación de capacidades de innovación en la industria maquiladora de México”, Colef/Flacso/UAM.
- EISENHARDT, K.M. (1989), “Building theories from case study research”, *Academy of Management Review*, vol. 14, núm. 4, pp. 532-550.
- FERNÁNDEZ, R. (2003), “El espejismo de la maquila”, <http://rcci.net/globalizacion/2003/fg353.htm>
- FIGUEIREDO, P.N. (2001), *Technological Learning and Competitive Performance*, Cheltenham, Edward Elgar.
- GANSTER, P. (1987), “The Maquiladora in Historical Perspective”, en *The Maquiladora Program in Trinational Perspective: Mexico, Japan, and the United States*, Border Issues series 2, SDSU Institute for Regional Studies of the Californias, pp. 47-70.
- GEREFFI, G. (1991), “The «old» and «new» Maquiladora Industry in México: What is their Contribution to National Development and North American Integration?”, *Nuestra Economía*, año 2 (8), Facultad

- de Economía, Universidad Autónoma de Baja California, mayo-agosto, pp. 39-63.
- \_\_\_\_\_ y M. Korzeniewicz (1996), *Commodity chains and global capitalism*, Wesport CT.
- Gil, J.L. (2002), *Aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas en empresas proveedoras nacionales de la industria maquiladora de exportación*, documento de trabajo, doctorado en Ciencias de la Administración, UNAM.
- GODÍNEZ, J. y A. Mercado (1994), "Fuentes de la eficiencia y competitividad en la industria maquiladora de exportación en México", documento de trabajo, Tijuana, Colef/Conacyt, diciembre, p. 78.
- GONSEN, R. (1998), *Technological Capabilities in Developing Countries. Industrial Biotechnology in Mexico*, Londres, Macmillan.
- GONZÁLEZ-ARÉCHIGA, B. y J.C. Ramírez (1989), "La inversión asiática en Baja California: un caso diferente de especialización regional", en Seminario Reconversión Industrial, Inversión Extranjera y Territorio, México, UAM y CIDE, 1989.
- GRUNWALD, J. (1986), "Internacionalización de la industria: los vínculos entre México y Estados Unidos", en *Reestructuración industrial: maquiladora en la frontera norte*, México, Colef/CNCA, pp. 65-95.
- \_\_\_\_\_ (1987), "U.S.-Mexican Production Sharing in World Perspective", en *The Maquiladora Program in Trinational Perspective: Mexico, Japan, and the United States*, Border Issues series 2, SDSU Institute for Regional Studies of the Californias, pp. 27-46.
- GUTIÉRREZ-HACES, T. (1998), "Normas de origen. Un mecanismo de exclusión comercial en el libre comercio", *Tercer Mundo Económico*, núm. 116.
- HART, D. (2002), "Delphi Automotive Systems trims name to Delphi Corp.", *Bloomberg News*, 21 de marzo.
- HOBDAY, M. (1995), *Innovation in East Asia. The Challenge to Japan*, Aldershot, Edward Elgar.
- \_\_\_\_\_ (1999), "East vs South Asian Innovation Systems: Comparing OEM and TNC-led Growth in Electronics", en L. Kim y R. Nelson (eds.), *Technological Learning and Economic Development: the Experience of the Asian NIEs*, Cambridge, Cambridge University Press.
- [http://www.cecati.edu.mx/contenido/cont\\_inf.htm](http://www.cecati.edu.mx/contenido/cont_inf.htm)
- <http://www.rca.com>
- <http://www.us-mex.org>

- HUALDE, A. (1994), "Capacitación y calificación en la maquiladora fronteriza: un ensayo de evaluación", en D. Villavicencio (coord.), *Continuidades y discontinuidades de la capacitación*, México, UAM-X-Fundación Ebert.
- (1995), "Técnicos e ingenieros en la industria maquiladora fronteriza: su rol como agentes innovadores", en Ma. Gallart (coord.), *El trabajo al fin de siglo*, Cuadernos de Trabajo núm. 4, Red Latinoamericana de Educación y Trabajo, Buenos Aires, CIID-CENEP.
- (1999), "Aprendizaje industrial en la frontera norte de México: la articulación entre el sistema educativo y el sistema productivo maquilador", Cuaderno del trabajo, núm. 16, Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- (2001), *Aprendizaje industrial en la frontera norte de México*, México, Colef/Plaza y Valdés.
- (2003), "Existe un modelo maquilador? Reflexiones sobre la experiencia mexicana y centroamericana", *Nueva Sociedad*, núm. 184, pp. 86-101.
- (2004), "¿Existe un modelo maquilador? Reflexiones sobre la experiencia mexicana y centroamericana", *Nueva Sociedad*, núm. 184, pp. 86-101.
- y A. Lara (2003), "Nuevas formas de aprendizaje industrial y vinculación institucional: la experiencia de Cenaltec-Philips en Ciudad Juárez", *Revista Latinoamericana de Estudios del trabajo*, año 8 (16), pp. 31-56.
- INEGI, (2001), *Estadísticas de la Industria Maquiladora de Exportación, 1995-2000*, México, INEGI.
- KATZ, J. (1984), "Domestic Technological Innovations and Dynamic Comparative Advantage: Further Reflexions on a Comparative Case-Study Program", *Journal of Development Studies*, vol. 16 (1-2), pp. 13-38.
- (1986), *Desarrollo y crisis de la capacidad tecnológica latinoamericana*, Bueno Aires, BID-CEPAL-CIID-PNUD.
- (ed.) (1987), *Technology Generation in Latin American Manufacturing Industries*, Londres, Macmillan.
- KIM, L. (1997), *From Imitation to Innovation. The Dynamics of Korea's Technological Learning*, Boston, Mass., Harvard Business School Press.

- KOGUT, B. y U. Zander (1993), "Knowledge of the firm and the evolutionary theory of the multinational corporation", *Journal of International Business Studies*, vol. 24, pp. 625-645.
- LALL, S. (1987), *Learning to Industrialize: The Acquisition of Technological Capability by India*, Londres, Macmillan Press.
- \_\_\_\_\_ (1992), "Technological Capabilities and Industrialization", *World Development*, vol. 20, núm. 2, pp. 165-186.
- LARA A. (2000), "El nacimiento de las maquiladoras de tercera generación: el caso Delphi-Juárez", *Comercio Exterior*, vol. 50 (9), pp. 771-779.
- \_\_\_\_\_ (1998), *Aprendizaje tecnológico y mercado de trabajo en las maquiladoras japonesas*, México, UAM/UNAM-M.A. Porrúa.
- \_\_\_\_\_ (1995), "Cambio tecnológico, demanda cualitativa de fuerza de trabajo y estrategias de aprendizaje en la industria electrónica", en *Mujeres, migración y maquila en la frontera norte*, El Colegio de México-Colef, pp. 215-240.
- LARA A., J. Arellano y A. García (2005), "Coevolución tecnológica entre maquiladoras de autopartes y talleres de maquinado", *Comercio Exterior*, vol. 55, núm. 6, pp. 586-599.
- \_\_\_\_\_ (2005), "Coevolución tecnológica entre maquiladoras de autopartes y talleres de maquinado", *Comercio Exterior*, vol. 55, núm. 7, pp. 586-599.
- LEONARD-BARTON, D. (1995), "A Dual Methodology for Cases Studies", en G. Huber y A.H. Van de Ven (eds.), *Longitudinal Field Research Methods*, California, Sage Publications, pp. 38-64.
- LOWE, N. y M. Kenney (1999), "Foreign Investment and the Global Geography of Production: Why the Mexican Consumer Electronics Industry Failed", *World Development*, vol. 27 (8), pp. 1427-1443.
- MARTÍNEZ, J. (2004), "Capacidad de absorción, derramas tecnológicas y desempeño de las PYMES: el caso del sector de maquinados industriales en Ciudad Juárez", tesis, maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico, UAM-X.
- MATTAR, J., J.C. Moreno-Brid y W. Peres (2002), *Foreign Direct Investment in Mexico after Economic Reform*, México, Estudios y Perspectivas de la Sede Subregional de la CEPAL en México.
- MATTELART, A. (1997), "Utopía y realidades del vínculo global. Para una crítica del tecnoglobalismo", *Revista Diálogos de la comunicación*, núm. 50, octubre.

- MERRIAM, S.B. (1998), *Qualitative research and case study applications in education*, San Francisco, Jossey-Bass Publishers.
- MERTENS, L. (1987), "El surgimiento de un nuevo tipo de trabajador en la industria de alta tecnología. El caso de la electrónica", en E. Gutiérrez Garza (ed.), *Reestructuración productiva y clase obrera*, México, Siglo XXI.
- \_\_\_\_\_ y L. Palomares (1988), "El surgimiento de un nuevo tipo de trabajador en la industria de alta tecnología. El caso de la electrónica", en E. Gutiérrez Garza (coord.), *Reestructuración productiva y clase obrera*, México, UNAM/Siglo XXI.
- MILES, M. y M. Huberman (1984), *Qualitative data analysis: A source book for new methods*, Thousand Oaks, CA., Sage Publications.
- MTC (2000-2003), "Qué pasa MTC", MTC.
- NARULA, R. y J. Dunning (2000), "Industrial development, globalization and multinational enterprises: new realities for developing countries", *Oxford Development Studies*, vol. 28 (2).
- PATTON, M.Q. (1999), "Enhancing the quality and credibility of qualitative analysis", *Health Services Research*, vol. 34, núm. 5, pp. 1189-1208.
- \_\_\_\_\_ (1990), *Qualitative Evaluation and Research Methods*, California, Sage.
- PÉREZ LLANAS, C. y M. Cámara (2000), "La industria maquiladora de exportación y la deslocalización: el caso de Yucatán", *Investigación Económica*, vol. LXII (241), pp. 119-152.
- PERRY, M. y B.H. Tan (1998), "Global manufacturing and local linkage in Singapore", *Environmental Planning*, vol. 30 (1), pp. 603-624.
- PIRELA, A. et al. (1993), "Technological Learning and Entrepreneurial Behaviour. A Taxonomy of the Chemical Industry in Venezuela", *Research Policy*, núm. 22 (5).
- PORTER, M. (1999), *Ser competitivo: nuevas aportaciones y conclusiones*, España, Ed. Deusto.
- RADOSEVIC, S. (1999), *International Technology Transfer and Catch-up in Economic Development*, Cheltenham, Edward Elgar.
- RONSTADT, R. (1977), *Research and Development Abroad by US Multinational*, Nueva York, Praeger Publishers.
- ROYAL PHILIPS ELECTRONICS, *Annual Report*, Países Bajos, varios años.
- SAÉZ VACAS, E., O. García, J. Palao y P. Rojo (2003), *Innovación tecnológica en las empresas. Temas básicos*, Universidad Politécnica de Madrid.



- SAMPEDRO, J. y A. Arias (2003), "Captura tecnológica y mecanismos de negociación maquila-gobierno en la industria maquiladora de exportación mexicana", This research was partially financed through a University of California MEXUS award granted to Professor Mark Hanson of the University of California, Riverside", 2003
- SAMPEDRO, J.L. (2003), *Aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas en la IME: Thomson-Multimedia de México*, tesis, maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico, UAM-X.
- SAMPEDRO, J.L. y A.O. Vera-Cruz (2003), "Aprendizaje y acumulación de capacidades tecnológicas en la industria maquiladora de exportación: el caso de Thomson-Multimedia de México", *Espacios*, vol. 24 (2), pp. 1-24.
- SASSEN-KOOB, S. (1986), "Nuevos patrones de localización de la industria electrónica en el sur de California", en *Reestructuración industrial: maquiladoras en la Frontera México-Estados Unidos*, México, Colef/CNCA, pp. 31-63.
- SCOTT-KEMMIS, D. y M. Bell (1985), "Technological Capacity and Technical Change: Case Studies", Report on a Study of Technology Transfer in manufacturing Industry in Thailand, Working Paper, Brighton, SPRU.
- SCHATAN, R. (2002), "Régimen tributario de la industria maquiladora", *Comercio Exterior*, vol. 52 (10), pp. 916-926.
- STAL, E. (2002), "Empresas transnacionales en Brasil y la descentralización de las actividades de investigación y desarrollo", *Espacios*, vol. 23, núm. 2.
- STODDARD, E. (1990), "La investigación sobre las maquiladoras fronterizas: el papel que desempeña la ideología en la interpretación de datos", *Frontera Norte*, vol. 2 (3), enero-junio, pp. 162-167.
- TOLENTINO, P.E. (2000), *Multinational Corporations: Emergence and Evolution*, Londres y Nueva York, Routledge.
- TRAJTENBERG, R. (1999), "El concepto de empresa transnacional", Serie documentos de Trabajo, Universidad de la República, Uruguay.
- UNGER, K. (1985), *Competencia monopólica y tecnología en la industria mexicana*, México, D.F, El Colegio de México.
- URIÓSTEGUI, A. (2002), *Del ensamble de componentes al producto final: el caso de Philips México*, tesis, maestría en Economía y Gestión del Cambio Tecnológico, UAM-X.

- \_\_\_\_\_ y G. Dutrénit (2003), “Acumulación de capacidades tecnológicas en la maquila: ¿decisión local o global?”, en *Memorias del seminario ALTEC 2003*, México, ALTEC, 22-24 de octubre, CD-ROM, ISBN 970-31-0265-4.
- VARGAS, L.R. (1998), *Reestructuración industrial, educación tecnológica y formación de ingenieros*, México, ANUIES.
- VERA-CRUZ, A.O. (2004), *Cultura de la empresa, aprendizaje y capacidades tecnológicas. El caso de las cerveceras mexicanas*, México, UAM/ADIAT/M.A. Porrúa.
- VERA-CRUZ, A.O. y G. Dutrénit (2004), “Las PYMES ante las redes de proveedores de la maquila: éreto o utopía”, en J. Carrillo y R. Partida (eds.), *La industria maquiladora mexicana: Aprendizaje tecnológico, impacto regional y entornos institucionales*, México, Colef/UdeG, pp. 221-245.
- \_\_\_\_\_ (2005), “Spillovers from MNCs through worker mobility and technological and managerial capabilities of SMES in Mexico”, *Innovation, Management, Policy and Practice*, vol. 7 (2-3), pp. 274-297.
- VERA-CRUZ, A.O., G. Dutrénit y J.L. Gil (2005), “Derramas de la maquila: el desarrollo de un sector de PYMES proveedoras”, *Comercio Exterior* (en prensa).
- VILLAVICENCIO, D. (1990), “La transferencia de tecnología: un problema de aprendizaje colectivo”, *Argumentos*, núm. 10-11, pp. 7-18.
- \_\_\_\_\_ y M. Casalet (2005), “La construcción de un entorno institucional de apoyo a la industria maquiladora”, *Comercio Exterior*, vol. 55, núm. 6, pp. 600-611.
- VILLAVICENCIO, D., M. Casalet, A. Hualde y R. Barajas (2002), “El marco institucional y el aprendizaje tecnológico de las maquiladoras: elementos para discusión”, Documento de trabajo, Colef/Flacso/UAM.
- WESTPHAL, L., L. Kim y C. Dahlman (1985), “Reflections on the republic of Korea’s Adquisition of technological capability”, en N. Rosenberg y C. Frischtak (eds.), *International Technology*, Nueva York, Praeger Publishers.
- WILSON, P. (1991), “Maquiladoras and Their Transaction Patterns”, *Frontera Norte*, vol. 3 (5), enero-junio, pp. 55-84.
- \_\_\_\_\_ (1992), *Exporters and Local Development. Mexico’s New Maquiladoras*, Austin, University of Texas Press.

- WITKER, J. (2002), *Las reglas de origen en el Tratado de Libre Comercio de la Unión Europea y México*, 2002, <http://www.juridicas.unam.mx/publica/rev/boletin/cont/100/el/el11.htm>
- YIN, R.K. (1997), "The abridged version of case study research, design and methods", en L. Bickman y D.G. Rog (eds.), *Handbook of applied social research methods*, Thousand Oaks, CA., Sage, pp. 229-259.
- \_\_\_\_\_ (2003), *Case Study Research. Design and Methods*, 3a. ed., *Applied Social Research Methods Series*, California, Sage Publications.

INTRODUCCIÓN.....	5
Capítulo 1	
EVOLUCIÓN DE LA PRESENCIA DE EMPRESAS GLOBALES	
BAJO EL RÉGIMEN DE LA IME .....	11
<i>Programa de Maquila de Exportación</i> .....	12
<i>Factores de atracción</i> .....	17
<i>Contribuciones al crecimiento</i> .....	25
Crecimiento del volumen físico .....	25
Crecimiento del número de establecimientos y del empleo ....	26
Crecimiento de las exportaciones.....	28
Concentración geográfica .....	30
Contenido nacional .....	31
<i>La IME en Ciudad Juárez</i> .....	32
Capítulo 2	
LOS ESTUDIOS SOBRE LA IME EN MÉXICO .....	37
Capítulo 3	
MARCO ANALÍTICO PARA ANALIZAR LOS PROCESOS	
DE ACUMULACIÓN EN LAS MAQUILAS .....	47
<i>Conceptualización del proceso de acumulación</i>	
<i>de capacidades tecnológicas</i> .....	48
<i>La taxonomía de capacidades tecnológicas</i> .....	50
<i>La matriz de capacidades tecnológicas de la IME</i> .....	51
<i>Empresas multinacionales y globales</i> .....	54

Capítulo 4	
METODOLOGÍA . . . . .	61
<i>Estrategia de investigación</i> . . . . .	61
<i>Valoración cualitativa de las capacidades tecnológicas</i> . . . . .	67
Capítulo 5	
DELPHI CORPORATION: LÍNEA DE NEGOCIO DE	
SENSORES Y ACTUADORES . . . . .	69
<i>Delphi Corp. en México</i> . . . . .	69
Perfil de la empresa . . . . .	69
La creación del Centro Técnico en México (MTC) . . . . .	71
La línea de negocio de sensores y actuadores . . . . .	75
Evolución productiva y acumulación de capacidades tecnológicas en la línea de sensores y actuadores . . . . .	76
Etapa I. Ensamble simple de pocos componentes (1979-1988) . . . . .	77
Etapa II. Ensamble complejo de productos (1989-1994) . . . . .	82
Planta 35. Sistemas Eléctricos y Conmutadores (SEC) . . . . .	82
Plantas 57 y 58 en Chihuahua . . . . .	84
Etapa III. Diseño de productos (1995-2002) . . . . .	87
Planta 35. Sistemas Eléctricos y Conmutadores (SEC) . . . . .	87
Plantas 57 y 58 en Chihuahua . . . . .	92
Centro Técnico en México (MTC) . . . . .	94
Capacidades centradas en el proceso y organización de la producción . . . . .	99
Capacidades centradas en el producto . . . . .	101
Capacidades relacionadas con las actividades de vinculación externa . . . . .	103
Selección y negociación con proveedores . . . . .	103
Relación con clientes . . . . .	107
Vínculos con instituciones del entorno . . . . .	108
La matriz actual de capacidades tecnológicas . . . . .	110
Capítulo 6	
ROYAL PHILIPS ELECTRONICS . . . . .	113
<i>Royal Philips Electronics en México</i> . . . . .	113

Perfil de la empresa .....	113
Evolución de la presencia de Philips en México .....	114
<i>Evolución productiva y acumulación de capacidades tecnológicas en la línea de negocio de televisores</i> .....	118
Etapa I: Ensamble simple de componentes (1973-1983) .....	119
Etapa II: Del ensamble simple al ensamble final de componentes: la producción de chasis E-20 y E-50 (1984-1986) .....	121
Etapa III: El ensamble final de televisores (1987-2002) .....	123
Selección y negociación con proveedores .....	132
Relación con clientes .....	134
Vínculos con instituciones locales .....	135
<i>La matriz actual de capacidades tecnológicas</i> .....	137
 Capítulo 7	
THOMSON CONSUMER ELECTRONICS .....	141
<i>Thomson Multimedia en México</i> .....	141
Perfil de la empresa .....	141
Evolución de la presencia de Thomson en México y la creación de un Centro de Soporte Técnico .....	142
<i>Evolución productiva y acumulación de capacidades     tecnológicas en la línea de negocios de televisores,     decodificadores y cable módem</i> .....	148
Etapa I: Ensamble simple y complejo de componentes (1969-1980) .....	149
Etapa II: Rediseño de procesos y modificación de equipo (1981-1992) .....	155
Etapa III: Ensamble final, proceso de manufactura y diseño (1993-2002) .....	163
Función técnica de grandes proyectos de inversión .....	167
Capacidades centradas en el proceso y organización de la producción .....	168
Capacidades centradas en el producto .....	168
Capacidades en la función técnica de vinculación interna ....	169

Capacidades en la función técnica de vinculación externa . . . .	170
Capacidades en la función técnica de modificación de equipo	170
<i>La matriz actual de capacidades tecnológicas</i> . . . . .	171
Capítulo 8	
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PROCESOS DE ACUMULACIÓN	
EN LAS SUBSIDIARIAS . . . . .	173
<i>La trayectoria de acumulación de capacidades tecnológicas</i> . . . . .	173
<i>La acumulación de capacidades tecnológicas</i>	
<i>por función técnica.</i> . . . . .	175
<i>Los disparadores del proceso de acumulación</i> . . . . .	178
<i>Hechos estilizados del proceso de acumulación</i>	
<i>de capacidades tecnológicas</i> . . . . .	180
Capítulo 9	
CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DE POLÍTICA . . . . .	183
BIBLIOGRAFÍA . . . . .	189

*Acumulación de capacidades tecnológicas en  
subsidiarias de empresas globales en México.  
El caso de la industria maquiladora de importación*  
se terminó de imprimir en la ciudad de  
México durante el mes de julio del  
año 2006. La edición, en papel de  
75 gramos, consta de 2,000  
ejemplares más sobrantes  
para reposición y estuvo  
al cuidado de la oficina  
litotipográfica de  
la casa editora.





ISBN 970-701-744-9  
MAP: 014605-01

En el ámbito internacional existe cierto consenso en que la inversión extranjera directa, a través de las empresas multinacionales y las empresas globales, puede ser un canal de difusión internacional de conocimiento y tecnología y, por medio de los efectos de las derramas tecnológicas, puede contribuir a acelerar los procesos de desarrollo económico en los países de industrialización tardía donde se instalan. En México, bajo el régimen de industria maquiladora de exportación, hay una presencia importante de esas empresas en las manufacturas. En esta obra se analiza el proceso de acumulación de capacidades tecnológicas en tres maquiladoras y se evalúan los niveles de acumulación alcanzados, con base en estudios de caso realizados en tres empresas globales instaladas en Ciudad Juárez, Chihuahua: Delphi Corp., Thomson Multimedia y Philips Corp.

Acumulación de capacidades



9 789707 017443

Miguel Ángel  
Porrúa



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA  
UNIDAD XOCHIMILCO División de Ciencias Sociales y Humanidades



CONOCE  
PARA DECIDIR  
EN APOYO A  
INVESTIGACIÓN  
ACADÉMICA